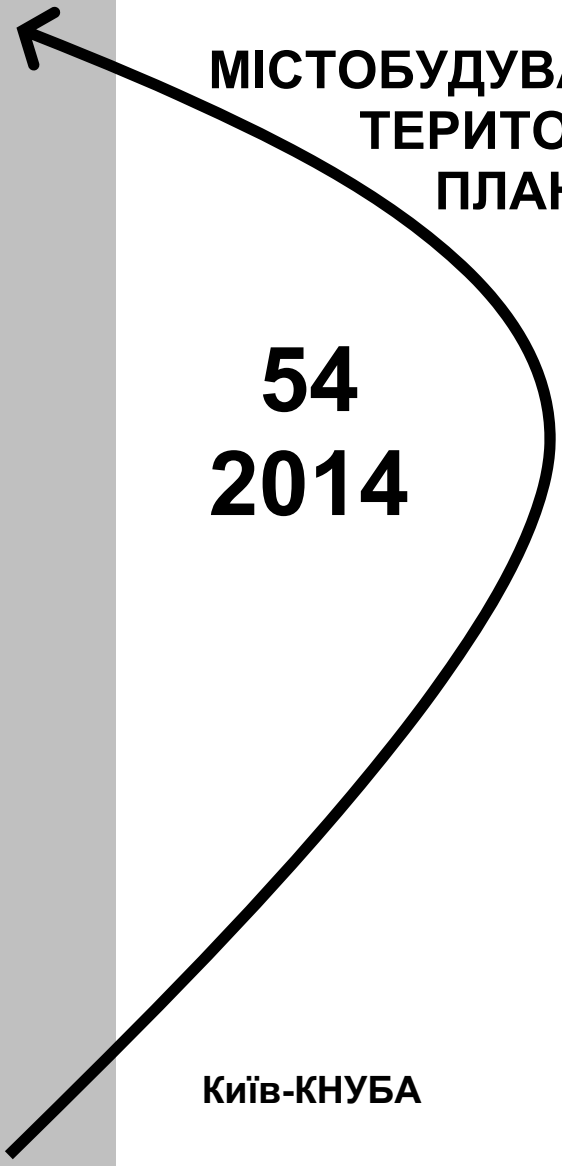
ISSN 2076-815X

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ



54
2014

Київ-КНУБА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

Науково-технічний збірник

Заснований у 1998 році

Випуск №54

Цей випуск підготовлено за матеріалами окремих доповідей і повідомлень зроблених на Міжнародній науково-практичній виставці-конференції молодих вчених і студентів ***„ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ”*** (20-22 листопада 2014 року. Організатори конференції: Міністерство освіти і науки України, академія будівництва України, Луцький національний технічний університет, Київський національний університет будівництва та архітектури, НУ „Львівська політехніка”, НУ університет водного господарства та природокористування, Південно-західне територіальне відділення АБУ, Білорусько-Російський університет, Люблінська політехніка (Польща), Гліндорський університет (м. Рексем Великобританія) та Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції молодих вчених та студентів ***„СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МІСТОБУДУВАННЯ. ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ”*** (4–6 грудня 2014 року. Організатори конференції: Міністерство освіти і науки України, Луцький національний технічний університет, Київський національний університет будівництва та архітектури, Волинське обласне громадське об'єднання «Асоціація регіонального розвитку») і рекомендовані оргкомітетами для опублікування в науково-технічних збірника.

Тези доповідей і повідомлень конференцій опубліковані в окремих виданнях.

Київ КНУБА 2014

УДК 711.11; 711.112

Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осєтрін. – К., КНУБА, 2014. – Вип. 54. – 519 с. Українською та російською мовами.

В збірнику висвітлюються інженерні та економічні проблеми теорії і практики містобудування, територіального планування, управління містобудівельними системами і програмами, комплексної оцінки, освоєння, розвитку, утримання та реконструкції територій і житлової забудови, розглядаються нагальні питання містобудівельного кадастру, розвитку поселень, їх інженерного устаткування та транспортної інфраструктури.

Градостроительство и территориальное планирование: Науч.-техн. сборник / Ответ. ред. Н.Н. Осетрин. – К., КНУБА, 2014. – Вып. 54. – 519 с. На украинском и русском языках.

В сборнике освещены инженерные и экономические проблемы теории и практики градостроительства, территориального планирования, управления градостроительными системами и программами, комплексной оценки, освоения, развития, содержания и реконструкции территории и жилой застройки, рассматриваются насущные вопросы градостроительного кадастра, развития поселений, их инженерного оборудования и транспортной инфраструктуры.

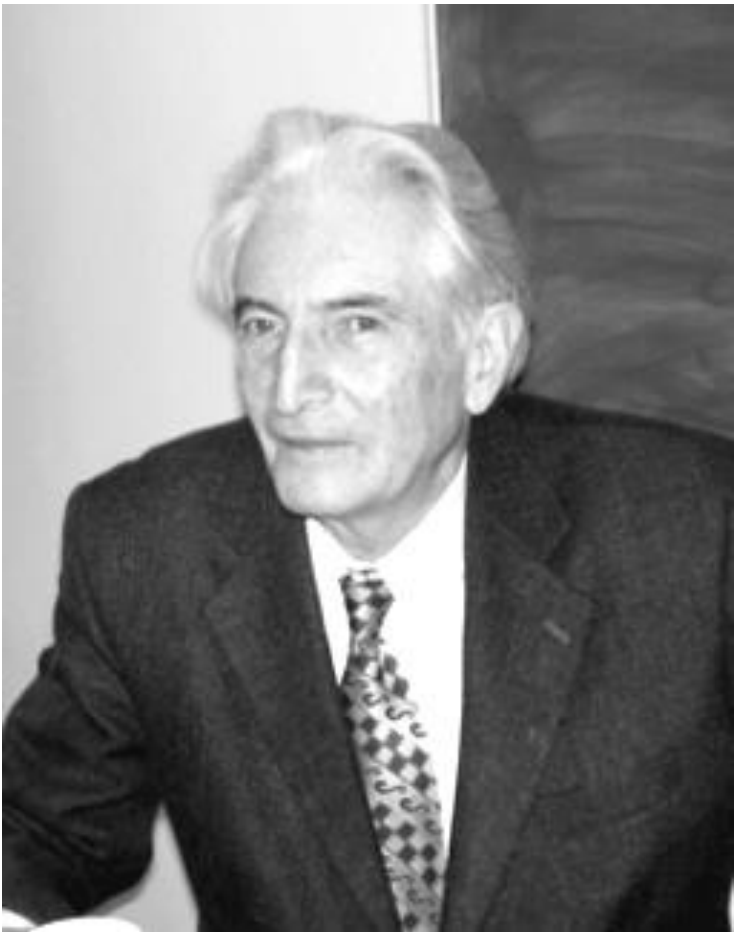
Відповідальний редактор - кандидат технічних наук, професор М.М. Осєтрін.

Редакційна колегія: доктор технічних наук, професор Габрель М.М.; член-кореспондент АМ України, доктор архітектури, професор Дьомін М.М.; доктор технічних наук, професор Карпінський Ю.О.; доктор технічних наук, професор Клюшниченко Є.Є.; доктор архітектури, професор Лаврик Г.І.; доктор технічних наук, професор Лященко А.А.; кандидат технічних наук, доцент Мамедов А.М. (заст. відп. редактора); доктор географічних наук, професор Нудельман В.І.; доктор архітектури, професор Панченко Т.Ф.; доктор технічних наук, професор Плоский В.О.; кандидат технічних наук, доцент Рейцен Є.О.; доктор технічних наук, професор Самойлович В.В.; доктор технічних наук, професор Сергейчук О.В.; доктор архітектури, професор Слєпцов О.С.; доктор архітектури, професор Тімохін В.О.; доктор технічних наук, професор Усаковський С.Б.; доктор архітектури, професор Фільваров Г.Й.; доцент Чередніченко П.П. (відп. секретар); дійсний член АМ України, доктор технічних наук, професор Яковлєв М.І.

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №31 від 26 грудня 2014 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2014



Нудельману Володимиру Іллічу - 85!

5 січня 2015 року виповняється 85 років від дня народження та 61 рік трудової і науково-педагогічної діяльності Заслуженого діяча науки і техніки України, Двічі Лауреата Державних премій України в галузі архітектури, дійсного члена Української Академії архітектури, доктора географічних наук, професора кафедри міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури НУДЕЛЬМАНА Володимира Ілліча.

Редколегія збірника, кафедри міського будівництва та міського господарства КНУБА щиро вітають Вас шановний Володимир Ілліч і шлють найкращі побажання, міцного здоров'я, щастя, нових успіхів.

УДК 711.4

к. арх. Абрамюк І.Г.,
Луцький національний технічний університет

НАПРЯМКИ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ МІСТА ЛУЦЬКА

Викладені особливості історичного просторового розвитку міста Луцька, вказані послідовні зміни містобудівної структури та відмічені чинники, які впливали на еволюцію вуличної мережі міста. Окреслено три основні напрямки формування архітектурного простору Луцька: гармонійне поєднання нової забудови та існуючого історико-архітектурного середовища, концентрація багатофункціональних масштабних будівель в забудованих ареалах, спорудження масивів та комплексів на новоосвоєних територіях.

Ключові слова: *просторове середовище, містобудівна структура, комунікаційні та транспортні мережі.*

В сучасних умовах розвитку економіки відбувається формування новітньої концепції просторового розвитку міста як об’єкта інвестиційної діяльності, що включає розвиток процесів, предметів, феноменів, явищ, організмів, які мають безпосереднє відношення до створення комфортного для людини середовища.Зокрема, нині спостерігається тенденція до розробки проектів збалансованого просторового розвитку історичних українських міст, серед яких м. Луцьк не є виключенням, а також позиціонування таких міст як туристичних об’єктів.

Формування просторовогосередовища міста Луцька, як традиційного середньовічного поселення, відбувалося впродовж тривалого часу послідовними етапами, відповідно до економічних та соціокультурних змін у суспільстві.Збережені картографічні матеріали дають можливість здійснити аналіз урбаністичних процесів у древньому місті. Впродовж століть, його розвиток відбувався на засадах відображення наявного рельєфу місцевості, спрямування магістралей державного значення та конфігурації оборонних мурів, що зумовило принципи подальшого формування міських масивів[3]. Внаслідок цього, для сучасного Луцька характерна комбінована побудова, що поєднує в собі як лінійну, так і центричну форму планування (рис. 1). До кінця XVIII ст. відбувався інтенсивний розвиток міського простору, який характеризується активним використанням території острівної частини, стихійною забудовою та ущільненням забудови. А початок XIX ст. ознаменувався екстенсивним шляхом формуванням міста із розширенням меж

за рахунок приєднання навколишніх поселень, активного будівництва і збільшення кількості населення.

Власне, просторова розбудова м. Луцька ґрунтувалася на стратегіях формування комунікаційних і транспортних мереж, економічному та туристичному просуванні окремих містобудівних структур. Зокрема, у міжвоєнний період містотвірним акцентом стала транспортна мережа міжміського сполучення, тобто шосе Київ – Брест, простір вздовж якого заповнювався архітектурними об'єктами освітнього, комерційного, громадського призначення.Естетична виразність, насичення пласких фасадівдекоративними елементами та відображення стилістичних напрямів в архітектурних рішеннях будівель підвищувало конкурентоспроможність розташованих тут закладів (рис. 2.).

Рис. 1. План міста Луцька 1839 року

Рис. 2. Вулиця Шосейна (транспортна мережа міжміського сполучення – шосе Київ – Брест). Сучасна вул. Лесі Українки

Важливий поворот у політичній історії Луцька, який відбувся у 1939році, докорінно змінив концепції розвитку усіх сфер міської життєдіяльності та просторового розвитку. В основі стратегії повоєнного розвитку була розбудова прилеглих територій, включення їх до складу міста, апріоритетними завданнями стали: розширення житлового фонду, трасування нових комунікаційних мереж, утворення адміністративних та громадських центрів, благоустрій міської території.

В умовах постійного активного приросту міського населення, який значно перевищував динаміку відбудови та зведення житлапостала проблема нестачі житлової площі. Вирішення цієї проблемиздійснювалося шляхом малоповерховогодержавногочиприватногобудівництвау вигляді формування нових кварталів у центрі міста (рис. 3), будівель-вставок у вже наявне середовищетазабудова колишніх приміських сіл: районівсучасних вул. Рівненської, Дубнівської, Львівської, Володимирської[2].

У другій половині 50-тихроків XX ст., через загострення житлової кризи малоповерхове приватне та індивідуальне будівництво поступово згорталося, на зміну якого масово поширилось зведення уніфікованих багатоповерхових будівель на основі серійних типових проектів (рис. 4).При забудові кварталів перевага надавалася симетричному розташування житлових груп відносно міських магістралей (сучасних пр. Соборності, вул. Відродження та пр. Молоді), із композиційним поєднанням типових цегляних та крупнопанельних будинків різної поверховості та форми. Для урізноманітнення виразності внутрішнього простору мікрорайонів, використовуваласязабудоване тільки рядовими секціями, а також кутовими, блокованими, ламаними в плані, хрестоподібними будинками, будівлями-вставками та будинками баштового типу.

Рис. 3. Ансамбль Університетської площі (центр міста). Фото 1960-х років.

Рис. 4. Забудова Завокзального району міста. Фото 1980-х років

Переломний політичний момент в житті країни, який відбувся у 1991 році, супроводжувався посиленням кризових явищ у економіці. Соціально-економічні реалії найповніше відобразились у житлово-комунальній сфері та містобудуванні. Через відсутність державного замовлення майже повністю припинилось будівництво житлових масивів забезпечених різнобічними функціями. Орієнтування архітектури перших пострадянських років

відбувалось на малоповерхове та приватне садибне будівництво на периферійних територіях. При цьому формування кварталів відбувалося на основі периметральної системи забудови та практично не проводилося комунікаційне трасування новоутворених вулиць. Лише у другій половині 90-тих років відновилося багатоповерхове будівництво у вигляді будівель-вставоку вже існуючу забудову, а умовно, на початку 2000-х років,активізувалося зведення мультифункціональних комплексів із розвиненою інфраструктурою[1]. Період створення великих однотипних житлових масивів радянського часу та неконтрольована забудова міської території в 90-тих роках зумовили нівелювання природного ландшафту та історично складеної сітки вулиць Луцька, як головних чинників формування міської структури.

В сучасних умовах розбудови містаЛуцька існує три основних напрямки формування архітектурного простору:

- *перший* - гармонійне поєднання нової забудови та існуючого історико-архітектурного середовища (для створення вдалих ансамблів, які максимально відтворюють автентичні риси, використовуються засоби, що відображаються в побудові композиції об'єкту, його об'ємно-просторових рішеннях і декоративних прийомах).Власне, такі тенденції в архітектурі зумовлюють створення іміджу історичного міста, що дасть можливість підвищити його конкурентоспроможність на туристичному ринку та підвищити цінність міського простору серед цільових груп споживачів (рис. 5);

- *другий* - концентрація в забудованих історичних ареалахмасштабних будівель, які є дисонанснимив пропорційному співвідношенні до сформованого середовища, при цьому зведені відповідно до червоних ліній, не порушуючи наявну структуру та композицію вулиць (рис. 6). Такого типу забудова здійснюється в районах утворених як в довоєнний період, так і в радянський час.

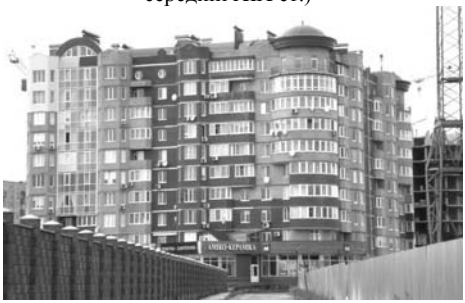
- *третій* – спорудження житлових комплексів та мікрорайонів, які формують власне просторове середовище та є привабливими з точки зору інвестування. Сьогодні нові мультифункціональні утворення зводять у кварталах, які відповідно до проектів детальної забудови відводились для житла ще в радянські часи. Враховуючи навколишнє середовище, забудоване багатоповерховими будівлями, сучасні об'єкти теж створюються висотою від 5-ти до 9-ти поверхів. Простори мікрорайонів формуються замкненими та напівзамкненими рядовими, кутовими житловими секціями, будинками баштового типу із вбудованими закладами обслуговування та торгівлі, забезпечені належним благоустроєм й озелененням території. До структури мікрорайонів розрахованих на значну кількість населення включаються

дошкільні навчальні заклади та школи, як от у 55-тому мікрорайоні (рис. 7). Характерною особливістю комплексів є влаштування майже замкнутих просторів, лише для мешканців яких передбачаються заклади обслуговування, аптеки, паркінги, дитячі та спортивні майданчики (рис. 8).

Рис. 5. Історично-сформована та сучасна забудова теперішньої вул. Лесі Українки (вулиця сформована на початку XIX ст.)

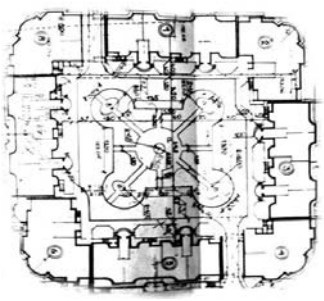
Рис. 6. Сучасний торгово-офісний центр по вул. Кривий Вал (вулиця сформована в середині XIX ст.)

а



б

Рис. 7. 55-тий мікрорайон у м. Луцьку: а) загальний вигляд мікрорайону з висоти пташиногоо польоту; б) зразок багатоквартирного житлового будинку в комплексі мікрорайону



а

б

Рис. 8. Житловий комплекс по вул. Кравчука:
а) ситуаційна схема; б) вигляд кутової секції з боку вулиці

Підсумовуючи вище зазначене, можна стверджувати, що в умовах сьогодення просторовий розвиток міста Луцька відбувається із раціональним використанням ресурсів та міських територій, забезпечуючи організацію функціонального, комфортного, естетичного для життєдіяльності населення середовища із чітким розмежуванням пішохідного та транспортного руху. Разом з тим, в результаті існуючої сьогодні тенденції численних перепристосувань, добудов, розміщення малих архітектурних форм та зовнішньої реклами різних типів, кольорів та форм в історично сформованих ареалах,втрачається їхня естетичнацінність.

Список використаних джерел

1. Габрель М. Соціальні трансформації та житлова політика в Україні / М. Габрель, О. Моркляник // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник – К.: КНУБА, 2004. - № 19. - с. 38 – 43.
2. Історія міст і сіл Української РСР. Волинська область. К.: Головна редакція української радянської енциклопедії АН УРСР, 1970. – с. 77.
3. Пясецький В., Мандзюк Ф. Вулиці та майдани Луцька / Пясецький В., Мандзюк Ф. – Луцьк: «Твердиня», 2005. – С. 8 – 10.

АННОТАЦИЯ

В статье изложенны особенности исторического пространственного развития города Луцка, указаны последовательны еизменения градостроительной структуры и отмеченны факторы, которые влияли на эволюцию уличной сети города. Очерченно три основних направления формирования архітектурного пространства Луцка: гармоничное сочетание новой застройки и существующей историко-архитектурной среды, концентрація многофункциональных масштабных зданий в застроенных ареалах, сооружение массивов и комплексов на новых территориях.

Ключевые слова: *пространственная среда, градостроительная структура, коммуникационные и транспортные сети.*

ANNOTATION

In the article the expounded features of historical spatial development of city of Lutsk, the successive changes of town-planning structure and noted factors which influenced on the evolution of street network of city are indicated. Outlined three basic directions of forming of architectural space of Lutsk: harmonious combination of new building and existent istoriko-arkhitekturnogo environment, concentration of multifunction scale buildings, is in built-up natural habitats, building of arrays and complexes on novoosvoenikh territories.

Keywords: *spatial environment, town-planning structure, of communication and transport networks.*

УДК 624.01

к.т.н. Андрійчук О.В.,
Луцький національний технічний університет

МАЛОЦИКЛОВА ВТОМЛЕНІСТЬ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ В ДОРОЖНІХ ТРУБАХ КІЛЬЦЕВОГО ПЕРЕРІЗУ

Найбільш масовим видом дорожньо-транспортних споруд є безнапірні залізобетонні труби кільцевого перерізу. Основний матеріал із якого їх виготовляють – залізобетон. Під час експлуатації вони сприймають ударні, динамічні та температурні впливи. Через це використання залізобетону та умови його роботи в конструкціях ставить завдання пошуку способів підвищення тріщиностійкості, ударної міцності, морозостійкості та інших характеристик, які в свою чергу, залежать від міцності матеріалу на розтяг. Одним із рішень в цьому напрямку є застосування сталефібробетону.

У статті описано дослідження впливу на сталефібробетонні труби кільцевого перерізу повторних навантажень. Особлива увага приділена дії навантажень високих рівнів, що призводять до малоциклової втомленості матеріалу.

Ключові слова: *дорожньо-транспортні споруди, труба, сталефібробетон, сталева фібра, втомленість, деформації, тріщиностійкість.*

Сталефібробетон на сьогодні ще є не повністю вивченим матеріалом, проте його використання для виготовлення різноманітних будівельних конструкцій постійно збільшується [1, 2].

Ефективність застосування сталефібробетону в будівельних конструкціях може досягатися за рахунок зниження трудовитрат на арматурні роботи, суміщення технологічних операцій на приготування, армування, укладання та ущільнення сталефібробетонної суміші, продовження терміну експлуатації конструкцій і зниження витрат на різні види поточного ремонту. Застосування його замість залізобетону значно знижує матеріаломісткість конструкцій при одночасному підвищенню експлуатаційних властивостей, довговічності, температуро-стійкості, водонепроникності.

Потрібно відзначити, що як і в нашій державі, так і закордоном активно проводяться наукові дослідження цього матеріалу для розширення сфери його застосування в промисловому, цивільному, гідротехнічному та транспортному будівництві [3, 4, 5].

В роботі [3] проведено прикладні дослідження для визначення міцності, тріщиностійкості та деформативності елементів кільцевого перерізу зі сталефібробетону. Зразки мали геометричні розмірів: зовнішній діаметр

елементів кільцевого перерізу становить 380 мм, внутрішній – 300 мм при товщині стінок 40 мм і висоті зразків 290 мм (1-ша серія) та 200 мм (2-га серія).

Дослідження проводилося за методикою описаною в ГОСТ 6482-88 [6].

Для бетонної матриці зразків підбиралася суміш із розрахунку отримання бетону за міцністю, що відповідає класу В25 – згідно [6]. Цемент використовувався марки М500 у кількості 431 кг, щебінь фракції 5…10 мм – 1100 кг, пісок – 626 кг і вода становила 196 л на 1 м^3 бетонної суміші. Всі зразки виготовляли із одного замісу. Для отримання сталефібробетону до бетонної суміші – матриці додавалися стальні фібри з анкерними кінцями. Діаметр фібр становив 0,8 мм, їхня довжина – 50 мм.

В першій серії відсоток вмісту фібр у зразках становив 2,5% від об'єму елемента, а в другій серії – 1,5 %. Причиною зменшення відсотку армування з μ = 2,5 (в СФБ зразках І-ої серії) до μ = 1,5 (в СФБ зразках ІІ-ої серії) стало економічне порівняння вартості типових елементів кільцевого перерізу та елементів кільцевого перерізу виготовлених із сталефібробетону.

Під час проведення дослідження було встановлено, що вартість конструкції СФБ труби із відсотком армування μ = 1,5, виготовленої методами центрифугування та віброформування, менше від вартості типової конструкції залізобетонної труби на 5,2 % та 5 %, відповідно.

Випробування дослідних зразків виконували виходячи з вимог [6] (рис. 1), а саме – шляхом прикладання за допомогою металевої траверси зосередженого навантаження в напрямку вертикального діаметру. Нижня частина елемента спиралась на нижню жорстку основу через гумову підкладку. Для цього було використано гідравлічний прес ПСУ – 125.

Для дослідження малоциклової втомленості сталефібробетонних труб було випрубвано по три дослідних зразки моделі кільцевої труби при наступних рівнях навантажень (рис. 3):

- зразки 2СФБП–0,5–1…3 досліджувалися на міцність, тріщиностійкість, напружено-деформативний стан при одноразовому повторному навантаженні з рівнем 0,5;
- зразки 2СФБП–0,7–1…3 досліджувалися на міцність, тріщиностійкість, напружено-деформативний стан при одноразовому повторному навантаженні з рівнем 0,7;
- зразки 2СФБП–0,85–1…3 досліджувалися на міцність, тріщиностійкість, напружено-деформативний стан при одноразовому повторному навантаженні з рівнем 0,85;

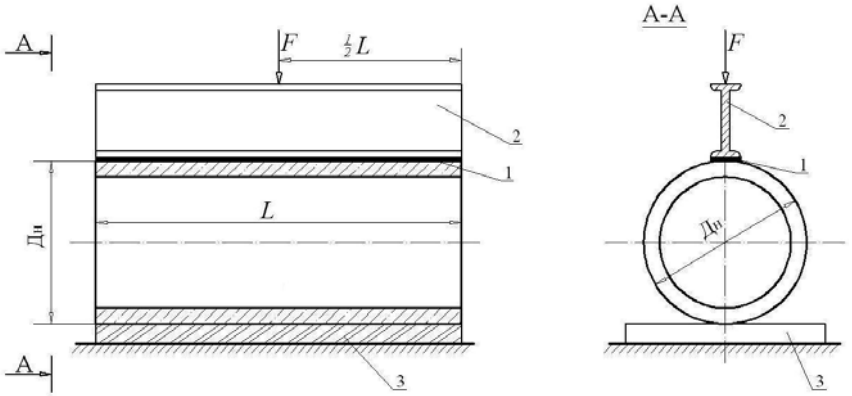


Рис. 1. Схема випробування безнапірної труби згідно ГОСТ 6482 – 88:
1 – гумовий килим або цементний розчин; 2 – металева траверса;
3 – нерухома основа

Для підвищення точності вимірювання діючого зусилля використовували зразковий протестований динамометр, що дало можливість виміряти навантаження з точністю 50 Н. Навантаження подавалось гідравлічним домкратом. Загальний вигляд випробування елементів кільцевого перерізу подано на рис. 2.

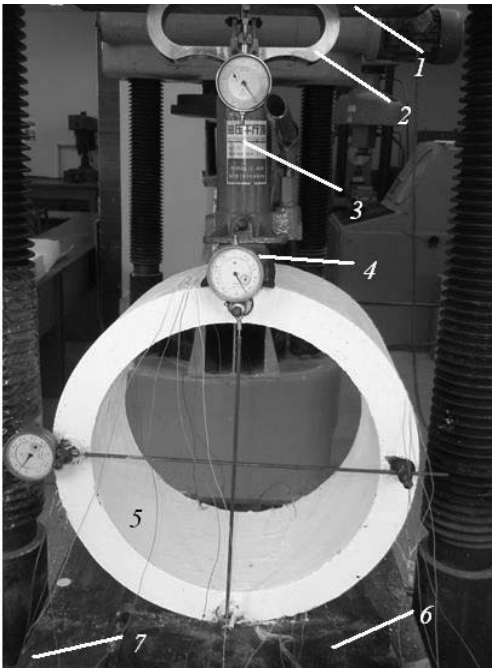


Рис. 2. Загальний вигляд випробування елементів кільцевого перерізу:
1 – верхня опорна плита пресу ПСУ-125;
2 – зразковий динамометр;
3 – домкрат;
4 – металева траверса;
5 – дослідний зразок кільцевого перерізу;
6 – гумовий килим;
7 – нижня опорна плита пресу ПСУ-125

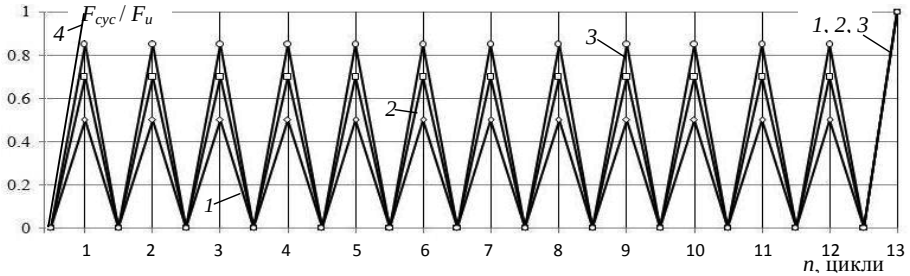


Рис. 3. Режим навантажень дослідних елементів кільцевого перерізу II-ої серії:
1 – 2СФБП–0,5–1…3, *2* – 2СФБП–0,7–1…3,
3 – 2СФБП–0,85–1…3, *4* – 2ЗБК–1…3 і 2СФБК–1…3

Деформації СФБ при малоциклових навантаженнях із η = 0,5 в зразках 2СФБП–0,5–1…3 подано на рис. 4.

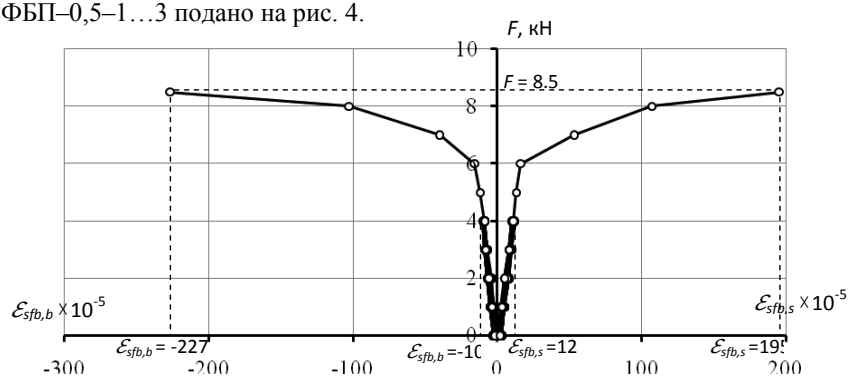


Рис. 4. Діаграми деформування стиснутого ($\varepsilon_{sfb,b}$) та розтягнутого ($\varepsilon_{sfb,s}$) сталефібробетону при дії повторних навантажень у зразках 2СФБП–0,5–1…3

При 1-му циклі завантаження, значення повних та залишкових деформацій сталефібробетону становили: $\varepsilon_{sfb,b,max} = 9 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,max} = 11 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,b,pl} = 2 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,pl} = 2 \times 10^{-5}$ (при F = 4 кН). Протягом наступних 11-ти циклів до 12-го включно, в зонах стиску та розтягу зростання повних та залишкових деформацій не було виявлено ($\Delta\varepsilon_{sfb} = 0$) і на 12-му циклі вони становили $\varepsilon_{sfb,b,max} = 9 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,max} = 10 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,b,pl} = 2 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,pl} = 2 \times 10^{-5}$.

На 13-му руйнівному циклі, внаслідок підвищення навантаження вище рівня η = 0,5 спостерігалося нелінійне зростання повних деформацій до: $\varepsilon_{sfb,b,max} = 103 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,max} = 107 \times 10^{-5}$ (при F = 8 кН) та $\varepsilon_{sfb,b,max} = 227 \times 10^{-5}$, $\varepsilon_{sfb,s,max} = 195 \times 10^{-5}$ (при F = 8,5 кН).

Деформації СФБ при малоциклових навантаженнях із η = 0,7 в зразках 2СФБП–0,7–1…3 подано на рис. 5.

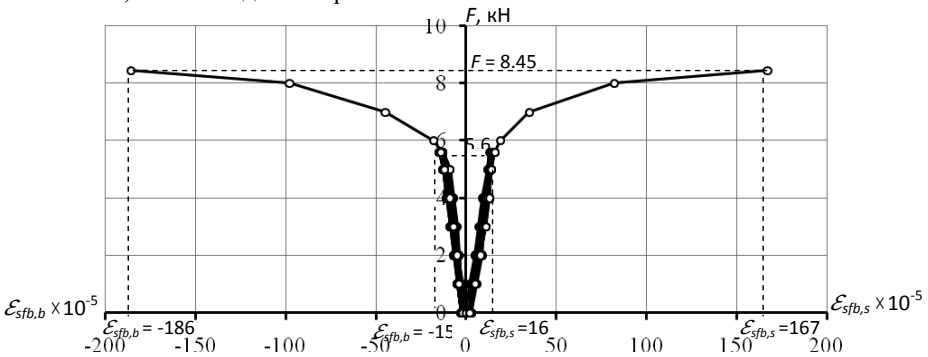


Рис. 5. Діаграми деформування стиснутого ($\varepsilon_{sfb,b}$) та розтягнутого ($\varepsilon_{sfb,s}$) сталефібробетону при дії повторних навантажень у зразках 2СФБП–0,7–1…3.

При 1-му циклі завантаження, значення повних та залишкових деформацій СФБ становили: $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 15×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 14×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,b,pl}$ = 2×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,pl}$ = 2×10^{-5} (при F = 5,6 кН). Протягом наступних 11-ти циклів до 12-го включно, в зонах стиску та розтягу зростання повних та залишкових деформацій не було виявлено ($\Delta\varepsilon_{sfb}$ = 0) і на 12-му циклі вони становили $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 13×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 16×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,b,pl}$ = 2×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,pl}$ = 2×10^{-5}.

На наступному 13-му руйнівному циклі, внаслідок підвищення навантаження вище рівня η = 0,7 спостерігалося нелінійне зростання повних деформацій до $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 98×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 82×10^{-5} (при F = 8 кН) та $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 186×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 167×10^{-5} (при F = 8,45 кН).

Деформації СФБ при малоциклових навантаженнях із η = 0,85 в зразках 2СФБП–0,85–1…3 подано на рис. 6. Так на 1-му циклі завантаження, значення повних та залишкових деформацій СФБ становили: $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 27×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 19×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,b,pl}$ = 2×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,pl}$ = 2×10^{-5} (при F = 6,8 кН).

Протягом наступних 4-х циклів до 5-го, включно, в зонах стиску та 3-х циклів до 4-го, включно, в зонах розтягу зростання повних та залишкових деформацій не було виявлено ($\Delta\varepsilon_{sfb}$ = 0). На 6-му циклі спостерігалося зростання повних та залишкових деформацій до: $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 41×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 40×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,b,pl}$ = 15×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,pl}$ = 17×10^{-5}. На наступних 6-ти циклах зростання повних та залишкових деформацій продовжувалося із приростами в межах $\Delta\varepsilon_{sfb,max}$ = 10…22×10^{-5} та $\Delta\varepsilon_{sfb,pl}$ = 9…17×10^{-5}. На 12-му циклі повні та залишкові деформації в СФБ становили: $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 129×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 117×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,b,pl}$ = 87×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,pl}$ = 81×10^{-5}.

На руйнівному циклі (13-му) після підвищення навантаження вище рівня η = 0,85 спостерігалося нелінійне зростання повних деформацій до: $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 157×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 145×10^{-5} (при F = 7 кН) та $\varepsilon_{sfb,b,max}$ = 201×10^{-5}, $\varepsilon_{sfb,s,max}$ = 195×10^{-5} (при F = 8 кН).

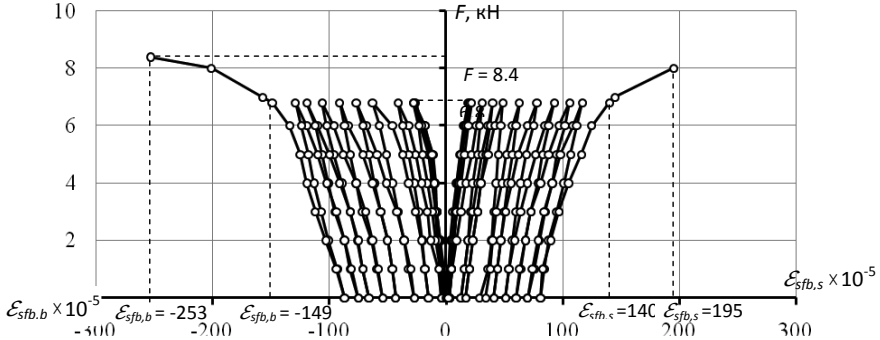


Рис. 6. Діаграма деформування стиснутого ($\varepsilon_{sfb,b}$) та розтягнутого ($\varepsilon_{sfb,s}$) сталефібробетону при дії повторних навантажень у зразках 2СФБП–0,85–1…3

При повторних навантаженнях, рівень яких становив η_{cyc} = 0,6 від руйнівних, на протязі десятикратного навантаження в зразках із СФБ І-ої серії повні та залишкові деформації практично не змінювалися, в той час, як в зразках із залізобетону вони збільшилися на 10 … 25 %.

В СФБ трубах ІІ-ої серії при повторних навантаженнях із η_{cyc} = 0,5 та η_{cyc} = 0,7 на протязі дванадцятикратного навантаження повні та залишкові деформації практично не змінювалися, міцність та тріщиностійкість в порівнянні з елементами, що досліджувалися на дію одноразових навантажень не знижувалася. При η_{cyc} = 0,85 починаючи з 5-7 циклу був відмічений приріст повних та залишкових деформації.

При повторних навантаженнях, рівень яких не перевищує 70 % від руйнівних, СФБ труби практично працюють пружно. В цьому випадку переміщення в діаметральних напрямках не перевищують 0,05 % від величини діаметра, а тріщини виникають тільки при довантаженні.

При повторних навантаженнях, рівень яких становить 85 % від руйнівних, на циклах навантаження можуть виникати тріщини, які спричиняють зниження жорсткості елементів, виникненню суттєвих діаметральних переміщень. На прийнятій базі випробувань при цьому рівні повторних навантажень стабілізації переміщень не спостерігалося.

Список використаних джерел

1. Дорошенко Ю., Дорошенко О., Чиженко Н. Дисперсно-армований бетон – надійний та ефективний матеріал для транспортного будівництва // Транспортное строительство Украины. – 2007. - №1 (5) – С. 16–19.

2. Бабич Є.М., Андрійчук О.В. Про доцільність використання сталефібробетону для виготовлення безнапірних труб // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць – Рівне: НУВГП, 2009. – Випуск 18. –С. 119 – 126.

3. Бабич Є.М. Андрійчук О.В.. Проектування та виготовлення безнапірних труб із сталефібробетону: Рекомендації. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – С. 36.

4. Дворкін Л.Й. Розрахунок складу бетону зі сталевою фіброю / Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, В.В. Житковський // Бетон и железо-бетон в Украине: Научно-технический и производственный журнал – Полтава: ПЦНТІЕ 2010, – Випуск 2(54). – С. 2–4.

5. Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. A method for optimal design of steel fiber reinforced concrete composition. / Materials and Desingn, 2011.

6. ГОСТ 6482–88. Трубы железобетонные безнапорные. Техничиские условия.

АННОТАЦИЯ

В статье описано исследование влияния на сталефибробетонные трубы кольцевого сечения повторных нагрузок. Особенное внимание уделено действию нагрузок высоких уровней, которые приводят к малоцикловой усталости материала. – Ил. 6. – Библиогр.: 6 названий.

Ключевые слова: дорожно-транспортные сооружение, труба, сталефибробетон, стальная фибра, усталость, деформации, трещино-устойчивость.

ANNOTATION

In the article research of influence is described on the steel-fibre-concrete pipes of circular cut repeated loading. The special attention is spared to the action loading of high levels that result in the small-cycle tiredness of material. – Il. 6. – Bibliogr.: 6 titles.

Keywords: Road-transportation building, pipe, steel-fibre-concrete, steel fibre, pipe, tiredness, deformations, crac-durability.

УДК 624.012.2 : 519.22

к.ф.-м. н., доцент Аршава Е.А.,
к.т.н., доцент Кичаева О.В.,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КИРПИЧА КЛАДКИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Произведена статистическая оценка прочности кирпича кладки эксплуатируемых зданий и показано, что этот параметр может быть удовлетворительно описан законом нормального распределения.

Ключевые слова: *прочность кирпича, статистическая оценка, нормальное распределение.*

Введение. Для решения задач надежности необходимо предусматривать уточнение исходных данных, относящихся к сопротивлению материалов, их обеспеченность, параметры распределения механических свойств. Все эти значения можно получить только на основе представительных статистических данных по однородности механических характеристик.

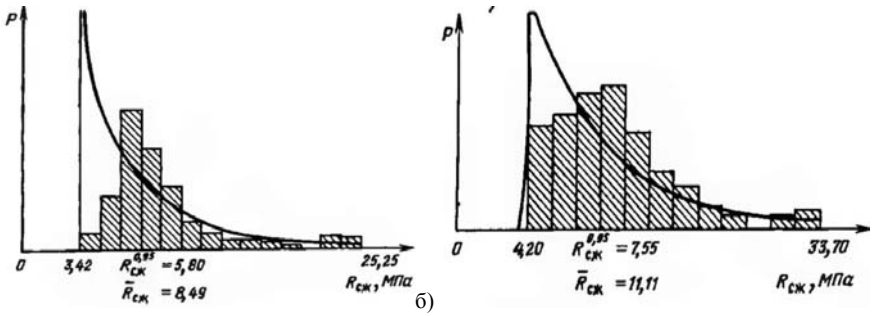
Анализ последних исследований. Основоположниками современных представлений о работе кладки при сжатии и методов расчета ее прочности и деформативности являются Л. И. Онищик и С. В. Поляков со своими научными школами. Данная область исследований привлекла таких ученых, как Н. В. Морозов, Н. А. Попов, С. А. Семенцов, А. А. Шишкин, Н. Ф. Давыдов, В. Л. Камейко, И. Т. Котов, В. И. Коноводченко, С. В. Кожаринов, Б. С. Соколов, Л. Р. Маилян, В. Д. Райзер, П. Г. Комохов, Е. Г. Малышев, М. Я. Пильдиш, С. М. Сафаргалиев, П. Ф. Вахненко, О. М. Донченко, И. А. Дегтев, В. А. Цепаев, В. В. Пангаев, А.Е. Наумов, а также зарубежные исследователи: Э. Грунау, Ф. Андеррег, О. Броккер, К. Коннор, Л. Парсон, A. Anthoine, A. Cecchi, P. Kleeman, L. Berto, A. Hendry и др. Несмотря на значительное количество работ, посвященных прочности и деформативности каменной кладки, ощущается недостаток исследований, связанных с учетом случайных факторов, касающихся прочности кирпичной кладки в эксплуатируемых зданиях.

Стандарты на материалы устанавливают определенные требования к характеристикам строительных конструкций, при этом требования стандартов выполняются лишь с определенной вероятностью. Следует отметить, что эти стандарты касаются только строительных материалов на стадии заводского изготовления.

С введением в действие ДБН В.2.6-162:2010 «Кам’яні та армокам’яні конструкції» [1] искусственные камни различают по типам и группам.

Прочностными характеристиками кирпича, регламентируемыми ДСТУ Б.В.2.7-61:2008 (для керамического) [2] и ДСТУ Б.В.2.7-80-98 [3] (для силикатного), являются граница прочности на сжатие и граница прочности на изгиб. Допускается также определять прочность на сжатие неразрушающим методом.

По данным исследований В.Д. Райзера [4], анализ кривых распределения прочностных характеристик материалов, в том числе кирпича, показывает наличие левосторонней асимметрии, при наличии которой рекомендуется использовать логнормальное распределение – на рис. 1 показаны гистограмма и плотность распределения прочности кирпича марок М75 и М100 на сжатие.



а) б)

Рис. 1. Гистограмма и плотность распределения прочности кирпича на сжатие а) марки М75 и б) марки М100

Постановка цели и задач исследования. В этой связи, определенный интерес представляет прочность кирпича стен эксплуатируемых зданий и установление закона распределения этого параметра. Исследование параметров прочности кирпича в объеме данных, позволяющих судить о законе распределения, возможно с помощью неразрушающих методов, т.к. не всегда возможно извлечь достаточное количество кирпичей для статистической обработки и испытать их.

Методика исследований. Экспериментальная – путем непосредственных испытаний неразрушающими методами и методом математической статистики – обработка данных.

Изложение основного материала. Был проведен эксперимент с использованием ультразвукового прибора определения прочности для стен одного из эксплуатируемых более 40 лет здания в Харьковской области. Прочность керамического кирпича кладки стен обследуемого здания, определенного по результатам неразрушающего контроля, представляет собой выборку из 63 значений, распределившихся следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Значения прочности кирпича стен здания

Значение прочности, кгс/см^2	64	66	68	70	72	74	76
Количество	6	14	15	12	8	6	2

Эти значения примерно соответствуют марке кирпича по прочности М75; данная прочность приведена по обеспеченности 0,95. На рис. 2 показана гистограмма и плотность распределения прочности испытанного кирпича.

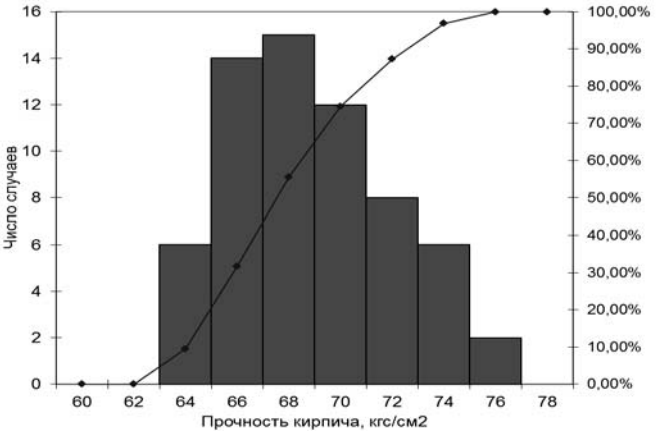


Рис. 2. Гистограмма и плотность распределения прочности испытанного кирпича

Проверим гипотезу о нормальном распределении Y (прочности испытанного кирпича) в диапазоне значений от 63 до 77 кгс/см^2 , установив уровень значимости α=0,05. Для вычисления теоретических частот n_i' разбиваем интервал наблюдаемых значений y_i на N частей, при этом N получаем из соотношения $N \le 5\lg n$ ($n = 63$, объем наблюдений).

$$N \le 5\lg 63;\ N \le 9 \Rightarrow N = 7,\ \text{т.е. ширина интервала } d = \frac{R}{N};$$

$$R = y_{max} - y_{min} \ - \text{размах},\ d = \frac{77-63}{7} = 2.$$

Таблица 2

Интервальное распределение прочности кирпича стен здания

Номер интервала	i	1	2	3	4	5	6	7
Пределы интервала	y_i	63	65	67	69	71	73	75
	y_{i+1}	65	67	69	71	73	75	77
Частота	n_i	6	14	15	12	8	6	2

n_i – частота, которая наблюдается.

Найдем середины интервалов и построим таблицу:

$$y_i^* = \frac{y_i + y_{i+1}}{2}.$$

Таблица 3

Распределение среднего арифметического концов интервалов

y_i^*	64	66	68	70	72	74	76
n_i	6	14	15	12	8	6	2

Вычислим выборочное среднее $\overline{y_в^*}$:

$$\overline{y_в^*} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{7} y_i^* \cdot n_i = 68{,}88889. \quad (1)$$

Выборочное среднеквадратическое отклонение находим по формуле:

$$\sigma_в^* = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{7}(y_i^*)^2 n_i - (\overline{y_в^*})^2} = 3{,}14. \quad (2)$$

Переходим к новой переменной z и вычисляем границы интервалов (z_i, z_{i+1}):

$$z_i = \frac{\left(y_i - \overline{y_в^*}\right)}{\sigma_в}; \qquad z_{i+1} = \frac{\left(y_{i+1} - \overline{y_в^*}\right)}{\sigma_в^*}. \quad (3\text{-}4)$$

Результаты записываем в виде таблицы 4.

Таблица 4

Переход к нормированной величине

i	y_i	y_{i+1}	$y_i - \overline{y_в^*}$	$y_{i+1} - \overline{y_в^*}$	z_i	z_{i+1}
1	**63**	**65**	**- 5,89**	**- 3,89**	**- ∞**	**- 1,2389**
2	**65**	**67**	**- 3,89**	**- 1,89**	**- 1,2389**	**- 0,6019**
3	**67**	**69**	**- 1,89**	**0,11**	**- 0,6019**	**0,035**
4	**69**	**71**	**0,11**	**2,11**	**0,035**	**0,672**
5	**71**	**73**	**2,11**	**4,11**	**0,672**	**1,3089**
6	**73**	**75**	**4,11**	**6,11**	**1,3089**	**1,9459**
7	**75**	**77**	**6,11**	**8,11**	**1,9459**	**∞**

Вычислим теоретические вероятности p_i и теоретические частоты n_i':

$$p_i = \Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i), \; n_i' = n \cdot p_i, \quad (5)$$

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx - \text{функция Лапласа [5]}. \quad (6)$$

Таблица 5

Вычисление теоретических частот

i	z_i	z_{i+1}	$\Phi(z_{i+1})$	$\Phi(z_i)$	p_i	n_i'
1	**- ∞**	**- 1,2389**	**- 0,3925**	**- 0,5**	**0,1075**	**6,7725**
2	**- 1,2389**	**- 0,6019**	**- 0,2257**	**- 0,3925**	**0,1668**	**10,5084**
3	**- 0,6019**	**0,035**	**0,014**	**- 0,2257**	**0,2397**	**15,1011**
4	**0,035**	**0,672**	**0,2489**	**0,014**	**0,2349**	**14,7987**
5	**0,672**	**1,3089**	**0,4049**	**0,2489**	**0,156**	**9,828**
6	**1,3089**	**1,9459**	**0,4740**	**0,4049**	**0,0691**	**4,3533**
7	**1,9459**	**∞**	**0,5**	**0,4740**	**0,026**	**1,638**

По известным эмпирическим и теоретическим частотам составляем расчетную таблицу и находим значение критерия Пирсона χ^2.

Таблица 6

Сравнение эмпирических и теоретических частот по критерию Пирсона

i	n_i	n_i'	$n_i - n_i'$	$(n_i - n_i')^2$	$(n_i - n_i')^2 / n_i'$
1	**6**	**6,7725**	**0,7725**	**0,5068**	**0,0748**
2	**14**	**10,5084**	**3,4916**	**12,1913**	**1,1601**
3	**15**	**15,1011**	**- 0,1011**	**0,0102**	**0,0007**
4	**12**	**14,7987**	**- 2,7987**	**7,8327**	**0,5293**
5	**8**	**9,828**	**-1,828**	**3,3416**	**0,34**
6	**6**	**4,3533**	**1,6467**	**2,7116**	**0,6229**
7	**2**	**1,638**	**0,362**	**0,131**	**0,0799**
Σ	**63**	**63**			**2,8077**

Итак,

$$\chi^2_{набл.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'} = 2{,}8077. \qquad (7)$$

По таблице критических точек распределения χ^2 по заданному уровню значимости α = 0,05 и числу степеней свободы *k=s–3=7-3=4 (s* – число интервалов) находим $\chi^2_{крит.} = 9{,}5$.

Т.к. $\chi^2_{набл.} < \chi^2_{крит.}$, то гипотезу о нормальном распределении кармана принимаем.

Возможность применимости нормального распределения для материалов кирпичной кладки также может быть обосновано и результатами непосредственного испытания кирпича, извлеченного из стен здания [6]. В результате испытания образцов кирпича на сжатие из кладки здания получены значения, которые удовлетворительно описываются кривой нормального распределения (рис. 3).

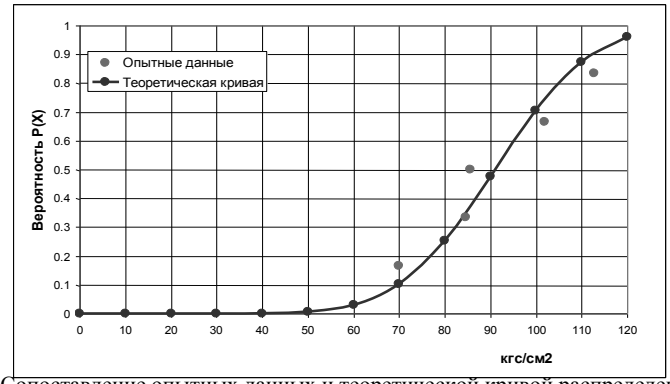


Рис. 3. Сопоставление опытных данных и теоретической кривой распределения при испытании кирпича на сжатие

Результаты исследований и выводы. Таким образом, показано, что прочность кирпича стен эксплуатируемых зданий может быть удовлетворительно описана законом нормального распределения.

Список использованных источников

1. ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції». – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 97 с.
2. ДСТУ Б.В.2.7-61:2008 «Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови». - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 27 с.
3. ДСТУ Б.В.2.7-80-98 «Цегла та камені силикатні. Технічні умови». - К.: Держбуд України, 1999. – 16 с.
4. В.Д. Райзер «Расчет и нормирование надежности строительных конструций».-М.: Стройиздат, 1978. - 344 с.
5. Е.С. Вентцель «Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
6. О.В. Кичаева. Оценка рисков при реконструкции зданий. Сб. науч. Трудов ПНТУ, т. 2, вып. 3(38), Полтава, 2013, с. 161-174.

АНОТАЦІЯ

У статті виконана статистична оцінка міцності цегли кладки експлуатованих будівель і показано, що цей параметр може бути задовільно описаний законом нормального розподілу.

Ключові слова: міцність цегли, статистична оцінка, нормальний розподіл.

ANNOTATION

In the paper the statistical evaluation of the strength of brick masonry buildings maintained and shown that it may be satisfactorily described by a normal distribution law.

Keywords: durability of bricks, statistical evaluation, a normal distribution.

УДК 624.012.25

д.т.н., професор Бабич Є.М.,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне,
к.т.н. Андрійчук О.В.,
Луцький національний технічний університет

МОСТИ ЛУЦЬКА – МИНУЛЕ ТА СЬОГОДЕННЯ

Подано огляд архівних документів про минуле мостів в м. Луцьку та їх сучасний технічний стан і проблематику.

В місті Луцьку протікає одна велика річка – Стир. Власне була і ще одна невелика ріка – Глушець, проте зараз її немає. Широкий Стир і невеликий Глушень сформували транспортні сполучення, що були в місті головними дорогами. Вузловими точками були мости. Через воєнні заворушення в першій половині ХХ століття сьогодні практично нереально зібрати документи про мости і переправи з давніх років. Проте копітка праця відтворення і архівації залишків інформації створює базу даних, що заповнює прогалини та проміжки в історії луцької дорожньо-мостової інженерії.

Ключові слова: *Луцьк, Стир, міст, шляхопровід, ремонт мостів, надійність, довговічність.*

Згідно сайту Волинської обласної державної адміністрації в області є автомобільних мостів – 386 од., залізничних – 134 од., а шляхопроводів – 10 одиниць. А згідно паспорта «Житлово-комунальне господарство Волинської області, 2014 р.» кількість мостів та шляхопроводів складає 57 одиниць загальною протяжністю 6,5 км (а у 2010 їх кількість була 52). По Україні – 11123 одиниць мостів та шляхопроводів загальною протяжністю 642,9 км.

У Луцьку (обласному центрі Волинської області) нараховується приблизно 30 мостів. Особливістю міста є те, що в ньому існує майже 60 берегів, які необхідно поєднувати мостами. Стародавній Луцьк розміщувався на острові серед заплав у петлі Стиру. Сьогодні тут Старе місто. З півночі острів омивався водами засипаних нині рукавів – Глушця Великого і Глушця Малого, які витікали із Стиру з обох сторін теперішньої дамби. Саме тому значну частину Луцька займають мости. Це і Міський міст через Стир та Земський через Стирець і луки між ними (які були початком Дубенської дороги), Великий міст, міст на Гнідаву та понад Глушцем, так званий Братський міст (ці три були найголовнішими, адже з'єднували Луцьк зі світом). Варто згадати про, на жаль, на сьогодні не існуючих, два підйомні мости: один перед В'їздною вежею замку Любарта, а інший перед Воротньою брамою Окольного замку (рис. 1 – 4) [1].

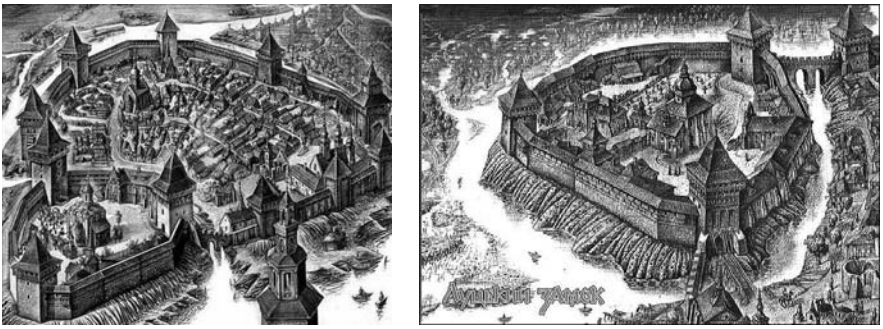


Рис. 1. Замок Любарта в місті Луцьк[13]

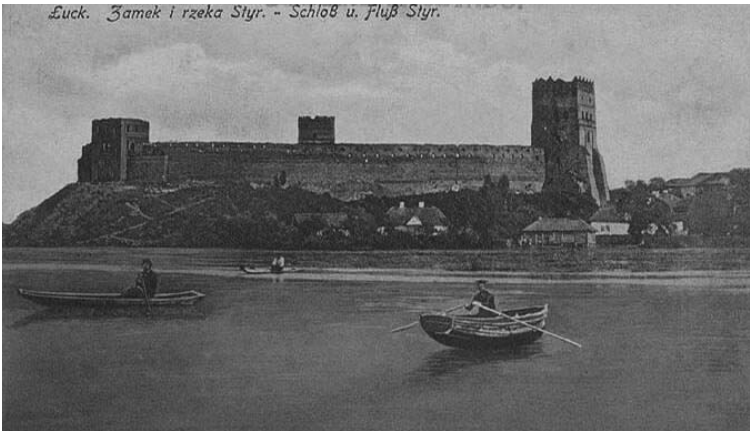


Рис. 2. Німецька поштова картка – замок Любарта з боку р. Стир

Рис.3. Фото з Google Map – нинішній стан замку Любарта

Рис.4. Замок Любарта та В'їздна брама замку

Луцький замок був резиденцією уряду і глави держави. Він був останньою столицею Галицько - Волинського князівства.

Великий Луцький міст був дерев'яним, його протяжність становила 700 м. Ремонт цього моста покладався на князів, панів та шляхту. Стояв на високих дубових палях, які зверху зв'язувалися вінцями дерев'яних колод.

Гнідавський міст над Стиром з'єднує греблю та Старе місто. В радянський час був побудований залізобетонний міст уже на іншому місці, а старий дерев'яний пішов у небуття.

У князівські часи Глушецький (Братський) міст був стратегічним і найдовшим мостом у Луцьку. Це було сполучення острова з горбистим межиріччям, по якому йшов торговий шлях на схід і на північ. Саме в цьому напрямі розбудовувався старий Луцьк.

Перша згадка про міст зустрічається в XV ст. В 1924 році на місці старого існуючого було профінансовано будівництво нового залізобетонного моста, якого назвали іменем польського короля Казимира Великого. На ньому було встановлено чотири погруддя польських діячів науки та культури: поета Юліуша Словацького, письменника і художника Юзефа Крашевського, вченого й активіста в галузі освіти Тадеуша Чацького та нобелівського лауреата – письменника Генріка Сенкевича.

Після Другої світової війни міст Казимира зрівняли із землею та зробили великий майдан із кільцем [2]. У наш час прийшла реінкарнація Братського моста і частину його розкрили з під асфальту. Тепер біля нього зроблений куточок з лавками, де можна відпочити. *(Рис. 5)*.

Рис. 5. Братський міст (XX ст.) і площа Братський міст (XXI ст.)

Рис. 6. Фото з Google Map – нинішній стан:
1. Площа Братський міст. 2. Міст на вулиці Ковельській. 3. Міст на вулиці Шевченка. 4-5. Мости на вулиці Гнідавській. 6. Міст на вулиці Шопена

У радянські часи Луцьк забудовується залізобетонними мостами, які експлуатуються і в даний час. В основному вони сполучають береги, утворені головною водною артерією міста – рікою Стир. На перший погляд вона є спокійною, хоча насправді – досить примхлива. Навіть протягом доби може різко змінитися рівень води, що ускладнює процес будівництва. Також річка тече по скелястому дну із базальтової породи, що створює додаткові труднощі, адже в такому випадку для паль необхідно робити свердловини під водою, а не просто влаштовувати їх методом забиття [3].

Рис. 7. Річка Стир. На фоні міст на вулиці Шевченка

Найдовшими мостами м. Луцьку є мости по вулицях Ковельській (рис. 8) та Шевченка (рис. 9) довжиною по 169 метрів, що побудовані у 1957 та 1964 роках відповідно. Щодо мосту на вулиці Шевченка, то його ремонтом займалися у 2012 та 2013 роках.

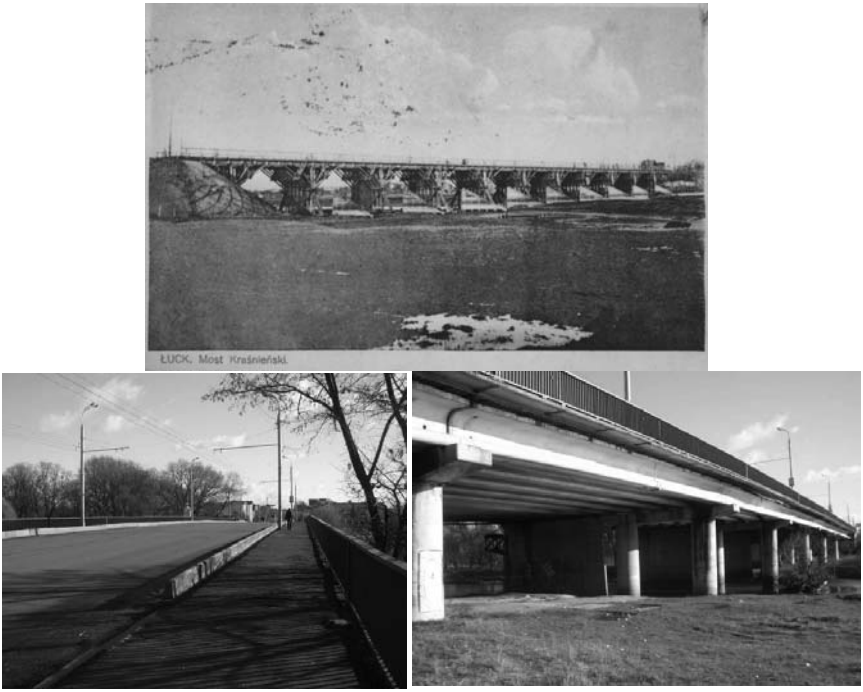


Рис. 8. Міст по вулиці Ковельській – історичне фото мосту та теперішній його вигляд (раніше він називався міст Красненський)

Рис. 9. Міст по вулиці Шевченка

Меншим за Ковельський і Шевченківській мости є міст через р. Стир по вул. Гнідавській – 150,4 метра довжиною (рис. 10). Його ремонтували у 2011 р.

Рис. 10. Міст по вул. Гнідавській – перший із сторони від СК "Динамо"

Найстаріші та найменші мости обласного центру знаходяться по вулицях Гнідавській (рис. 11) та Шопена (рис. 12). Довжина першого – 51,18 метра, а іншого – 35,92 метра. Їх будували у 1960-ому та 1957-ому роках відповідно.

Рис. 11. Міст по вулиці Гнідавській – другий із сторони від СК "Динамо"

Рис. 12. Міст по вулиці Шопена

Міст над вулицею Карпенка-Карого має 150 метрів у довжину, а шириною – 15 м. Його будівництво датується 1980-им роком. На період відкриття він був сімнадцятим і найбільшим мостом у Луцьку (рис. 13).

Рис. 13. Міст над вулицею Карпенка-Карого

Головною проблемою мостів Луцька є те, що їх ремонт проводять не повноцінно, а лише частково. При цьому більшість робіт, що проводяться, полягають у ремонті швів, дорожнього одягу проїзної частини та фарбуванні огороджень. І фарбують лише перила та відбійні бетонні блоки вздовж проїжджої частини, а опори та несучі балки – ні. Потрібно взяти до уваги і те, що на старих мостах перед фарбуванням необхідно виконувати додаткове

оштукатурення дорогими матеріалами іноземного виробництва. Це дуже вартісний процес.

На сьогоднішній день ЗМІ м. Луцька переповнені інформацією про незадовільний стан мостових конструкцій (все це можна побачити неозброєним оком), хоча у них вкладаються кошти і проводяться ремонти.

Міст, а точніше шляхопровід, на одній із основних автомобільних магістралей міста Луцька – по вулиці Рівненській побудували в 1971 році. Його довжина становить 244,2 метра. На даний момент на тротуарі цього моста в багатьох місцях бетонна основа розкришилась, оголивши тонкі стержні металевих сіток та арматуру (рис. 14). Тобто армування тротуарних плит моста має прямий контакт із зовнішнім середовищем. А це і корозія арматури, і подальше розтріскування та вилущування бетону, що в подальшому буде відбуватися постійно з геометричним приростом.

Рис. 14. Руйнування залізобетонної тротуарної плити (міст по вул. Рівненській)

Якщо говорити про капітальний ремонт мостів, а саме – ремонт опор, плит мощення конусів, балок прогонів, тротуарних блоків, перильного огородження, то за останніх кілька десятиліть по луцьких мостах таких робіт не проводилося. Одна із основних причин – дуже велика затратність таких робіт. Для прикладу, одна прогонова балка довжиною 33 м коштує в межах 400 000 - 500 000 гривень. Виготовляють їх на заводах Києва або Дніпропетровська, тому ще й вартість транспортування буде значною (відповідно 400 або 850 км). А один кубометр залізобетонного тротуарного блоку вартує 3000-4000 гривень. Тобто говорячи про капітальний ремонт одного луцького моста типу, як на проспекті Перемоги, чи вулиці Рівненській, без заміни основних несучих конструкцій потрібно 10...20 мільйонів гривень.

Кошти значні. Але наслідки аварійних ситуацій, що можуть виникнути, – будуть однозначно більшими, тому їх допустити не можна в жодному разі.

Стан мостів повинен постійно планово відстежуватися для вчасного виявлення незворотніх процесів в основних несучих елементах їх конструкцій.

Також велика увага повинна бути приділена правильній експлуатації мостових споруд. У місті Луцьку, як і в більшості міст України, постійно зростає кількість вантажного транспорту. Великою проблемою є перевезення автомобілями вантажів понад дозволені норми за вантажопідйомністю транспортного засобу, тобто рух його з перевантаженням. А це негативно впливає на мостові конструкції, призводить до їх пришвидшених руйнувань і відмов у роботі.

До 2006 року термін "довговічність" в українських нормах проектування мостів не фігурував взагалі. Тільки після прийняття ДБН В.2.3 - 14 – 2006 було встановлено нормативний термін служби основних несучих елементів залізобетонних мостів – 100 років [5]. У 2009 році термін служби для збірних і збірно-монолітних залізобетонних мостів було понижено до 70 та 80 років відповідно [6]. Такий ресурс можуть мати мости, що проектуються відповідно до чинних нормативних документів.

У країнах Європейського Союзу термін служби залізобетонних мостів становить 100 років [7]. Але потрібно відмітити, що в науковій літературі результати досліджень, що підтверджують ресурс з/б мостів в 100 років ще не були опубліковані.

На сьогодні можна констатувати, що середній термін служби залізобетонних пролітних будов мостів України не перевищує 45-50 років [8]. Варто звернути увагу на те, що в Україні за останні 10 років постійно збільшується кількість мостів, що потребують капітального ремонту або реконструкції (через недотримання графіків планових робіт проведення капітального ремонту).

Потрібно відмітити, що керівник НАН України Патон Б.Є. у своїй передмові до наукової праці «Надійність і довговічність автодорожніх мостів. Наукові розробки з нормативного регулювання» зазначив: «... Особливої актуальності набувають питання управління експлуатаційною надійністю та довговічністю відповідальних об'єктів шляхом визначення їх технічного стану і залишкового ресурсу та встановлення наукового обґрунтування строків експлуатації...» [9].

Оцінка технічного стану, подовження ресурсу та довговічності автодорожніх мостів є дуже важливим завданням для суспільства. Дослідження мостових конструкцій для визначення їх стану потрібно проводити згідно вимог [10].

Для міста Луцька наразі актуальним завданням є обстеження основних мостів із детальним визначенням їх технічного стану. Після проведення таких

досліджень можна встановлювати залишковий термін служби мостів і приймати рішення про необхідність проведення капітальних ремонтів і в т.ч. ремонтів конструктивних елементів мостів.

Література

1. Шафета П. Дороги стародавнього міста // газ. Радянська Волинь від 1 вересня 1985 р.

2. Левчанівська І. Мій кольоровий Луцьк. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2003. – 60 с.

3. Залевський В. Міст через Стир // газ. Радянська Волинь від 16.08.1977 р.

4. Левчанівська І. Луцьк у 50-х роках ХХ століття на світлинах Ірини Левчанівської. – Луцьк: Вид-во «Волинська обласна друкарня», 2003. – 108 с.

5. ДБН В.2.3-14-2006. Мости і труби. Правила проектування. Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. – К., 2006.

6. ДБН В.1.3-22-2009. Мости і труби. Основні вимоги проектування. Мінрегіонбуд України. – К., 2009.

7. EN 1990:2002 Eurocode – Basis of structural design. European Committee for Standardization. Brussels: 2003.

8. Лантух-Лященко А.І / Лантух-Лященко А.І. // Транспортна Академія України: 20 років (1992 – 2012): зб. наук. праць. – К.: НТУ, 2012. – С. 39 – 59.

9. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин // Зб. наук. праць; наук. керівник – академік НАН України Б.Є.Патон. – К.: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2006.

10. ДБН В.2.3-6-2009. Мости та труби. Обстеження і випробування: – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.

ANNOTATION

This article is about bridges that existed in the past and currently used by residents and guests in Lutsk. – Il. 14. – Bibliogr.: 11 titles.

Keywords: Lutsk, Styr, bridge, overpass, repair of bridges, reliability, longevity.

АННОТАЦИЯ

В статье подан обзор архивных документов о мостах г. Луцка в прошлом и их современном техническом состояние и проблематике. – Ил. 14. – Библиогр.: 11 названий.

Ключевые слова: Луцк, Стырь, мост, путепровод, ремонт мостов, надежность, долговечность.

УДК 624.01

д.т.н., проф. Бабич Є.М., Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
к.т.н. Андрійчук О.В., Ужегов С.О., Ясюк І.М., Шмігель Р.В., Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Дорожньо-транспортні споруди є важливими конструктивними елементами автомобільних доріг. Основний матеріал із якого їх виготовляють – залізобетон. Під час експлуатації вони сприймають ударні, динамічні та температурні впливи. Через це використання залізобетону та умови його роботи в конструкціях ставить завдання пошуку способів підвищення тріщиностійкості, ударної міцності, морозостійкості та інших характеристик, які в свою чергу, залежать від міцності матеріалу на розтяг. Одним із рішень в цьому напрямку є застосування бетону з додаванням армуючих елементів у вигляді коротких сталевих відрізків (фібр).

У статті проаналізовано доцільність застосування сталефібробетону для виготовлення дорожньо-транспортних споруд, а також його переваги в порівнянні з класичним армуванням.

Ключові слова: *дорожньо-транспортні споруди, сталефібробетон, сталева фібра, труба, лоток, тюбінг, підпірна стінка.*

Автомобільна дорога – частина території призначена для руху транспортних засобів і пішоходів, з усіма розташованими на ній спорудами (мостами, шляхопроводами, естакадами, надземними і підземними пішохідними переходами) та засобами організації дорожнього руху, і обмежена по ширині зовнішнім краєм тротуарів чи краєм смуги відводу, яка забезпечує внутрішньодержавні та міжнародні перевезення пасажирів і вантажів, з'єднує населені пункти та окремі об'єкти і є складовою частиною єдиної транспортної системи держави.

Можна вважати, що автомобільна дорога – це складний інженерно-технічний комплекс, для функціонування якого мають бути створені відповідні умови і до складу якого входять не лише земляне полотно та дорожній одяг, а й значна кількість дорожньо-транспорних споруд (ДТС), що мають задане функціональне призначення. В Україні мережа автомобільних шляхів загального користування включає 169,5 тис. км доріг, а про існуючу кількість влаштованих ДТС на цих дорогах інформацію знайти дуже важко.

Дорожньо-транспортні споруди можуть бути як типовими, та і індивідуального проектування, залежно від реальних грунтово-геологічних, гідрологічних та топографічних даних, з врахуванням особливості місцевості та інфраструктури. До них можна віднести: водовідвідні лотки та труби, мости та віадуки, тунелі, підпірні стінки, галереї, балкони, тюбінги, прямокутні труби для перегону худоби та ін. (рис. 1 і рис. 2). Вони є дуже відповідальним елементами дороги. Їхня вартість на рівнинних дорогах складає до 10 % вартості всієї дороги, а на а/д в гірській місцевості вартість дорожньо-транспортних споруд може сягати 30 % і більше від загальної вартості будівництва.

Головними складовими впливу на ДТС є: рух транспорту, що створює значні динамічні та вібраційні коливання; власна вага конструкцій та агресивний вплив зовнішнього середовища.

Рис. 1. Лотки для придорожнього водовідведення

Варто відмітити, що перспективна інтенсивність руху на дорогах І-а та І-б категорії приймається в розрахунках понад 10000 транспортних засобів на добу. Пропускна здатність окремих а/д України навіть перевищує ці стандарти – зокрема дорога Київ-Бориспіль має пропускну здатність 40 тис. авт/добу. Величезні потоки транспорту проходять через січення доріг такого класу і створюють значні динамічно-вібраційні коливання, що діють на ДТС.

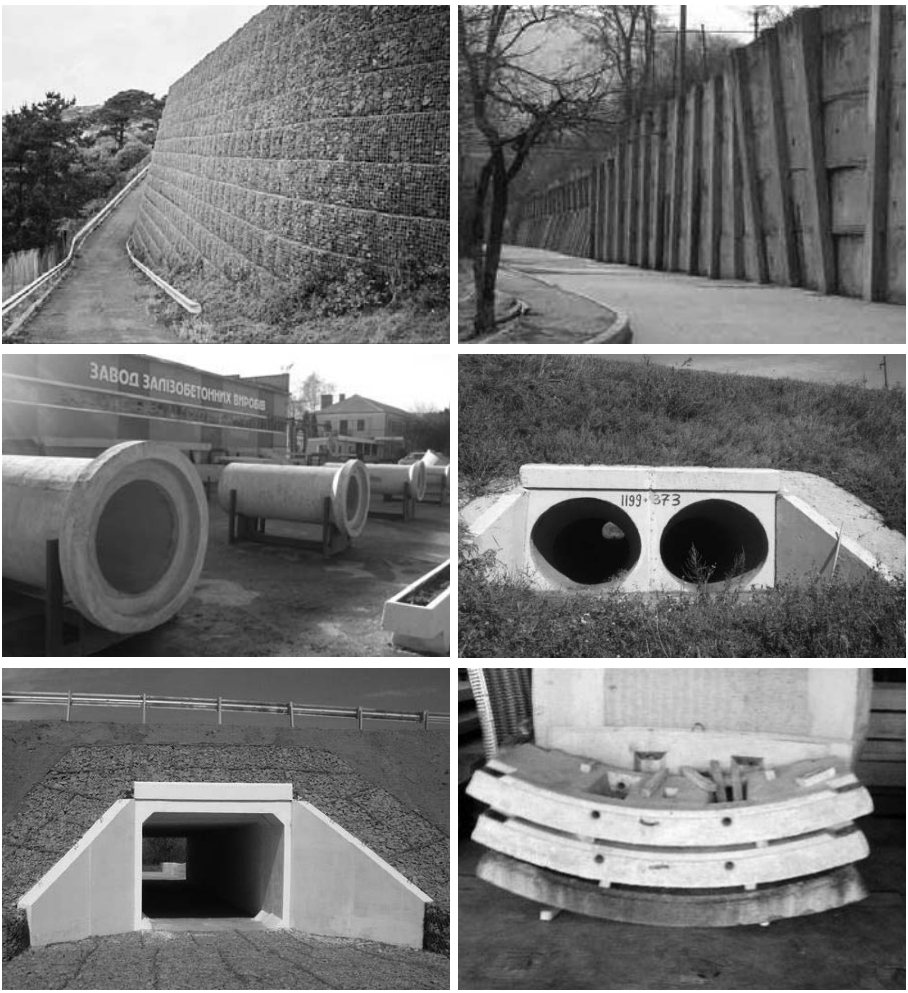


Рис. 2. Дорожньо-транспортні споруди:
1, 2 – підпірні стінки вздовж автомобільної дороги; 3 – кільцеві труби;
4 – двовічкова труба в земляному насипі;
5 – прямокутна труба для перегону худоби; 6 – тюбінги

Сьогодні основними матеріалами з якого виготовляють дорожньо-транспортні споруди є бетон та залізобетон. Під впливом транспортних засобів та погодно-кліматичних факторів на поверхні дорожньо-транспортних споруд в процесі експлуатації відбувається руйнування, що призводить до утворення тріщин, вибоїн, вилущування бетону, руйнування захисного шару бетону та ін.

Більшість дорожньо-транспортних споруд відноситься до конструктивних елементів, що сприймають ударні, динамічні та температурні впливи, в яких напрямок головних розтягуючих зусиль та утворення пластичних шарнірів є невідомим або може мінятися під час експлуатації. Через це використання залізобетону та умови його роботи в конструкціях ставить завдання пошуку способів підвищення тріщиностійкості, ударної міцності, морозостійкості та інших характеристик, які в свою чергу, залежать від міцності матеріалу на розтяг.

Одним із рішень в цьому напрямку є застосування в конструкціях дорожньо-транспортних споруд бетону з додаванням армуючих елементів у вигляді коротких сталевих відрізків. Комбінування жорстких – і через це зі значними резервами міцності – волокон (фібр) з матрицею (бетоном) дозволяє локалізувати небезпеку, пов'язану з крихким руйнуванням матриці та реалізувати таким чином основні властивості фібр: велику потенціальну міцність на розтяг та підвищений модуль пружності.

Не зважаючи на ряд якісних переваг, сталефібробетон є ще порівняно новим та не повністю вивченим матеріалом. Так, практично не досліджений вплив повторних навантажень на дорожньо-транспортні споруди із СФБ. Повторні змінні навантаження не тільки кількісно, але й якісно змінюють напружено-деформований стан конструкцій. У процесі повторних навантажень виникають суттєві зміни фізико-механічних властивостей, що безпосередньо відображаються на міцності, деформативності та процесі тріщиноутворення.

Сталефібробетон – це композитний матеріал, що складається з матриці – дрібнозернистого бетону та хаотично розташованих у ній коротких відрізків сталевого дроту довжиною 30...50 мм – фібр. Як матрицю найчастіше застосовують бетон із дрібнозернистою структурою густиною не менше 1800 кг/м^3 на основі цементного в'яжучого, який відрізняється від звичайних бетонів відсутністю крупного заповнювача, для більшої однорідність його структури.

При виготовлення дорожньо-транспортних споруд із сталефібробетонних конструкцій слід використовувати бетони таких класів і марок:

- клас бетону за міцністю на стиск:

C16/20; C20/25; C25/30; C30/35; C32/40; C35/45; C40/50; C45/55; C50/60;

- марки бетону за морозостійкістю та водонепроникністю встановлюється в залежності від умов роботи конструкції згідно таблиці 4.1(а) ДБН В.2.6-98.

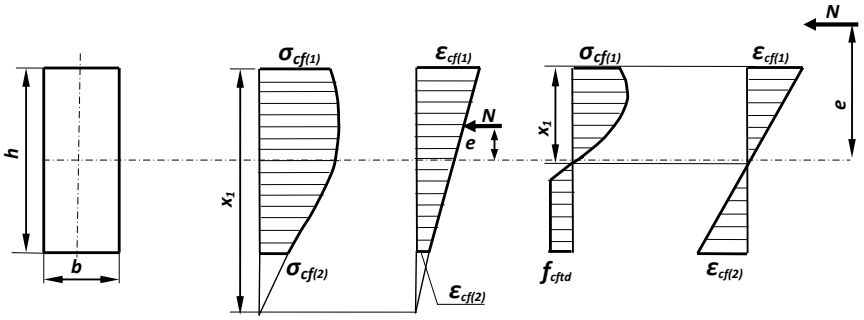
Для замонолічування стиків елементів збірних СФБ конструкцій необхідно приймати бетон класу і марок не менше ніж бетон елементів, що об'єднуються.

Мінімальний опір розтягу фібри f_{fk} для сталефібробетону повинен бути не менше 800 МПа, а модуль пружності всіх видів фібри E_f приймається

190000 МПа. Довжина фібри повинна перевищувати щонайменше в чотири рази найбільший розмір крупного заповнювача.

Коефіцієнт фібрового армування за об'ємом рекомендується приймати у межах $0{,}005 < \mu_{fv} < 0{,}018$ для конструкцій, що працюють на розтяг, згин і стиск. Допускається при економічному обґрунтуванні приймати $\mu_{fv} > 0{,}018$ для конструкцій, що підлягають ударним, стираючим, температурним впливам, або при пред'явленні до конструкцій підвищених вимог до тріщиностійкості, але не більше 0,02.

Значне різноманіття конструктивних елементів в дорожньо-транспортних спорудах мають прямокутний переріз. Для оцінки напружено-деформованого стану такого розрахункового перерізу використовується деформаційний метод (рис. 3).



а - поперечний переріз елемента;
б - епюра напружень та деформацій при 1-й формі рівноваги;
в - епюра напружень та деформацій при 2-й формі рівноваги;
Рис. 3. Напружено - деформований стан прямокутного перерізу сталефібробетонного елемента

В Україні розроблено "Настанову з проектування та виготовлення сталефібробетонних конструкцій" [1], яка розповсюджується на проектування сталефібробетонних конструкцій будівель і споруд різного призначення, котрі виконуються з важкого та дрібнозернистого бетону, армованого сталевими волокнами. Стандарт встановлює вимоги до проектування та виготовлення сталефібробетонних конструкцій без попередньо напруженої арматури, котрі експлуатуються при статичному навантаженні у середовищі з неагресивним ступенем впливу і в кліматичних умовах України. Але нормами не передбачено розроблення каталогу номенклатури композиційних матеріалів, не передбачається виготовлення конструкцій і виробів з використанням інших

видів волокон (базальтових, скляних, синтетичних) для будівель і споруд промислового, цивільного та житлового призначення.

Під час проектування ДТС зусилля, напруження і деформації від зовнішніх навантажень та впливів оточуючого середовища в СФБ та комбіновано армованих конструкціях та в системах споруд слід визначати за загальними правилами будівельної механіки з урахуванням фізичної та геометричної нелінійності роботи конструкції у системі. А в статично невизначених конструкціях необхідно враховувати перерозподіл зусиль в елементах системи внаслідок нелінійних деформацій СФБ і арматури та процесів тріщиноутворення за граничним станом, що розглядається.

Надійність ДТС із СФБ при проектуванні забезпечується розрахунками шляхом застосуванням розрахункових значень навантажень і впливів, розрахункових значень характеристик матеріалів, що визначаються за допомогою часткових коефіцієнтів надійності. Характеристичні значення навантажень і впливів, коефіцієнтів сполучень, коефіцієнтів надійності за навантаженнями приймають згідно з ДБН В.1.2-2, а коефіцієнти відповідальності відповідно до ДБН В.2.2-14.

Розрахунок СФБ конструкцій слід виконувати на базі розрахункових ситуацій, які характеризуються розрахунковою схемою (моделлю) конструкції та відповідними до ситуації сполучення навантажень і впливів, включаючи вплив навколишнього середовища і з використанням діаграм стану (деформування) СФБ, БФБ (*базальто*-) і арматури, які встановлюють зв'язок між нормальними напруженнями та відносними поздовжніми деформаціями у разі короткочасного або тривалого одноразового осьового стиску (розтягу).

Розрахунок елементів СФБ конструкцій слід виконувати на дію згинальних моментів, поздовжніх і поперечних сил, крутних моментів, а також на вплив місцевого навантаження (місцевий стиск, продавлювання).

Варто відмітити, що в Луцькому НТУ були проведені дослідження безнапірних дисперсно армованих труб кільцевого перерізу на дію одноразових і повторних навантажень різних рівнів (рис. 3). Повторні малоциклові навантаження задавалися різних експлуатаційних рівнів – 0,5, 0,7 і 0,85 від руйнівних. Під час дослідження елементів кільцевого перерізу (зменшеної стендової моделі безнапірної труби) зі сталефібробетону встановлено, що сталефібробетонні елементи з коефіцієнтом армування $\mu = 1,5$ % мають таку ж міцність, як і елементи із звичайного залізобетону за типовим армуванням та майже в два рази більшу тріщиностійкість [2, 3].

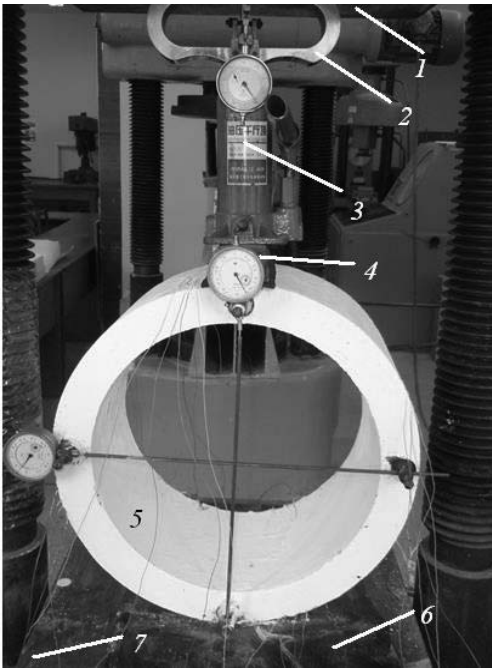


Рис. 3. Загальний вигляд випробування елементів кільцевого перерізу:
1 – верхня опорна плита пресу ПСУ-125;
2 – зразковий динамометр;
3 – домкрат;
4 – металева траверса;
5 – дослідний зразок кільцевого перерізу;
6 – гумовий килим;
7 – нижня опорна плита пресу ПСУ-125

На сьогодні дослідження лотків з СФБ від дії одноразових навантажень проведені в Росії – в "Алтайском ГТУ". Схема стендових випробувань, що була використана під час проведення досліджень лотків подана на рис. 4.

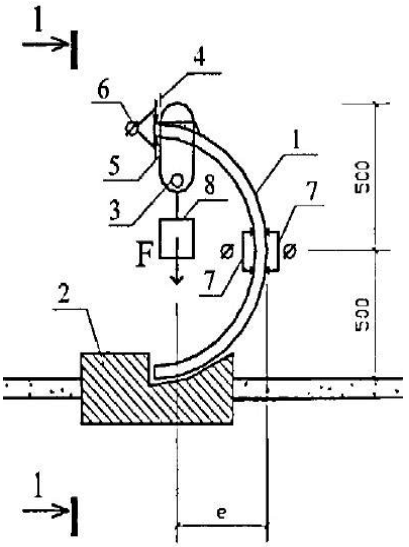


Рис. 4. Схема дослідження сталефібробетонного лотка:
1 – сталефібробетонний елемент лотка;
2 – жорстка основа; 3 – нижня траверса;
4 – верхня траверса; 5 – тяги;
6 – прогиномір Максимова;
7 – тензометри Гугенбергера; 8 – вантажі

Лотки досліджуються на спеціальному стенді в положенні "на боці" з вертикальною передачею навантаження. Така схема забезпечую виникнення максимального згинального моменту в січенні 1-1, що відповідає роботі лотків водовідведення в натурних умовах. Навантаження прикладається до зовнішньої грані елемента лотка у вигляді рівномірно розподіленої смуги за допомогою систем траверс і тяг (рис. 4).

Дослідження сталефібробетонних придорожніх лотків для водовідведення проводилися лише при дії одноразових навантажень. Актуальність та доцільність проведення досліджень під дією повторних навантажень обґрунтована в [4]. Такі дослідження лотків із сталефібробетону в даний момент проводяться в Луцькому НТУ. Дослідження проводяться з застосуванням планованого експерименту – для зменшення різноманітності параметрів зразків, та з застосуванням комп'ютерного моделювання (ПК Ліра).

Варто відмітити, що в даний час на базі Луцького НТУ проводяться дослідження тюбінгів виготовлених із сталефібробетону на дію одноразових і повторних навантажень різних рівнів.

Для забезпечення вимог експлуатаційної придатності сталефібробетонних дорожньо-транспортних споруд та їх конструкції повинні мати такі початкові властивості, щоб з належним ступенем надійності для різних розрахункових впливів не утворювалися або надмірно розкривалися тріщини, а також не виникали надмірні переміщення, коливання та інші пошкодження, які ускладнюють нормальну експлуатацію. А для забезпечення вимог довговічності дорожньо-транспортних споруд із сталефібробетону та їх конструкції повинні мати такі початкові властивості, за яких у встановлений термін експлуатації задовольняє вимогам з безпеки та експлуатаційної придатності з урахуванням впливу на геометричні характеристики конструкцій та механічні властивості матеріалів різних розрахункових впливів (тривала дія навантаження, несприятливі кліматичні, технологічні, впливи зміни температури та вологості, змінне заморожування та відтавання).

Висновки. 1. Сталефібробетон, як ефективний матеріал доцільно використовувати для виготовлення дорожньо-транспортних споруд вцілому, або їх окремих конструктивних елементів зокрема.

2. Застосування сталефібробетонних конструкцій взамін типових залізобетонних дозволяє (після детального обґрунтування) знизити матеріалоємність конструкції і як наслідок їх вагу, знизити затрати праці під час їхнього виготовлення, та значно підвищити довговічність конструкції.

3. З огляду на вищенаведене – проведення стендових дослідження дорожньо-транспортних споруд та їх конструктивних елементів із сталефібробетону на різного роду навантаження є актуальною задачею.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталефібробетонних конструкцій. – К., Мінрегіонбуд України, 2009. – 46 с.
2. Андрійчук О.В. Сталефібробетонні безнапірні труби / О.В. Андрійчук, Є.М. Бабич // Монографія. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2012. – 150 с.
3. Бабич Є.М. Проектування та виготовлення безнапірних труб із сталефібробетону / Є.М. Бабич, О.В. Андрійчук // Рекомендації. – Луцьк: Луцький НТУ, 2012. – 32 с.
4. Андрійчук О.В. Виготовлення придорожніх лотків водовідводу із сталефібробетону / Андрійчук О.В., Ясюк І.М. // Наукові нотатки: Збірник наукових праць – Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – Випуск 45. – С. 7 – 14.

АННОТАЦИЯ

Дорожно-транспортные сооружения являются важными конструктивными элементами автомобильных дорог. Основной материал из которого их изготовляют – железобетон. Во время эксплуатации они воспринимают ударные, динамические и температурные влияния. Через это использование железобетона и условия его работы в конструкциях ставит задание поиска способов повышения трещиноустойчивости, ударной прочности, морозоустойчивости и других характеристик, которые в свою очередь, зависят от прочности материала на растяжение.

В статье описана целесообразность применения сталефибробетона для изготовления дорожно-транспортных сооружений, а также его преимущества по сравнению с классическим армированием**.**

Ключевые слова: дорожно-транспортные сооружение, сталефибро-бетон, стальная фибра, труба, лоток, тюбинг, подпорная стенка.

ANNOTATION

In the article described expediency application of steel-fibre-concrete for making of road-transportation building, and also his advantage as compared to classic reenforcement.

Keywords: Road-transportation building, steel-fibre-concrete, steel fibre, pipe, chamfer, tubing, retaining wall

УДК 539.3

к. ф.-м. н., доцент Бернакевич І.Є., Вагін П.П.,
Львівський національний технічний університет імені Івана Франка,
Ужегов С.О.,
Луцький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД НА ОСНОВІ УТОЧНЕНИХ ТЕОРІЙ ОБОЛОНОК

Розглядається задача визначення напруженого стану оболонкових будівельних конструкцій на основі уточненої теорії оболонок, з врахуванням деформацій зсуву та стиснення. Наведено розрахунок напружень в баштах, що мають катеноїдну форму.

Ключові слова: *напруження, напружено-деформований стан, розрахунок, оболонка, поверхня*

Вступ. Проектування елементів будівельних конструкцій передбачає розв'язування задач визначення напружено-деформованого стану (НДС) оболонок, які можуть мати різноманітну геометричну форму і складну фізико-механічну структуру, а також знаходитися під дією нерівномірних силових навантажень. В роботі для визначення НДС використана уточнена теорія оболонок, яка дозволяє розглядати широко розповсюджені в будівництві башт оболонки складної геометрії. Основна особливість застосованого у даній роботі підходу полягає у напівдискретизації вихідної задачі теорії пружності за просторовою змінною, яка визначається нормаллю до серединної поверхні, з метою приведення тривимірної задачі аналізу процесів в пружних тілах до адекватних двовимірних задач, сформульованих на серединній поверхні цього тіла.

Основні припущення та геометричні характеристики оболонки. Розглянемо оболонку сталої товщини $h=\text{const}$, яка займає обмежену область V з межею S. Позначимо одиничний вектор зовнішньої нормалі до S через n. Віднесемо серединну поверхню оболонки Ω до криволінійної ортогональної системи координат $\alpha=(\alpha_1,\alpha_2)$ та введемо додатково ортогональну до неї координату α_3 так, що $-h/2\le\alpha_3\le+h/2$. Позначимо через Γ межу серединної поверхні Ω. При введеній параметризації елемент об'єму оболонки $dV=H_1H_2H_3d\alpha_1d\alpha_2d\alpha_3$, де H_i $(i=1,2,3)$ – параметри Ляме, які дорівнюють

$$H_i(\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3)=A_i(1+\alpha_3k_i),\quad i=1,2,\quad H_3(\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3)=1. \tag{1}$$

Тут $A_i=A_i(\alpha_1,\alpha_2)$ і $k_i=k_i(\alpha_1,\alpha_2)$ $(i=1,2)$ – коефіцієнти першої квадратичної форми серединної поверхні оболонки Ω та її головні кривини відповідно.

Нехай оболонка перебуває під дією

- поверхневого навантаження $\hat{\sigma} = \{\hat{\sigma}_i(\alpha)\}_{i=1}^3$, прикладеного до поверхні $S_\sigma = \Omega_+ \cup \Omega_-$;
- поверхневого навантаження $\hat{\tau} = \{\hat{\tau}_t(\alpha,\alpha_3), \hat{\tau}_s(\alpha,\alpha_3), \hat{\tau}_n(\alpha,\alpha_3)\}^T$, заданого на частині Σ_σ поверхні Σ, причому $\Sigma_\sigma = \Gamma_\sigma \times]-h/2, h/2[$, $\Gamma_\sigma \subset \Gamma$;
- масових сил $f(\alpha,\alpha_3) = \{f_i(\alpha,\alpha_3)\}_{i=1}^3$ в області V, де $\hat{\tau}_t, \hat{\tau}_s, \hat{\tau}_n$ – нормальна, дотична та перерізуюча складові прикладеного до Σ_σ поверхневого навантаження (тут t, s, n – орти правої трійки криволінійних координат).

На решті бічної поверхні $\Sigma_u = \Sigma \setminus \Sigma_\sigma$ задано переміщення $u|_{\Sigma_u} = \{u_i^g\}_{i=1}^6$.

Апроксимація переміщень. Процес деформування оболонки в розглядуваній системі координат характеризується трьома проекціями U_1, U_2, U_3 вектора повного переміщення точки в напрямках, дотичних до координатних ліній α_1, α_2, α_3 в цій точці. З огляду на малу порівняно з іншими характерними розмірами оболонки товщину h, обмежимось при описі переміщень точок оболонки лише лінійними складовими ряду Тейлора в околі значень $\alpha_3 = 0$. Тоді

$$U_i(\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3) = u_i(\alpha_1,\alpha_2) + \alpha_3\gamma_i(\alpha_1,\alpha_2). \qquad (2)$$

Тут $u_i(\alpha_1,\alpha_2)$ $(i=1,2,3)$ описують переміщення точок серединної поверхні Ω оболонки, оскільки $u_i(\alpha_1,\alpha_2) = U_i(\alpha_1,\alpha_2,0)$, а $\gamma_i(\alpha_1,\alpha_2) = \dfrac{\partial U_i(\alpha_1,\alpha_2,0)}{\partial\alpha_3}$ $(i=1,2,3)$ характеризують залишкові члени ряду Тейлора і визначають кут повороту нормалі незалежно від компонент вектора переміщень точок серединної поверхні. Оскільки $\gamma_3(\alpha_1,\alpha_2) \neq 0$, то апроксимація (2) припускає зміну довжини елемента нормалі при деформуванні.

Зі співвідношення (2), яке відповідає кінематичній гіпотезі теорії оболонок типу Тимошенка, випливає, що вектор переміщень довільної точки оболонки повністю визначається компонентами вектора переміщень $u_i(\alpha_1,\alpha_2)$ $(i=1,2,3)$ та вектора кутів повороту $\gamma = \{\gamma_i(\alpha_1,\alpha_2)\}_{i=1}^3$ нормалі до серединної поверхні оболонки.

Деформація оболонки. Компоненти тензора лінійних деформацій E_{ij} $(i,j=1,2,3)$ довільної точки оболонки визначаються через компоненти деформації серединної поверхні за допомогою співвідношень [1,2]

$$E_{ii} = \frac{e_{ii} + \alpha_3\kappa_{ii}}{1+\alpha_3 k_i}, \quad E_{i3} = \frac{2e_{i3} + \alpha_3 2\kappa_{i3}}{1+\alpha_3 k_i}, \qquad i = 1,2,$$
$$E_{33} = e_{33}, \qquad E_{12} = \frac{2e_{12} + \alpha_3 2\kappa_{12}}{(1+\alpha_3 k_1)(1+\alpha_3 k_2)}, \qquad (3)$$

де $\{e_{ij}(u)\}$ та $\{\kappa_{ij}(u)\}$ – тангенціальні та згинні компоненти тензора деформацій, які визначаються наступним чином:

$$
\begin{aligned}
&e_{ii}=\frac{\partial_i u_i}{A_i}+\frac{\partial_{3-i}A_i}{A_iA_{3-i}}u_{3-i}+u_3k_i,\quad 2e_{i3}=\gamma_i+\frac{\partial_i u_3}{A_i}-k_iu_i,\quad i=1,2,\\
&e_{33}=\gamma_3,\quad 2e_{12}=\frac{A_1}{A_2}\partial_2\frac{u_1}{A_1}+\frac{A_2}{A_1}\partial_1\frac{u_2}{A_2},\\
&\kappa_{ii}=\frac{\partial_i\gamma_i}{A_i}+\frac{\partial_{3-i}A_i}{A_iA_{3-i}}\gamma_{3-i}+\gamma_3k_i,\quad 2\kappa_{i3}=\frac{\partial_i\gamma_3}{A_i},\quad i=1,2,\\
&2\kappa_{12}=\frac{k_1}{A_2}\partial_2u_1-\frac{k_2\partial_2A_1}{A_1A_2}u_1+\frac{k_2}{A_1}\partial_1u_2-\\
&-\frac{k_1\partial_1A_2}{A_1A_2}u_2+\frac{A_1}{A_2}\partial_2\frac{\gamma_1}{A_1}+\frac{A_2}{A_1}\partial_1\frac{\gamma_2}{A_2}.
\end{aligned}
\tag{4}
$$

У співвідношеннях (4) та далі введені позначення $\partial_i=\dfrac{\partial}{\partial\alpha_i}\ (i=1,2,3)$.

Описані вище компоненти можна об'єднати у вектор компонент тензора лінійної деформації $e=\{e_i\}_{i=1}^{11}=\{e_{11},e_{22},e_{33},e_{12},e_{13},e_{23},\kappa_{11},\kappa_{22},\kappa_{12},\kappa_{13},\kappa_{23}\}^T$.

Рівняння рівноваги оболонки та крайові умови. В термінах зусиль і моментів система рівнянь рівноваги оболонок, податливих до зсуву та стиснення, має вигляд [1,2]:

$$
\begin{aligned}
&\partial_1(N_{11}A_2)-N_{22}\partial_1A_2+S\partial_2A_1+\frac{1}{2}\partial_2(Hk_1A_1)+\\
&+\frac{1}{2}Hk_2\partial_2A_1+k_1A_1A_2N_{13}+A_1\partial_2S=-P_1A_1A_2,\\
&\partial_2(N_{22}A_1)-N_{11}\partial_2A_1+S\partial_1A_2+\frac{1}{2}\partial_1(Hk_2A_2)+\\
&+\frac{1}{2}Hk_1\partial_1A_2+k_2A_1A_2N_{23}+A_2\partial_1S=-P_2A_1A_2,\\
&\partial_1(N_{13}A_2)+\partial_2(N_{23}A_1)-A_1A_2(N_{11}k_1+N_{22}k_2)=-P_3A_1A_2,\\
&\partial_1(M_{11}A_2)-M_{22}\partial_1A_2+H\partial_2A_1-A_1A_2N_{13}+A_1\partial_2H=-A_1A_2m_1,\\
&\partial_2(M_{22}A_1)-M_{11}\partial_2A_1+H\partial_1A_2-A_1A_2N_{23}+A_2\partial_1H=-A_1A_2m_2,\\
&\partial_1(M_{13}A_2)+\partial_2(M_{23}A_1)-A_1A_2(N_{33}+M_{11}k_1+M_{22}k_2)=-A_1A_2m_3.
\end{aligned}
\tag{5}
$$

Статичні крайові умови на частині контуру серединної поверхні Γ_σ ($\Gamma_\sigma\subset\Gamma$):

$$
\begin{aligned}
&N_t=N_{11}\cos^2\theta+N_{22}\sin^2\theta+\frac{1}{2}S\sin2\theta+\frac{1}{4}\{(k_1+k_2)H\}\sin2\theta,\\
&N_s=\frac{1}{2}(N_{22}-N_{11})\sin2\theta+S\cos^2\theta-S\sin^2\theta+\frac{1}{2}(k_2\cos^2\theta-k_1\sin^2\theta)H,\\
&N_n=N_{13}\cos\theta+N_{23}\sin\theta,\\
&M_t=M_{11}\cos^2\theta+M_{22}\sin^2\theta+\frac{1}{2}H\sin2\theta,\\
&M_s=\frac{1}{2}(M_{22}-M_{11})\sin2\theta+H\cos^2\theta-H\sin^2\theta,\\
&M_n=M_{13}\cos\theta+M_{23}\sin\theta.
\end{aligned}
\tag{6}
$$

У формулах (6) символом θ позначено кут між нормаллю n до границі області Ω та віссю α_1.

Фізичні співвідношення. Щоб повністю описати процес лінійного деформування ізотропної оболонки, необхідно доповнити систему наведених вище рівнянь співвідношеннями, які пов'язують деформації з внутрішніми зусиллями та моментами:

$$\sigma = Be. \tag{7}$$

Тут B – матриця пружних характеристик матеріалу розмірності 11×11, ненульові компоненти якої рівні:

$$B^{1,1} = B^{2,2} = B^{3,3} = \frac{(1-\nu)Eh}{(1+\nu)(1-2\nu)},$$

$$B^{1,2} = B^{2,1} = B^{1,3} = B^{3,1} = B^{2,3} = B^{3,2} = \frac{\nu Eh}{(1+\nu)(1-2\nu)},$$

$$B^{4,4} = B^{5,5} = B^{6,6} = \frac{Eh}{(1+\nu)}, \qquad B^{7,7} = B^{8,8} = \frac{(1-\nu)Eh^3}{12(1+\nu)(1-2\nu)}, \tag{8}$$

$$B^{7,8} = B^{8,7} = \frac{\nu Eh^3}{12(1+\nu)(1-2\nu)}, \qquad B^{9,9} = B^{10,10} = B^{11,11} = \frac{Eh^3}{12(1+\nu)}.$$

Нижче наведені формули для обчислення напружень в довільній точці оболонки:

$$\sigma_{11} = \frac{1}{h}\left(N_{11} + 12M_{11}\frac{\alpha_3}{h^2}\right), \qquad \sigma_{22} = \frac{1}{h}\left(N_{22} + 12M_{22}\frac{\alpha_3}{h^2}\right),$$

$$\sigma_{33} = \frac{1}{h}\left(N_{33} + 6\nu(M_{11}+M_{22})\frac{\alpha_3}{h^2}\right), \qquad \sigma_{12} = \frac{1}{h}\left(S + 12H\frac{\alpha_3}{h^2}\right), \tag{9}$$

$$\sigma_{13} = \frac{1}{h}\left(N_{13} + 12M_{13}\frac{\alpha_3}{h^2}\right), \qquad \sigma_{23} = \frac{1}{h}\left(N_{23} + 12M_{23}\frac{\alpha_3}{h^2}\right).$$

Чисельний розв'язок. (Дослідження напружено-деформованого стану катеноїда). Розглянемо оболонку, що утворена обертанням лінії $y = R\,ch\frac{z}{a}$ навколо осі Oz при $-H < z < 0$ [3].

Верхня межа оболонки $z = 0$ вільна від навантажень, а нижня – жорстко закріплена. Знайдемо напружений стан оболонки зі сталою товщиною h, який зумовлений власною вагою матеріалу. В цьому випадку можна припустити, що до оболонки прикладено осесиметрично розподілені поверхневі зусилля, які діють у напрямку від'ємної осі Oz, $q = C = h\rho g$, де ρ – густина матеріалу.

Параметричні рівняння розглядуваної оболонки мають вигляд:

$$x(\alpha_1,\alpha_2) = R\cdot\cos\alpha_2\cdot ch\frac{\alpha_1}{a},$$

$$y(\alpha_1,\alpha_2) = R\cdot\sin\alpha_2\cdot ch\frac{\alpha_1}{a},$$

$$z(\alpha_1,\alpha_2) = \alpha_1.$$

Коефіцієнти Ляме і кривини обчислюються за формулами:

$$A_1 = \left(1 + m^2 \cdot sh^2 \alpha_1 / a\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad A_2 = R \cdot ch \frac{\alpha_1}{a},$$

$$k_1 = -\frac{m \cdot ch \alpha_1 / a}{a \cdot \left(1 + m^2 sh^2 \alpha_1 / a\right)^{\frac{3}{2}}}, \qquad k_2 = \frac{1}{R \cdot ch \alpha_1 / a \cdot \left(1 + m^2 \cdot sh^2 \alpha_1 / a\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

Відзначимо, що катеноїд деформується під дією осьового навантаження q, яке в локальній системі координат $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ розкладається на компоненти в напрямку нормалі та дотичної до поверхні оболонки:

$$P_1 = q \frac{1}{\left(1 + m^2 \cdot sh^2 \alpha_1 / a\right)^{\frac{1}{2}}},$$

$$P_3 = -q \frac{m \cdot sh \alpha_1 / a}{\left(1 + m^2 \cdot sh^2 \alpha_1 / a\right)^{\frac{1}{2}}}, \quad m = \frac{R}{a}$$

Розрахунок проведений при $H / R = 30$, модулі Юнга $E = 0{,}7 \cdot 10^6$ кГ/см^2, коефіцієнті Пуассона $\nu = 0{,}3$, товщині оболонки $h / R = 0{,}1$.

Параметр a вибирався так, щоби на закріпленій межі радіус оболонки R_n дорівнював $R_n / R = 1{,}5; 2; 2{,}5; 3$. При цьому значення параметру a будуть: 31,1713; 22,7798; 19,1473; 17.0189.

Задача розв'язувалася методом скінченних елементів з використанням біквадратичних ізопараметричних апроксимацій серендипового типу [4].

На рис.1 наведено розраховані напруження в оболонці при $R_n / R = 1{,}5$. Кривим 1 тут відповідають відносні напруження σ_1 / C і 2 – напруження σ_2 / C, при цьому суцільними лініями зображено напруження на зовнішній поверхні катеноїда, а штриховими – на внутрішній.

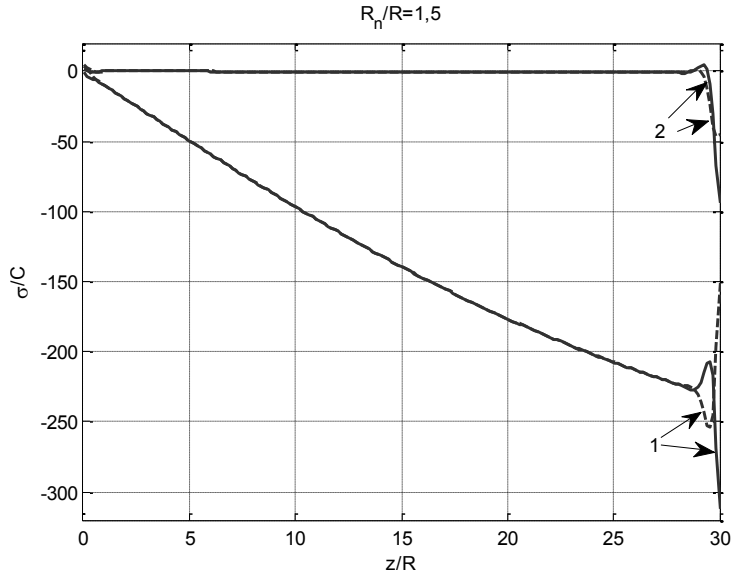


Рис. 1. Напруження в оболонці при $R_n / R = 1,5$

Аналогічні результати для $R_n / R = 2;\ 2,5;3$ наведено на рис. 2, 3, 4.

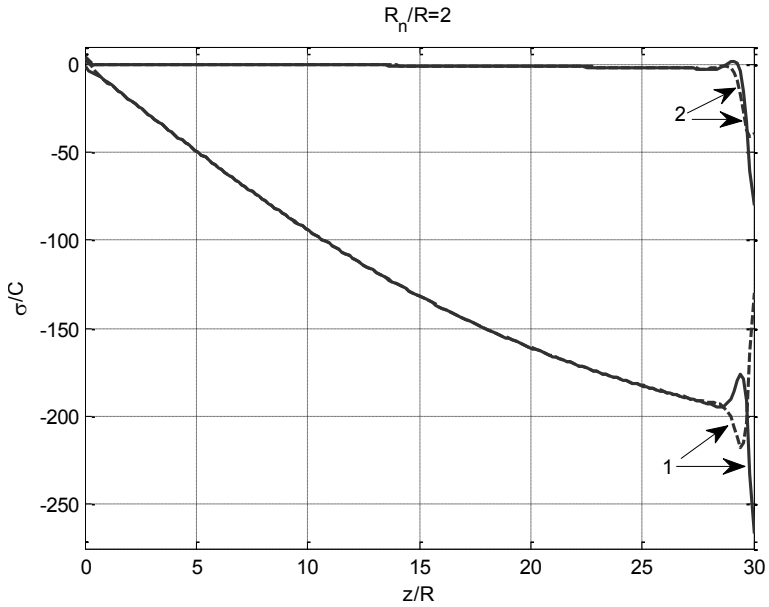


Рис.2.Напруження в оболонці при $R_n / R = 2$

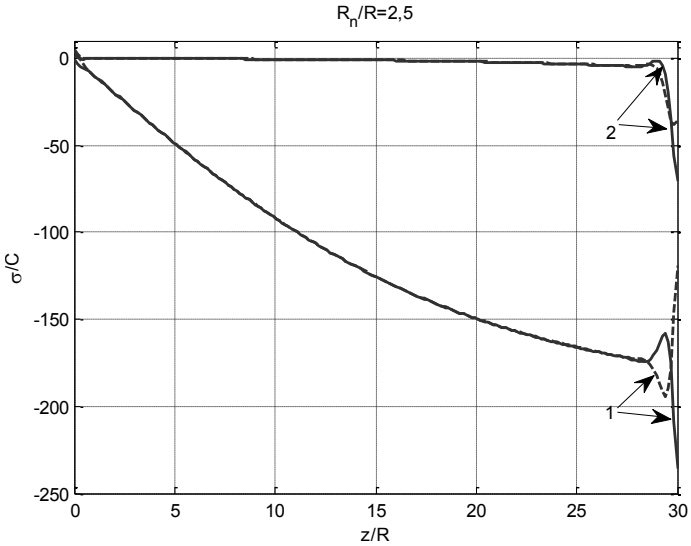


Рис.3. Напруження в оболонці при $R_n / R = 2,5$

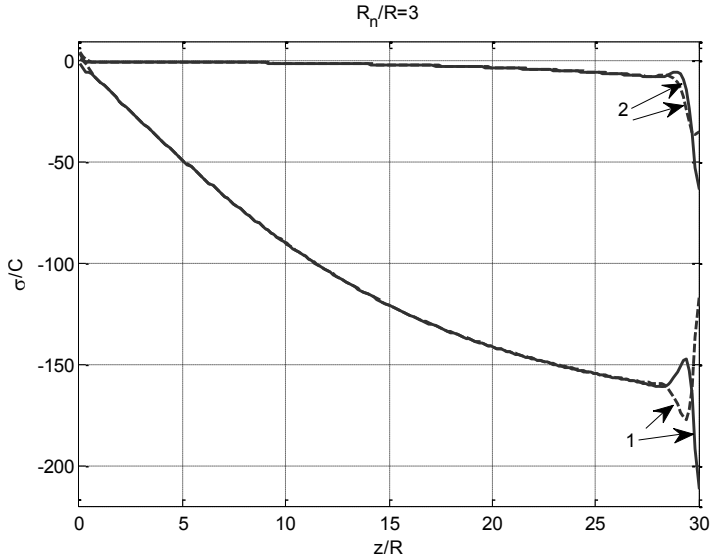


Рис.4. Напруження в оболонці при $R_n / R = 3$

На основі наведених на рисунках даних можна зробити наступні висновки:

напруження σ_2, які діють у кільцевому напрямку є невисокі в порівнянні з осьовими напруженнями σ_1;
напруження σ_1 є максимальними на закріпленій межі на зовнішній поверхні, причому вони зростають при зменшенні радіуса нижньої межі оболонки.

Список використаних джерел

1. Bernakevych I.E., Vahin P.P., Shot I.Ya. A study of the stable equilibrium of thin shells compliant to shear and compression // Journal of Mathematical Sciences. – 2012. – 181, № 4. – P. 497–505
2. Вагін П. П., Іванова Н. В., Шинкаренко Г. А. Постановка, розв'язуваність та апроксимація варіаційних задач статики зсувних оболонок // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 1999. – 42, № 2. – С. 53-61.
3. Григоренко Я. М., Мукоед А. П. Решение нелинейных задач теории оболочек на ЭВМ. - Киев: - Вища школа. Головное изд-во, 1983. - 286 с.
4. Савула Я. Г., Шинкаренко Г. А., Вовк В. М. Некоторые приложения метода конечных элементов. – Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1981. – 88 с.
5. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. - М.: Стройиздат, 1982. - 447 с.

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрена задача определения напряженного состояния оболоночных строительных конструкций на основании уточненной теории оболочек, с учетом деформаций сдвига и сжатия. Приведен расчет напряжений в башнях катеноидной формы.

Ключевые слова: напряжения, напруженно-деформированное состояние, расчет, оболочка, поверхность.

ANNOTATION

The following paper considers process of geometric and linear deformation of walls which are amenable to shift and compression. Key equations of the regarded ask are recorded.

Numerical solutions, received by means of consummated elements, are given. Comparison of solutions within the theory regarded in the paper is conducted, involving numerical solutions within the limits of penta-modal theory of shells, type Tymoshenko-Midline and Kirhoff-Lyav.

Keywords: tension, stress-strain state, calculation, shell, surface.

УДК 711.1

Боборикін О.С.,
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури, м. Київ

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПРИРІЧКОВИХ НАБЕРЕЖНИХ (ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД)

Анотація. У статті розглядається сучасний зарубіжний досвід проектування та влаштування міських набережних, визначаються характерні ознаки в архітектурному вирішенні набережних, що дозволяє встановити основні тенденції їх розвитку.

***Ключові слова**: набережні, архітектура набережних , тенденції розвитку набережних.*

Міжнародний досвід будівництва й утворення прирічкових вулиць та магістралей свідчить, що вони є результатом організаційних шляхів розвитку та благоустрою міст. Відомі історичні набережні Європи ставали структурною частиною містобудівного утворення завдяки активному функціонуванню водного простору: в різні епохи ріка мала різні пріоритетні функції, такі як захист, транспортування товарів, розташування майстерень, які потребували проточну воду, портів, місце відпочинку городян.

Рис.1 Провідні набережні європейських столиць

Європейські набережні вже давно є візитівками своїх міст. Наприклад набережні ріки Сени в Парижі, з яких відкриваються чудові краєвиди великого міста. (Рис.1.1) Ця ріка перестала відігравати роль єдиної вантажної артерії Парижу у середині XIX століття у зв'язку з розвитком залізничної мережі; береги ріки почали обличковувати бутовим каменем і розчищати, крім того всесвітні виставки потребували впорядкування всієї берегової смуги. Набережні Сени, у місці широкого розливу ріки, виконані як прогулянкові алеї із численними сходами до води й причалами для річкових судів.

Російський Санкт-Петербург неможливо уявити без високих кам'яних набережних. Вони стали своєрідним п'єдесталом для будинків, які немов виростають із гранітних берегів Неви. (Рис.1.2) Ці знамениті набережні з'явилися у XVIII столітті при будівництві Петербурга. Їх підпірні стінки були обличковані гранітним каменем. Причали являли собою споруди, об'ємно-планувальні вирішення яких були тісно пов'язані з оточуючою забудовою.[3,стор.1]

Угорський Будапешт — місто, що формувалося дуже інтенсивно, перетворившись за 150 років в одну із найкрасивіших столиць миру, у тому числі завдяки знаменитим набережним. (Рис.1.3) Буда й Пешт, частини угорської столиці ,обидві обличчям звернені вбік Дунаю. В 1838 р., після великої повені, берега самої довгої ріки Центральної Європи, зміцнили захисними дамбами. Набережні Дунаю були побудовані як двоповерхова система, над ними височіють розкішні будинки. Коли рівень води в ріці значно піднімається, вода й сьогодні часто заливає нижній рівень.

Сучасні тенденції влаштування набережних стосуються як екологічних питань архітектурного простору міст, що стало провідним завданням суспільства з другої половини XX ст., так і питань реконструкції територій уздовж акваторій та формування архітектурно-просторової організації набережних, що можна прослідити аналізуючи сучасні проекти, конкурсні роботи та міжнародні приклади реалізованих набережних.

Набережні — одне з актуальних об'єктів проектування архітекторів у всьому світі, адже новітні ідеї з архітектури є запорукою прогресу в розвитку набережних вулиць. У багатьох європейських містах набережні історично використовувалися під промислову функцію, в першу чергу для розміщення портів. З розвитком міст ці території перетворилися з околичних в центральні, тому згодом назріла необхідність їх реконструкції. В більшості міжнародних прикладів домінуючу роль при реалізації проектів реконструкції бере на себе міська влада, яка пропонує загальну ідею і очолює процес розробки концепції. Після затвердження концепції територія поділяється на більш дрібні ділянки по кілька гектарів, які передаються інвесторам для освоєння разом з регламентами використання даних ділянок, таким чином міська влада прагне максимально ефективно використовувати території вздовж берегу. На сьогоднішній день міжнародна практика реконструкції набережних територій призвела до модернізації великої частини депресивних промислових територій, що розташовувалися на набережних. Після процесу реконструкції на них розмістилися житлові, суспільно-ділові та торгові будівлі, культурно-розважальні центри. При цьому щоб залучити потенційних інвесторів для розвитку цих територій, держави найчастіше пропонують їм різні податкові

преференції на час реалізації проектів. Подібним прикладом проектних рішень європейських набережних можуть служити діловий центр Dockland в Лондоні на березі Темзи; житловий комплекс RiverLofts в Празі на набережній річки Влтави; житловий будинок Гибш в Латвії на березі Даугави та ін. У міжнародній практиці поширений досвід реконструкції територій, прилеглих до портів (Haffen City в Гамбурзі та Docklands в Лондоні). Загальним правилом в іноземних проектах стало те, що приватному підприємству ніколи не вдавалося освоїти проект подібного масштабу самостійно, тому до реалізації проекту підключалася держава. У м. Кельн (Німеччина) набережна вздовж Рейну була забудована нещодавно. Проект включає в себе як комерційну, так і житлову нерухомість високого класу. При цьому ряд будівель, що становлять культурну цінність було реконструйовано. Особливу увагу було приділено пішохідним зонам, стоянкам для яхт, зонам відпочинку.

Соціальні завдання в розвитку міст можна простежити на прикладі м. Париж. У 60-х роках минулого століття вздовж берега Сени була побудована швидкісна автомагістраль, що дозволяла перетнути місто, не в'їжджаючи в центр. З 2000-го року її стали перекривати на вихідні дні, щоб парижани могли вільно прогулюватися біля річки. Потім було прийнято рішення організовувати влітку пляж на набережній, що є несумісним поряд з автострадою. Зрештою, нинішня мерія Парижа визнала, що пішохідна зона відпочинку в цьому місці більш доречна, ніж дорога, тому у 2012 році трасу перекрили остаточно. Міська рада Парижа схвалила проект про закриття набережних Сени для паризького транспорту та їх перебудови в пішохідні зони. Даний проект, запропонований паризькою мерією, передбачив частково перетворити паризькі набережні Сени в прогулянкову зону з садами, парками, магазинами і кафе. У 2013 році в VII округі Парижу з'явилася нова пішохідна зона - відрізок набережної на лівому березі Сени довжиною 2,2 км. На території колишньої проїжджої частини з'явилися ресторани, було розбито сквери. Між Королівським мостом (Pont Royal) і мостом Альма (Pont de l'Alma) створені комфортні пішохідні променади, з яких можна оглядати такі пам'ятки, як музей д'Орсе, палац Бурбонів, парковий комплекс і Будинок інвалідів (Les Invalides).

Забудова прирічкових та морських набережних має не лише розбіжності, такі як ширина прибережної смуги, шторми, висота підйому води тощо, але й спільні риси, тому міжнародний досвід забудови сучасних набережних має відповідні приклади також у приморських містах.

Образ "морської хвилі" став формоутворюючим і в приморській набережній The dover Esplanade у м. Кент (Велика Британія). Ця набережна-еспланада, спроектована студією дизайну Tonkin Liu з Лондону є цікавим об'єктом ландшафтного дизайну. Три рівня хвилястої пішохідної зони та

паркові елементи мають відповідні назви: Lifting Wave (підйом), Resting Wave (штиль), Lighting Wave (світло). Елементи зони відпочинку сформовані поверхнями з бетону та деревини, зонують ландшафт формуючи клумби озеленення чи розрізаючи приморський пісок. Доповнюють морську тематику різнорівневі колони-ліхтарі, що імітують морську піну. (Рис.2.1)

Середземноморська набережна Набережна Намаль в районі старого порту м.Тель-Авів (Ізраїль), виконана як платформа з деревини ставить перед собою соціальну задачу — створити громадський простір, що не має звичного контрасту між приватною та комунальною формою розвитку. Платформа набережної зі штучним рельєфом, що повторює характерні для місцевості піщані дюни, відтворює об'єднання об'єктів громадського та мистецького значення, частина яких створена спонтанно. Цей приклад ілюструє залучення в тель-авівський порт громадської функції. Проект набережної (бюро Mayslits Kasssif Architects) отримав перше місце в конкурсі на створення кращого міського середовища в 2010 році і здобув неочікуваний результат — за один рік портову набережну відвідало 2,5 млн. людей. (Рис.2.2)

Заслуговує на увагу ще одна середземноморська набережна, що реалізована в м. Бат-Ям (Ізраїль). Архітектори студії "Dernan Verbakel Architecture" запропонували набережну незвичного дизайну. Каскад арок, що знаходиться біля води доповнено пересувними лавами та столами. Між арками та акваторією розроблено відкриту терасу. Набережна розрахована на мультифункційне громадське використання — від щоденного спілкування до проведення масових заходів. (Рис.2.3)

Проект реконструкції набережної ріки Кама в м. Пермь (Росія), що запропонований архітекторами британської групи "KCAP", передбачає розробку території набережної з декількох зон: «міський балкон», з якого будуть відкриватися мальовничі види на ріку, простір для проведення спортивних, культурних і суспільних заходів, парк на схилі, що розташовується на верхньому рівні набережної, парк-бульвар на нижньому рівні, а також «музейна площа». Всі ці зони складаються в одну інтегровану концепцію парку-набережної. Передбачається дорожня мережа, що буде прокладена по всій площі парку, організовані велосипедні доріжки, благоустрій території. Проектом запропоновано зведення споруд-конекторів, що з'єднують верхнє місто з парком-набережною, а існуюче залізничне полотно, що розташовано між містом та рікою, остається збереженим. (Рис.2.4)

Приведені вище приклади сучасних набережних мають спільні риси та ознаки — сучасний благоустрій території, створення набережних-променадів та винос будь-якого транспорту, окрім велосипедного, за межі цієї території.

Таким чином їх можна об'єднати до групи набережних, що мають архітектурне рішення з ознаками територіальної рівноваги.

Наступна група поєднує такі спільні ознаки, як внесення новітнього функціонального наповнення, заміну існуючої функції набережної на іншу або зонування території за функціональною належністю.

У цьому сенсі важливою роботою (JDS Architects, Birch & Krogboe) є реалізована в 2004 році набережна Maritime Youth House в м. Копенгаген (Данія). Незвичайне поєднання двох функцій — зберігання човнів парусного клубу та площа для ігор та розваг молодіжного центру стало основною концепцією авторів. Набережна, що має форму хвиль в двох рівнях і виконана з природної деревини, перетворилась на місце тяжіння мешканців датської столиці. (Рис.2.5)

Серед проектів приморських набережних треба відмітити середземноморську набережну Lungomare в м. Реджо-де-Калабріа (Італія) за проектом архітектора Захи Хадід. Проект передбачає будівництво двох будівель — Музею Середземномор'я та багатофункціонального комплексу, з'єднаних загальним громадським простором — набережною. Прибережна частина міста довгий час була відрізана від центру залізничними коліями та вокзалом, тому за проектом пропонується прямим зв'язком поєднати багатоповерхову набережну з центром та парком Вілла Комунале за допомогою органічної форми будівель. Комплекс розташований на березі Месениської протоки Середземного моря, тому збоку Сицилії відкриватиметься чудовий краєвид, а завдяки незвичайній архітектурі будівель вона стає своєрідним орієнтиром та прикрасою морського фасаду міста. (Рис.2.6)

Авторами проекту "Вільний простір», що посів перше місце в на конкурсі «Москва-Ріка в Москві», який Центр сучасної архітектури проводив разом з Національною асоціацією судновласників 2009 року була розроблена концепція платформи для вечірок і ковзанки: пропонувалося встановити на воді платформу розміром 45 х 12 *м* із нічним підсвічуванням. Штучна територія, з задумом, включає багато заходів: улітку влаштування концертів й вечірок, взимку — ковзанки. Таким чином передбачається наповнення набережної р. Москва соціальною функцією, що наповнює її новим сенсом. (Рис.2.7)

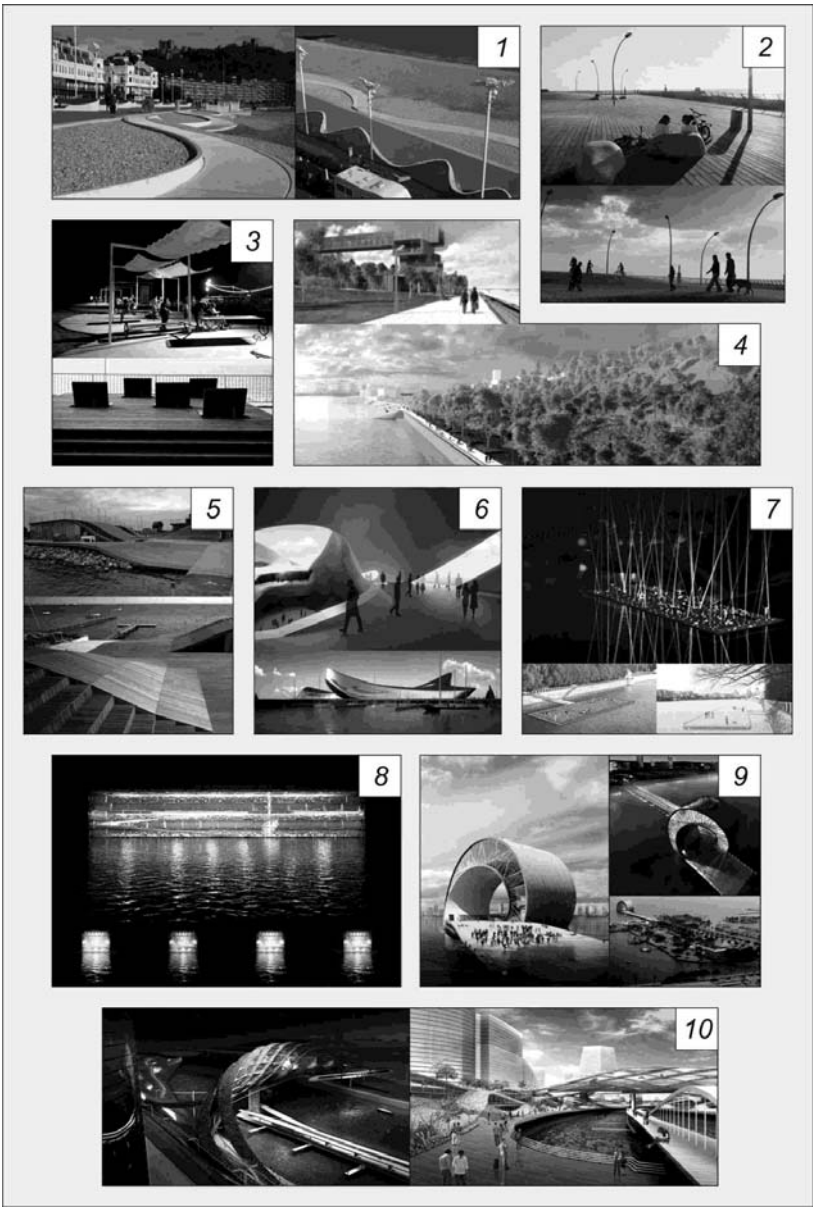


Рис.2. Світовий досвід влаштування набережних. Візуалізації та фотографії

Крім того, в останній час спостерігається тенденція створювати на набережних арт-простір в рамках культурно-розважальної функції, про що свідчить досвід будівництва Кримської набережної в Москві (2013), такий підхід повністю відповідає екологічному аспекту проектування міського середовища: не тільки переосмислює концептуальні зв'язку річки та міської зони навколо набережної, але й включає в себе найважливіші транспортні та культурні центри, зони відпочинку (Концепція комплексного розвитку Центральної міської набережної Сочі, 2009). Набережна Кальвебод Брюгге у Копенгагені (2013) — це і пляж, і прогулянкова зона, і сцена під відкритим небом, і майданчик для дитячих і спортивних ігор, що повністю відповідає сучасній тенденції створювати архітектурне середовище арт-простору.

Таким чином можна виділити другу групу набережних, що мають функціональну інтеграцію. Наступну групу набережних об'єднують яскраво виражені спільні риси: висока технологічність та екологічна врівноваженість.

У проекті «Плавуча лабораторія» архітектурної майстерні Т. Кузембаєва, що розроблялася для конкурсу «Москва-Ріка в Москві» 2009 р. автори розробили незвичний музей, наповнений 1 001 $м^3$ води. Залежно від стану річкової флори й фауни, колір конструкції передбачався синім, зеленим, жовтим або малиновим (Рис.2.8).

Проект набережної в м. Санкт-Петербург (Флорида,США) датської студії архітектури BIG Architects було запропоновано на конкурс міжнародного дизайну зі створення пірсу в м. Санкт-Петербург 2011року. Набережна являє собою пірс, що розвертається у море та поділяється на частини: парк біля берегу (Tributary park), причал для човнів та басейн посередині (Wave walk). Композиційно набережна-пірс завершується виразним архітектурним об'ємом у вигляді спірального кільця (The Wave). Ця споруда має функції громадського призначення і містить торговельні підприємства, ресторани, бари та театри. Проект набережної-пирсу має сучасний архітектурний дизайн, незвичайне архітектурне рішення . (Рис.2.9)

Взірцем поєднання ультратехнологічних прийомів наповненого екологічним змістом можна вважати «MIRAX-САД» (архіт. А.Асадов, К. Сапричян та ін.) — проект набережної р. Москви в м. Москва, Росія. (Рис.2.10) Проект передбачає перенос громадської зони на набережну, створення просторого променаду, з'єднання різних видів транспорту (річкового, наземного, повітряного) в компактний пересадний вузол, де всі елементи представляють єдиний ансамбль. Екологічна складова проекту являє собою незвичайну форму терас у вигляді озеленених пагорбів-клумб, що покривають споруди багатофункціонального призначення, такі як торговельний центр, ресторани, підземні паркування. Крім того на мосту передбачений

інноваційний тип житла — дворівневі вілли з невеликими зеленими двориками. Покрівля мосту та частини набережної являє собою «зелений килим» із квітковими клумбами, доповненими пішохідними доріжками й відкритими терасами. Набережна трансформується в місце ландшафтних експериментів і культурних заходів. Концепція проекту «MIRAX-САД» віддзеркалює сутність Центру містобудівних інновацій «Москва CITI», що знаходиться на протилежному березі, що свідчить про ще одну групу набережних, що має еколого-технологічний баланс.

Таким чином проведений аналіз зарубіжного досвіду забудови прибережних територій визначив, що не вся прибережна територія використовується під житлову, в тому числі індивідуальну забудову, створюються й організовуються громадські простори, парки і набережні; застосовуються «буферні зони» — перехідні стани між громадськими та житловими просторами; створюються смуги відчуження між береговою смугою, вільною від забудови та приватною власністю; зберігаються в окремих випадках природні ландшафти, в тому числі за відсутністю гребель і дамб, що задіяні в руслових процесах, що забезпечує неповторну, природну, гармонійною берегову лінію.

Виявлені споріднені домінуючі ознаки , що характеризують архітектурне вирішення набережної в сучасних проектах, дозволяють встановити основні тенденції влаштування і розвитку набережних в структурі прирічкових міст — територіальна рівновага, функціональна інтеграція та еколого-технологічний баланс. (Рис.3)

Список використаних джерел

1. Боборикін О.С. Передумови виникнення набережних (на прикладі м.Києва)/Боборикін О.С.//Сучасні проблеми архітектури та містобудуванння.-Київ:КНУБА,2013-Вип.32,С.219-223.
2. Боборикін О.С. Тенденції розвитку набережних (на прикладі м.Києва)/Боборикін О.С.//Сучасні проблеми архітектури та містобудуванння.-Київ:КНУБА,2013-Вип.33,С.217-220.
3. Денисов М.Ф. Набережные.-М.:Стройиздат,1982.-148с.,ил.-(Архитектору-проектировщику).
4. Електронний ресурс [http://kak.ru/columns/urbanenvironment/a3951/] Высоковский А.А. “Городские набережные"
5. Електронний ресурс [http://www.asadov.ru/!projects/objects/MiraxSAD-rus.htm] Многофенкциональный рекреационный комплекс миракс-сад (2008)
6. Електронний ресурс [http://www.kcap.eu/en/projects/v/embankment_city_park/] Embankment City Park Perm

Рис.3. Визначення основних тенденцій розвитку прирічкових набережних

7. Леснов О.В. Застройка приречных территорий городов. Киев,1977
8. Оселко Н.Э. Планировочное развитие приречной территории крупнейшего столичного города: авт.реф.дис.канд.М.,2001.
9. Яременко Н. М. Анализ опыта организации застройки набережных// Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. Спец. випуск: Збірник наукових праць.- К.: КиївЗНДІЕП.- 2004. - С.191-193.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается современный зарубежный опыт проектирования и устройства городских набережных, определяются характерные признаки в архитектурном решении набережных, что позволяет установить основные тенденции их развития.

Ключевые слова: Набережные, архитектура набережных, тенденции развития набережных.

ABSTRACT

The article reviews the modern international experience designing and devices of urban embankments, determines the characteristic features in the architectural solution of the embankments, which allows you to set the basic tendencies of their development.

Keywords: embankments, waterfronts architecture, development trends of embankments.

УДК 624.074.04

Боярський М.Р., Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю.,
к.т.н., доцент Пасічник Р. В.,
Луцький національний технічний університет

ОСНОВНІ АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РАМНИХ КАРКАСНИХ КОНСТРУКЦІЇ

Рамна каркасна конструкція – різновид нового будівельного конструювання. Мета даної статті – надання узагальненої інформації про одну з інновацій у сфері конструювання - каркасну рамну конструкцію. У статті викладено дані стосовно ідентифікуючих рис рами, її основних архітектурних та конструктивних особливостей, перераховано характеристики тримкої здатності , проаналізовано переваги використання у конструкціях, завдання і шляхи раціонального проектування рам.

Ключові слова: *Рамна конструкція, каркасна конструкція, тримка здатність, проектування рам.*

На сьогодні високі темпи урбанізації міст та прилеглих до них територій потребують відповідних швидких темпів будівництва. Для підтримання таких темпів раніше було впроваджено в будівельну сферу нові організаційні прийоми, технічне забезпечення, нові будівельні матеріали та конструкції. Однією з таких конструкцій, яка часто застосовується при зведенні нових будівель та споруд є каркасна рамна конструкція. Рамні системи використовують у будівництві промислових та громадських будинків. Перевагою рамних каркасів є:

- чіткість роботи всіх її конструктивних елементів
- рівномірність деформацій у загальній системі каркасу
- зручність розміщення технологічного устаткування у зв'язку із відсутністю поперечних діафрагм жорсткості.

Недоліками рамних каркасів є складність і трудомісткість виконання жорстких вузлів.

У рамних каркасах основні несучі елементи - це ригельні або безригельні рами з шарнірними вузлами та системи діафрагм жорсткості. В таких системах усі вертикальні навантаження сприймають рами каркасу, а горизонтальні (вітрові) - системи діафрагм жорсткості, об'єднані плитами перекриття.

В загальному рами - стержневі конструкції, які складаються з вертикальних елементів (стійок) і горизонтальних (ригелів), жорстко з'єднаних між собою у вузлах. Прикладення до будь-якого елемента рами навантаження, яке викликає обертання або переміщення цих вузлів, призводить в дію їх

жорсткості та включення в роботу усіх інших елементів. В цьому заключається її тримка здатність, яка відрізняє раму із жорсткими вузлами від систем з шарнірами.

Рами бувають :

- однопролітними , які називаються простими
- багатопролітними і багатоповерховими, які мають загальну назву складних рам.

Прості рами складають несучу конструктивну основу одноповерхових промислових і громадських будівель різноманітних за своїм призначенням.

Прольоти, які перекриваються рамами, різняться в широких межах: від невеликих до рекордних, а деколи й перевищують 100 м. Загальні розміри рам (проліт, висота) підпорядковані функціональним вимогам. Положення стійок (вертикальне,під кутом) і обрис ригеля (прямий, криволінійний) визначаються архітектурою самої споруди. Кінцеве компонування геометричної просторової схеми рами і її робочих перерізів вирішується на основі конструктивних міркувань і результатів статичних розрахунків.

Прості рами мають багато спільного з однопролітними арками. Рами — такі ж розпірні конструкції, їх поділяють на:

- тришарнірні
- двохшарнірні
- безшарнірні, яким притаманні властивості арок з аналогічними назвами.

Основна архітектурна особливість рами - наявність стійок - прямих вертикальних елементів. Це дає можливість максимально оптимально використовувати внутрішній об'єм приміщення, без «мертвих» кутів і склепінчастих стель, характерних для арочних покриттів. Основна конструктивна особливість простих рам - наявність карнизного вузла, в якому сходяться під кутом ригель та стійка і який потребує в кожному випадку особливого конструктивного опрацювання. Обриси осі рами зазвичай сильно відрізняються від лінії тиску. Тому в системі силових навантажень на раму згинальні моменти відіграють більш важливу роль, ніж в арках, які при невеликих (у порівнянні з постійними) тимчасових несиметричних навантаженнях можуть бути практично безмоментними.

Чітка межа між обрисами рам і арок відсутня. Наприклад, раму з нахиленими стійками і ламаним ригелем можна розглядати як полігональну (багатокутну) арку. Особливо зближує рами з арками заокруглення карнизних (іноді і конькового) вузлів. Якщо для напруженого стану арки найбільш характерним видом опору є стиск, а згин його супроводжує, то для простої рами більш характерним є згин.

Ригель рами незалежно від того, являється він прямим чи криволінійним, можна уявити у вигляді балки, пружно защемленої кінцями в стійках. Степінь цього защемлення може бути різною - від повного защемлення до вільного опирання. Вона визначається відношенням погонних жорсткостей елементів рами:

$$k = I_p / l_p \div \ I_p / l_c ,$$

де індекси «*p*» і «*c*» означають відповідно ригель і стійку.

Параметр k в усіх випадках являється визначальним фактором під час знаходження величин вузлових моментів. Наприклад, при $k \to 0$ ригель можна розглядати як балку, з повністю защемленими кінцями; при $k \to \infty$ - балку, вільного опирання. Звідси випливає висновок, що при завантаженні ригеля момент у карнизному вузлі ніколи не може перевищити величини моменту опору у повністю защемленій балці $M = ql^2/12$, а момент в прогоні — величини моменту балки, вільно опертої на опорах $M = ql^2/8$.

Типологія рам дуже широка. Кожна із цих схем може відрізнятись варіантами опирання стійок, обрисом ригеля, наявністю або відсутністю шарнірів і затяжок.

Затяжки в рамах, так як і в арках, встановлюють для того, щоб сприйняти розпір. На відміну від арок, де затяжки, як правило, розміщуються на рівні опор, в рамах їх нерідко встановлюють і вище. Окрім зменшення розпору їх встановлення сприяє зниженню величини моментів у карнизних вузлах. Важливу роль в цьому випадку відіграє жорсткість E_3A_3 затяжки (де E_3 — модуль пружності матеріалу затяжки; A_3 – площа її поперечного перерізу). Чим жорсткість вища, тим більшу частину розпору вона сприймає на себе.

Однією із задач раціонального проектування рам являється зниження величини згинального моменту в прольоті ригеля. Це може бути досягнуто двома шляхами:

- збільшенням від'ємного моменту M_k в карнизному вузлі (оскільки $M_{Пр} = M_б - M_к$)
- створенням в прольоті моменту протилежного знака.

Перший шлях передбачає використання наступних конструктивних прийомів:

- збільшення жорсткості стійок;
- повне затиснення опор стійок, тобто перехід від двохшарнірної схеми до безшарнірної;
- обладнання консолей на кінцях ригеля;
- зсув опорних шарнірів від осі стійки усередину приміщення.

Другий шлях – використання ефекту попереднього напруження, зміст якого полягає в створенні моментів протилежного знака (рис.1).

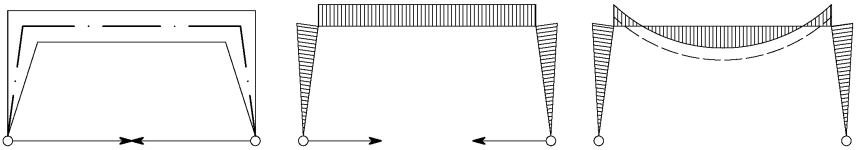


Рис.1а. Способи попереднього напруження простих рам:
стягування кінців стійок

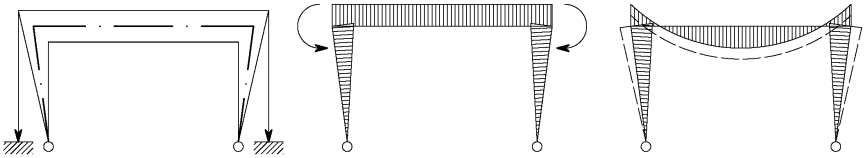


Рис.1б. Способи попереднього напруження простих рам:
вертикальні відтяжки

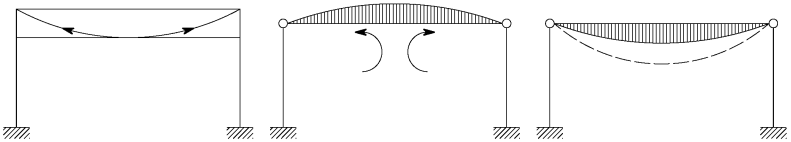


Рис.1в. Способи попереднього напруження простих рам:
криволінійна затяжка в ригелі

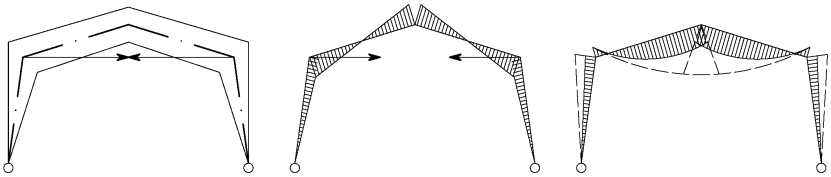


Рис.1г. Способи попереднього напруження простих рам:
стягування кутів рами

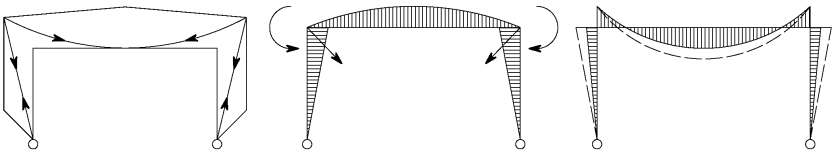


Рис.1д. Способи попереднього напруження простих рам:
затяжка в ригелі і стійках

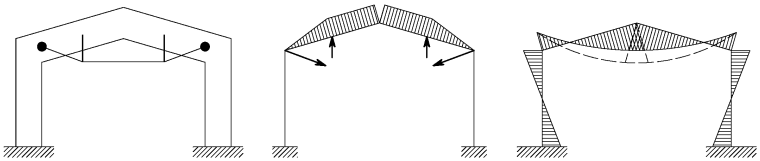


Рис.1е. Способи попереднього напруження простих рам:
зовнішня затяжка, яка створює підпруги для ригеля.

До значного зниження величини пролітного моменту і до деякого зниження величини розпору (а отже, і моменту в карнизному вузлі) може привести збільшення стріли підйому двоскатного ламаного або криволінійного ригеля. Однак цей захід серйозно змінює обриси споруди і тому має бути пов'язаний з її архітектурою та функцією.

Ригелем рами може служити кроквяна ферма при порівняно гнучких стійках. Рами зі східчастими стійками широко поширені в архітектурі одноповерхових промислових будинків як основний тип поперечних рам каркаса.

Розпір рам, як і арок, сприймають фундаменти, масивні конструкції споруд, що примикають, або затяжки, які зазвичай розміщують в підлозі або під нею. Для рамної конструкції, щоб забезпечити нормальну експлуатацію та міцність конструкції в цілому проводять статичний розрахунок. Рами розраховують на дію всіх видів навантажень, звичайних для ферм і арок. Однак для поперечних рам промислових споруд характерні ще і кранові навантаження — вертикальні (як правило, ексцентрично прикладені до стійок) і горизонтальні (від гальмування візка).

При попередньому розрахунку рами, що виконується з метою правильного визначення перерізів, необхідного для будь-якої статично невизначної системи, вважають, згинальний момент в ригелі:

$$M_p = (0{,}6...0{,}8)M_б$$

Перерізи стійок беруть приблизними, розраховуючи їх при цьому на центральний стиск зусиллями, збільшеними в 1,5...2 рази, з урахуванням впливу згинальних моментів. Уточнений статичний розрахунок починається з визначення опорних реакцій рами : F_v, F_h *і* M_{on} , формули для обчислення яких є відомими з курсу будівельної механіки. Там же приведені формули згинальних моментів у вузлах рами.

Подальший розрахунок передбачає встановлення характеру розподілення по довжині елементів рами згинальних моментів, поздовжніх і поперечних сил. Наочне уявлення про напружений стан рами дають сумарні епюри M, N, Q.

Вони допомагають виявити найбільш невигідне для кожного вузла або стержня рами поєднання навантажень.

Форми рам, як і арок, пов'язані з характером розподіленням згинальних моментів по довжині ригеля і стійок і в якійсь мірі копіюють епюри M.

Склад перерізу елементів рами (ригеля, стійок) визначається його виглядом і залежить від:

- прольоту рами
- висоти стійок
- вибраного співвідношення жорсткостей елементів рами
- величини навантаження
- фізико-механічних властивостей матеріалів.

Впливають також міркування технології виготовлення і монтажу, а також умови транспортування виробу від заводу-виробника до будівельного майданчика.

Конструктивна висота (висота перерізу) ригеля визначається головним чином величиною згинального моменту в прольоті $M_{пр}$. Як правило, вона менша, ніж висота балки або ферми такого ж прольоту, що пояснюється розвантажувальним впливом вузлових моментів в кінцях ригеля. Характерний для простої рами карнизний вузол, де порушується плавність контуру геометричної осі, вимагає відповідного посилення кута рами, що досягається або збільшенням висоти перерізу рами або введенням розпірки, що являє собою в деяких рамах підкіс, який утворює наскрізну двовіткову стійку. У наскрізних рамах в зоні карнизного вузла збільшують відстань між поясами.

Перевірка напруження в елементах рам виконується по формулах для стиснуто-вигнутих елементів. Зусилля в стержнях наскрізних (решітчастих) рам визначають за формулами

$$N_{B.П.} = -N/2 \pm M/h;\ D = \pm Q\cos\gamma$$

для арок або ж побудовою діаграми Максвела-Кремони.

Розрахунок рам змішаного типу, в яких при суцільних стійках ригель представляє собою кроквяну ферму, виконується в два етапи:

- спочатку визначають зусилля у фермі від вертикального навантаження.
- потім додають до них зусилля, викликані дією вузлового моменту M_k від вертикальних і горизонтальних сил. Для цього момент представляють у вигляді пари сил:

$$N_k = M / h_0,$$

де h_0 – висота ферми біля опори

Критичну силу, при якій можлива втрата стійкості рами визначають за формулою:

$$N_{cr} = \pi^2 EI / l^2_{ef}$$

Отже, не дивлячись на таку простоту зовні рамних конструкцій,все ж таки за допомогою них можна в рази скоротити терміни будівництва будівлі чи споруди, забезпечити максимально вільний внутрішній простір при експлуатації, скоротити об'єм будівельних матеріалів на зведення будівлі, а головне – це міцна і надійна конструкція,а це в свою чергу одні із вагомих показників у будівництві.

Список використаних джерел

1. Инженерные конструкции. Учеб. для вузов по спец. «Архитектура»/ В.Н. Голосов, В.В. Ермолов, Н.В. Лебедева и др.–М.: Высш. шк., 1991–408 с.: ил.
2. Строительная механика / Под редакцией А. В. Даркова. – М., Высш. школа, 1976. –660 с.
3. Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс. – 3-е изд., испр. И доп. – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.
4. Ю.Ф. Бучок. Будівельні конструкції. Основи розрахунку. - Київ, Вища школа,1994.-430с.

АННОТАЦИЯ.

Рамная каркасная конструкция - разновидность нового строительного конструирования. Цель данной статьи - предоставление обобщенной информации об одной из инноваций в сфере конструирования - каркасную рамную конструкцию. В статье изложены данные относительно идентифицирующих черт рамы, ее основных архитектурных и конструктивных особенностей, перечислены характеристики несущей способности, проанализированы преимущества использования в конструкциях, задание и пути рационального проектирования рам.

Ключевые слова: Рамная конструкция, каркасная конструкция, несущая способность, проектирование рам.

ANNOTATION

A frame framework construction is a variety of the new building constructing. An aim of this article is a grant of the generalized information about one of innovations in the field of constructing - framework frame construction. In the article data are expounded in relation to the identifying lines of frame, her basic architectural and structural features, descriptions of bearing strength, are enumerated advantages of the use are analyzed in constructions, task and ways of the rational planning of frames.

Keywords: Frame structure, skeleton construction, bearing capacity, design frames.

УДК 691.328.4

Боярський М.Р., Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю.,
Луцький національний технічний університет

ТРУБОБЕТОН, ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ЗАЛІЗОБЕТОНУ

Викладено дані щодо розробки методики будівництва на основі трубобетону, конструкційні та будівельно-технічні властивості трубобетону, його суть та особливості, надано факти, що підтверджують ефективність та економічність застосування.

Ключові слова: *бетон, сталева труба, трубобетон, монолітно-каркасне будівництво, трубобетонний стрижень.*

Сучасні технології у сфері будівництва дозволяють не тільки збільшити надійність будівель, але і значно прискорити темпи будівництва. Зараз у багатьох країнах набув поширення такий вид монолітних залізобетонних конструкцій, як трубобетон. При застосування цієї технології можна в рази зменшити вартість квадратного метра. Будівельна технологія на основі металокаркасу з трубобетону для України нова, хоча в Америці в металокаркасі зводять до 60% будівель, у Європі до 50% каркасних будинків споруджують з металу, на території СНД, до останнього часу, про технології трубобетону просто «забули ».

А розробили її в СРСР: в 1932 році професор Гвоздьов вперше в світі опублікував методику розрахунку будівництва на основі трубобетонних конструкцій. Здавалося б, це інженерне рішення, яке дозволяє в два рази знижувати матеріаломісткість будівництва, в два-три рази скорочувати терміни будівництва, мала б стати технологічною основою будівництва масового житла в СРСР, особливо після війни. Але, на жаль, цього не сталося. Як завжди, плодами праці наших вчених скористалися у Китаї, Америці, Німеччині, Японії, Австралії, – словом, там, де економіка зміцнюється завдяки тому, що використовується кожна копійка. Сьогодні такий час настав і для України. Це зовсім логічно й економічно доцільно в нашій країні, яка багата родовищами руди і металопрокатними заводами, вести будівництво із застосуванням металокаркасу – трубобетону, особливо враховуючи той факт, що експорт металопродукції зменшується, а збільшення внутрішнього споживання вітчизняної продукції для підтримки загального обсягу виробництва стає все більш актуальним. Треба пам'ятати, що в Україні за останні десятиліття значно скоротився обсяг цегляного і каркасно-панельного будування. Панельне житлове будівництво – найшвидший і найдешевший вид будівництва протягом останніх 40 років, зведено нанівець за рахунок зменшення кількості будівельних комбінатів: з 84 в радянський час до 8 виробничих комбінатів

тепер. Збільшення ж монолітно-каркасного будівництва будинків вимагає значних капіталовкладень на опалубку, воно залежить від погодних умов, характеризується значною матеріаломісткістю, і, як наслідок, – досить високою вартістю і значними термінами будівництва.

Металокаркасне будівництво в трубобетонному варіанті має всі переваги перед традиційним зведенням будівель та споруд але воно економічніше і швидше, як мінімум, у два рази, а тому будівництво на основі трубобетону має стати на потік замість панельного. При цьому нам не потрібно заново, як у радянський час, нести значні витрати і створювати нові будівельні комбінати – за цією технологією вони просто не потрібні, бо виробництво організовується безпосередньо на будівельному майданчику.

Як відомо, все нове – це добре забуте старе, так вийшло і з трубобетоном, застосування якого розробляли ще радянські вчені. Суть цього способу будівництва в тому, що бетон заливається у металеву оболонку. І якщо у відкритих конструкціях, коли використовується звичайна форма-опалубка, бетон завжди має деяку усадку, то в жорсткій оболонці, навпаки, відбувається його розпирання. Конструкції з трубобетону працюють більш гнучко, у порівнянні зі звичайними армованими опорами, витримують значно більші навантаження як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах.

Застосування трубобетону в будівництві гарантує високу міцність споруд за рахунок сталевого каркасу. Метал, працюючи у зв'язці з бетоном у закритій конструкції, забезпечує набагато більшу стійкість, ніж у конструкціях з армованим відкритим бетоном. Так, в останньому випадку у бетону з часом з'являються тріщини, які мають тенденцію розширюватися. У трубобетоні силових тріщин практично не буває. А метал, посилений бетоном, сприймає різні поздовжні, поперечні, знакозмінні навантаження більш ефективно.

Трубобетон має високу несучу здатність при невеликих поперечних перерізах колон, будучи прекрасним прикладом поєднання властивостей металу і бетону. При цьому сталеві труби виконують роль незнімної опалубки при бетонуванні, забезпечуючи як поздовжнє, так і поперечне армування бетону. Бетон у трубобетоні знаходиться в умовах всебічного стиску і в такому стані витримує навантаження, що істотно перевищує його призмову міцність. У порівнянні із залізобетонними конструкціями трубобетонні дозволяють в 1,5 – 2 рази зменшити витрату металу і бетону, у 2 – 3 рази масу конструкції і приблизно вдвічі витрати праці у зв'язку з радикальним зменшенням арматурних, зварювальних робіт і робіт з монтажу опалубки. Особливо ефективні трубобетонні конструкції при великому навантаженні з відносно малими ексцентриситетами.

Для висотних будівель беззаперечним є факт, що трубобетонні конструкції характеризуються здатністю витримувати в екстремальних умовах значні навантаження тривалий час, на відміну від конструкцій залізобетонних, які втрачають несучу здатність миттєво. Крім всіх конструктивних переваг, трубобетонні конструкції володіють всіма перевагами металевих конструкцій в плані монтажу, відрізняючись при цьому від останніх вищою вогнестійкістю. Прекрасні конструкційні та будівельно-технічні властивості трубобетону дозволяють застосовувати його в різних сферах будівництва – мостобудуванні, будівництві метро, промислових і житлових будівель тощо.

Трубобетонна колона є комплексною конструкцією, що складається зі сталевої труби і бетонного ядра, які працюють спільно. Така конструкція має багато позитивних якостей. Міцність бетонного ядра, яке стиснене сталевою оболонкою як обоймою, підвищується приблизно в 2 рази у порівнянні з початковою. Дослідженнями встановлено, що замість очікуваної усадки відбувається набухання бетону в трубі і його розширення зберігається протягом багатьох років, що створює сприятливі умови для його роботи. Розбухання характерно для бетону, не тільки укладеного в сталеву трубу, а й ізольованого будь-яким іншим способом від навколишнього середовища, що підтверджується відомими дослідами О.Я. Берга з ізольованими бетонними зразками. Причиною розбухання є відсутність вологообміну між бетоном і зовнішнім середовищем.

Заповнення сталевої труби бетоном підвищує її корозійну стійкість, захищаючи від корозії її внутрішню поверхню, зменшує гнучкість елементів, збільшує місцеву стійкість стінок труби, підвищує опір оболонки у вузлах сполучень і при ударних впливах під час транспортування і монтажу. Зовнішня поверхня трубобетонних конструкцій приблизно в 2 рази менша, ніж конструкцій з профільного прокату, внаслідок цього у них менші витрати на фарбування і експлуатацію. На циліндричних поверхнях затримується менше пилу і бруду, які є активізаторами процесів атмосферної корозії, тому трубобетонні конструкції мають підвищену корозійну стійкість.

Використання циліндричних стрижнів у спорудах, що сприймають вітрові навантаження, дозволяє знизити ці навантаження за рахунок поліпшення аеродинамічних властивостей. Стрижень круглого перерізу є стійким при різних розрахункових довжинах. Жорсткість на кручення такого стрижня значно вища, ніж у стрижнів відкритого профілю.

Конструкція з трубобетону лише в невеликій мірі залежить від стану труб. Сьогодні є багато світової технічної інформації у вигляді не тільки нормативної бази, а й сотні патентів: японських, американських, китайських, десятків дисертаційних робіт і монографій щодо застосування трубобетону. Наприклад,

у Китаї вважають, що труби повинні бути з нержавіючої сталі, мало того, вони всередині труб роблять ще певні рифлення, конструюють спіралі, для того, щоб підвищити їх будівельно-технічні властивості. У Японії роблять абсолютно по-іншому: всередині сталевих труб поміщають полімерну «панчоху». Таким чином ізолюють бетон від сталевої труби і заливають бетон в сталеву трубу з ізоляцією. Вважають, що трубобетон навпаки показує більш високі характеристики в тому випадку, коли у нього немає контакту з металом. У Росії вважається, що можна застосовувати іржаві труби. Це варіант, коли замість полімерних прошарків, які використовують у Японії, працює іржа як демпфуючий шар, тому що процес іржавіння не продовжується в трубобетоні, там цементний камінь працює як інгібітор, він закриває доступ кисню.

При широкому застосуванні трубобетонних конструкцій необхідний індустріальний і високопродуктивний спосіб заповнення труб бетоном, що забезпечує високу міцність і однорідність бетонного ядра. Існують три способи ущільнення бетону в трубах: - глибинним вібруванням; - штикуванням; - зовнішнім вібруванням.

Глибинне вібрування здійснюється глибинними вібраторами, що вводяться у бетон, оболонка стержня при цьому нерухома. Спосіб застосовується при великих діаметрах труб (D >> 100 мм). Штикування бетону виконують вручну стрижнями, довжина яких більша від довжини труби. Оболонка стержня при цьому способі також нерухома, а бетон ущільнюється під впливом переміщуваних стрижнів. При штикуванні виходить низька якість бетону. Найбільш ефективним і універсальним є зовнішнє вібрування, здійснюване за допомогою вібростола з вертикальними гармонійними коливаннями. При цьому способі труби, міцно прикріплені до вібростола у вертикальному положенні, вібрують разом з ним. Бетон подається зверху через завантажувальні воронки у вібруючу трубу, заповнює її і одночасно ущільнюється.

Трубобетонна конструкція являє собою сукупність сполучених стрижнів, кожен з яких виготовлений окремо. Найпростішим сполученням стрижнів є співвісний, тобто встик. Стиснутий стик трубобетонного стержня повинен забезпечувати передачу зусиль як по оболонці, так і по ядру. Існують два конструктивних рішення стиків для передачі зусилля по ядру:

- за першим з них, трубобетонні елементи плоскими торцями щільно прилягають один до одного в стику – «сухе» з'єднання. Щільний контакт бетонних ядер дозволяє використовувати для стиків сталевих оболонок способи, характерні для з'єднань сталевих труб;
- за другим рішенням бетонне ядро не доводять до площини обрізу оболонки стержня. Після стикування оболонок двох стержнів між суміжними торцями бетонних ядер залишається вільна порожнина, яку заповнюють

бетоном або розчином – «мокре» з'єднання. Є два варіанти «мокрого» з'єднання:

1) стик заповнюється жорстким розчином і ущільнюється трамбуванням;

2) пластичний розчин ін'єкційним способом нагнітається в стикову порожнину під тиском 2-3 атм з герметичного розчинозмішувача. Оболонка в зоні порожнини, що заповнюється пластичним розчином, має отвір діаметром 22 мм для введення розчинопроводу і п'ять отворів діаметром 5 мм для видалення повітря.

З стиків, які можуть бути використані для з'єднання оболонок трубобетонних стрижнів як при «сухому», так і при «мокрому» сполученні бетонних ядер, основним є прямий стик зі стиковим швом.

Розрахунок стиків здійснюється за правилами розрахунку зварних з'єднань, за якими мають бути розраховані зварні шви (стикові, кутові, комбіновані) і стикові накладки, якщо такі застосовуються. Зусилля в оболонці визначають розкладанням повного зусилля у трубобетонному стрижні на дві складові, пропорційні несучій здатності ядра і оболонки, за формулою граничного опору. Розрахунку стиків бетонного ядра не потрібно, тому що в обох варіантах їх конструктивного рішення вони є рівноміцними цілому, нестикованому перерізу ядра.

Будь-який будівельний матеріал має певні механічні, фізичні, хімічні та інші властивості, завдяки яким у кінцевому результаті буде забезпечена надійність будівлі або споруди. Трубобетон поєднав у собі властивості як бетону, так і металу, які працюють порізно. Ці матеріали при дії на них певного навантаження здатні зазнавати деформацій, або руйнуватись, коли зазнали дії граничного руйнівного навантаження. Для забезпечення надійності трубобетону, а в подальшому і конструкції із нього, його розраховують на граничне руйнівне навантаження, не досягнувши якого, він зберігає свої міцнісні характеристики.

Співставляючи різні експериментальні й теоретичні дані, вчені розробили формулу, за якою можна розрахувати будь-який трубобетонний елемент і яка досить повно враховує особливості напруженого стану [1] :

$$N = (f_{cd} + \mathrm{k}\sigma_{br})A_c + \alpha_s f_{yd} A_s\,, \qquad (1)$$

де f_{cd} і f_{yd} – відповідно, розрахункові опори бетону і сталі;

A_c і A_s – відповідно площі поперечного перерізу бетонного ядра і сталевої оболонки;

α_s – коефіцієнт, що враховує частку протидії сталевої оболонки зусиллям від зовнішніх навантажень у поздовжньому

напрямку, залежно від геометричних параметрів коефіцієнт α_s може змінюватися в досить широкому діапазоні, але частіше перебуває в інтервалі від 0,1 до 0,5.

k – коефіцієнт бокового тиску, який рівний:

$$k = \frac{1}{0.1+0.9m} + \Delta k\,, \qquad (2)$$

де m – ступінь обтиснення бетону;

Δk– коефіцієнт, який враховує вплив міцності бетону :

$$\Delta k = 2{,}9 - \ln f_{cd}\,. \qquad (3)$$

Формулу (3) отримано на підставі статистичної обробки досить великого числа експериментальних даних, вона справедлива для всіх класів бетону. Необхідно відзначити, що для трубобетонного елемента круглого або кільцевого перерізу основою для призначення розрахункового опору бетону осьовому стиску повинна служити не призмова, а циліндрична міцність.

За багаточисельними експериментами вчених, які займались дослідженням трубобетону, було виконано порівняння дослідних величин руйнівних навантажень для центрально стиснутих трубобетонних елементів. В цілому результати виконаного порівняння свідчать про задовільний збіг теоретичних даних з дослідними. Таким чином, отримали методику розрахунку міцності нормальних перерізів стиснутих трубобетонних елементів, що базується на чітких теоретичних постулатах.

Ізоляція бетону від навколишнього середовища створює кращі умови для роботи бетону під навантаженням. Експерименти показують, що в неізольованому бетоні навантаження викликає більш значну деструкцію в часі, ніж в ізольованому. В неізольовану бетоні розвиток мікротріщин весь час прогресує, у ізольованого бетону при тому ж навантаженні воно повністю припиняється в перші 2-3 дні. В неізольованих зразках нелінійність деформацій повзучості спостерігається протягом 20-30 діб, а в ізольованих нелінійність зникає при аналогічних напружених у перші 2-7 діб.

Застосовуючи трубобетонні конструкції замість залізобетонних, необхідно враховувати умови, в яких вони перебуватимуть при експлуатації. Обстеженнями встановлено, що при підвищених температурах конструкції із залізобетону з бетонами звичайних класів руйнуються через 5-10 років внаслідок пересушування бетону і дегідратації цементного каменю. В агресивних середовищах були випадки руйнування конструкцій за 4 роки. Значна корозія залізобетону в цехах кольорової металургії. У цих та інших подібних несприятливих умовах з успіхом можна застосовувати трубобетонні конструкції, в яких бетон захищений від агресивних впливів сталевою оболонкою. Повна вартість споруд з трубобетону значно нижча від вартості

аналогічних залізобетонних і сталевих. Менша маса трубобетонних елементів у порівнянні з залізобетонними полегшує їх транспортування та монтаж. Трубобетон економічніший від залізобетону через відсутність опалубки, кружал, хомутів, відгинів, петель, закладних деталей; він більш витривалий, менш схильний до механічних пошкоджень. Відсутність монтажної та робочої арматури дозволяє отримати більш високоякісну укладку жорстких бетонних сумішей.

У світі сформувався достатній досвід будівництва висотних споруд із застосуванням трубобетонних і монолітних конструкцій у сейсмічно небезпечних зонах. Як приклад можна навести Японію або Китай, де, незважаючи на розташування великих міст у зонах високої сейсмічної активності, зводяться хмарочоси, які неодноразово витримували потужні удари підземної стихії. У Китаї жодна з 80-поверхових будівель не постраждала під час землетрусів.

У зведенні висотних будівель є і важливий економічний сенс. Неважко уявити, наскільки при такій висотній забудові зменшується собівартість квадратного метра землі. Бізнес розвивається, тому що офіс у престижному центрі міста можна придбати за реальною ціною. Крім того, у такої забудови є і інфраструктурний сенс: сучасні мегаполіси, розростаючись, досягають протяжності в десятки, а то й сотні кілометрів. Ці гігантські міста надзвичайно складно пов'язувати в єдину систему інженерних комунікацій.

Транспортна мережа стає окремою проблемою: навіть найсучасніші розв'язки не дозволяють уникати величезних «пробок». Забудова висотними будівлями дає можливість зробити міста більш компактними.

Тенденції щодо пошуку безпечних технічних рішень при будівництві висотних будівель, перш за все, чітко виявляються у США – світовому лідері у спорудженні хмарочосів. Так, наприклад, частка бетону в створенні житла в США зросла з 19% у 2000 році до 23% у 2005 році та 28% у 2014 році. Відомий власник нерухомості Дональд Трамп, на замовлення якого зводиться хмарочос в Чикаго, в останній момент схвалив заміну сталевого каркаса на залізобетонний. У тому ж Чикаго законодавчі збори міста затвердили план будівництва 124-поверхової спіральної вежі висотою 610 метрів і вартістю 550 мільйонів доларів. Вона буде виконана повністю із залізобетону.

В кількох нових хмарочосах у Китаї, зокрема, в 610-метровій вежі в Гуанчжоу, в якості несучих конструкцій використано трубобетон.

Комбіновані сталезалізобетонні несучі конструкції застосовані і в 508-метровій мегабашті в Тайбеї, столиці Тайваню. В якості колон там використані зварні металеві короби перерізом 2,4 × 3,0 м, заповнені бетоном. Кожна з колон розрахована на навантаження 38 тисяч тон.

Отже, широке застосування трубобетонних конструкцій в Україні на даний час стримується відсутністю нормативних документів щодо їх проектування та розрахунку. Незважаючи на ґрунтовні дослідження в цій області науковців інших країн, треба визнати, що до цих пір немає надійної і прийнятної для практичного використання розрахункової моделі трубобетонного перерізу в граничному стані, який адекватно відображає його специфічні особливості. Це й не дивно, беручи до уваги серйозні і численні труднощі, обумовлені складністю самої системи "ядро-оболонка", яка працює в умовах об'ємного стиску, і складністю опису процесів перерозподілу зусиль між компонентами системи в цих умовах. Тому можна вважати, що подальші дослідження в цій галузі необхідні, корисні і перспективні для ведення будівельної справи в Україні.

Список використаних джерел

1. Кикин А.И., Санжаровский Р.С., Трулль В.А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М., Стройиздат,- 1974.
2. Лукша Л.К. Прочность трубобетона. Минск: Высшая школа,- 1977.
3. www.stalnyetruby.ru

АННОТАЦИЯ

В статье изложены данные относительно разработки методики строительства на основе трубобетона, конструкционные и строительно-технические свойства трубобетона, его суть и особенности, предоставлены факты, которые подтверждают эффективность и экономичность применения.

Ключевые слова: бетон, стальная труба, трубобетон, монолитно-каркасное строительство, трубобетонный стержень.

ANNOTATION

In the article the methodologies of building given in relation to development are expounded on the basis of steel pipe filled concrete, construction and building-technical properties of steel pipe filled concrete, essence and features of this method of building, facts, that confirm efficiency and economy of application, speed in building, wide spectrum of the use, high quality of conclusion, are given, in comparing to the reinforce-concrete constructions, and it is indicated on absence of reliable and acceptable to the practical use calculation model of steel pipe filled concrete cut in the maximum state for possibility free application.

Keywords: concrete, steel pipe, trubobeton, cast-frame construction, trubobetonnyy rod.

УДК 69:551.56

Боярський М.Р. , Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю.,
к.т.н., доцент Пахолюк О.А.,
Луцький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК БУДІВЕЛЬ НА ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Проаналізовано задачі по розрахунку будівлі чи споруди на вітрове навантаження. Розглянуто методику розрахунку та експерименту в аеродинамічній трубі.

Ключові слова: *вітрові навантаження, аеродинамічний коефіцієнт, висотні будівлі.*

Умови сучасного великого міста, його інтенсивна забудова, унікальні архітектурні рішення, освоєння підземних просторів для підземного транспорту та ін. - все це створює умови для того, щоб попередньо використовувати ефективні розрахункові методики при проектуванні й реконструкції промислових і цивільних будівель та споруд.

В даний час у Києві, Львові, Миколаєві, Харкові, Дніпропетровську та в інших містах та прилеглих до них територій нашої держави окреслюється тенденція до збільшення обсягів будівництва в цілому. Будуються нові приватні будинки, громадські, промислові за різним своїм призначенням будівлі та споруди.

Із плином часу, розвитком новітньої науково-технічної бази, впровадженням нових технологій, засобів та матеріалів побудувати будь-яку споруду можна за короткий проміжок часу. Але основною задачею будівельника не є лише звести із купи матеріалів ту чи іншу будівлю, задача будівельника - побудувати безпечну, міцну, надійну, яка прослужить не рік-два,а цілих 50-100 років споруду та витративши при цьому мінімум капіталовкладень.

Економічна ефективність та надійність будівельних конструкцій формується на усіх етапах їх життєвого циклу, але визначальною є стадія проектування. Точне урахування у проектних розрахунках властивостей конструкцій та впливів експлуатаційного середовища дозволяє забезпечити достатній рівень надійності несучих конструкцій при мінімальних витратах на їх виготовлення та зведення. Одним з найбільш мінливих та невизначених факторів є навантаження від тиску вітру на поверхні будівель та споруд, а тому його вивчення та уточнення може відіграти важливу роль у підвищенні ефективності будівельних конструкцій.

Будівництво висотних будівель в Україні, особливо в мільйонних містах, як і у всьому світі, пов'язано з гострим дефіцитом міської землі, що викликає масове ущільнення забудови. На сьогодні таких будівель в країні налічується більше 50. За ступенем складності зведення висотні будівлі перевершують мости і тунелі, головним чином за рахунок багатократного переважання висоти над площею основи, що створює значні навантаження на несучі конструкції. Велика висота будівлі приводить до значного збільшення відносно типової для середньоповерхової забудови величини вітрового навантаження, яке часто перевищує сумарну вагу споруди.

Перехід до нових, більш міцних матеріалів, привів до зменшення маси будівель і споруд, а це висунуло на передній план проблему викликаних вітром деформацій конструкцій. Вітрові дії на висотні будівлі, що розташовуються в низькій забудові або в їх комплексі, в будівельних нормах не представлені і до цього часу достатньо не вивчені, також нормами не регламентуються правила випробування таких забудов на вітрові дії.

Експериментальні і чисельні дослідження є, як правило, досить складними, дорогими і трудомісткими, що не завжди дозволяє відобразити повну картину аеродинамічних процесів. Оперативне виконання таких розрахунків для будівель в умовах навколишньої забудови ставить в ряд першочергових вирішення науково-технічної проблеми визначення вітрових дій на висотні будівлі для вдосконалення засобів їх проектування. У таких випадках доцільно використовувати порівняно прості наближені методи і програми розрахунку, що забезпечують достатню для інженерної практики точність при мінімальних витратах часу.

Задачі по розрахунку будівлі чи споруди на вітрове навантаження слід приділяти особливу увагу, бо саме від її вирішення напряму залежить безпека і собівартість цих комплексів. При заниженому значенні вітрового навантаження будівельні конструкції володіють недостатньою міцністю, а при завищеному – відбувається одночасно подорожчання будівництва. Слід також відзначити різновидність форм, конструктивних рішень, багатоповерховості, різноманітність місць проектування будівлі та навколишнього середовища, особливості рельєфу - все це істотно вливає на подальшу нормальну експлуатацію будівлі за вітровим навантаженням.

На сьогодні в Україні створена на основі попередніх наукових надбань нормативна база для розрахунку будівель та споруд на дію того чи іншого навантаження, одним з яких є вітрове. Вимоги нормативу по розрахунку на вітрове навантаження поширюються на будівлі і споруди простої геометричної форми, висота яких не перевищує 200 метрів. Розрахунок конструкцій звичайних і висотних будівель на вітрові навантаження виконуються за тією ж

методикою, але є певні відмінності, які й розглянемо далі.

Вітрове навантаження на звичайні будівлі у загальному випадку складається із статичної і пульсаційної складових. Пульсаційну складову, що обумовлюється пульсаціями вітрового потоку, при розрахунку будівель необхідно враховувати тільки для високих будівель (понад 36 м) при відношенні висоти до прольоту понад 1,5, а також для будівель, що розміщені у міських районах із забудовою будівлями висотою понад 25м. Статичну складову необхідно враховувати у всіх випадках.

Спершу розглянемо випадок дії вітру на будівлю із двосхилим дахом. При дії на звичайну будівлю, крім руйнувань, вітрові навантаження ще й можуть зірвати зовнішню огороджувальну частину - дах за рахунок того, що діє аеродинамічна сила. Вітрове навантаження на дах при боковому тиску потоку повітря несе за собою зіткнення із дахом і стіною споруди. Завихрення потоку, яке виникає біля стіни, майже повністю доходить у зону фундаменту, а друга частина потоку по дотичній стіни здійснює удар по скату даху. Атака вітрового потоку огинає по дотичній коньок даху із захватом спокійних молекул повітря з підвітряної сторони і проходить далі. Виходячи з цього, сил, які можуть зірвати покрівлю і перекинути її виникає відразу 3 :

- перша – сила підйому, яка утворюється при різниці тисків повітря із підвітряної сторони споруди;
- інші дві – дотичні з навітряної сторони.

Виникає ще одна сила, яка здатна вдавити схил даху і яка діє перпендикулярно схилу. Дотичні і нормальні сили можуть змінювати свої значення в залежності від кута нахилу схилу. При пологих дахах приймають більше значення дотичні сили, які збільшуються в своїй підйомній силі із підвітряної сторони, таким чином зменшується нормальна сила з навітряної сторони. Тому ще далеких часів для забезпечення загальної стійкості при вітровій дії каркасу даху використовують систему підкосів, розкосів, розтяжок та ін. зв'язків по діагоналі, систему обрешітки для кров'яного каркасу.

Вітрове навантаження є змінним навантаженням, для якого встановлені два розрахункові значення:

- граничне розрахункове значення;
- експлуатаційне розрахункове значення.

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою :

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, який визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності *T*.

T, років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
γ_{fm}	0,55	0,69	0,77	0,87	0,96	1,00	1,07	1,14	1,22	1,28	1,35	1,45

Для об'єктів масового будівництва допускається середній період повторюваності *T* приймати таким, що дорівнює встановленому терміну експлуатації конструкції T_{ef}. Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} визначають лінійною інтерполяцією.

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску. Воно дорівнює середній (статичній) складовій тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі, який може бути перевищений у середньому один раз за 50 років. Характеристичне значення вітрового тиску W_0 визначається залежно від вітрового району за картою або за додатком Е [1]. Наприклад, для Волинської області становить :

Міста обласного підпорядкування	W_0 (Па)	S_0 (Па)	b (мм)	W_B (Па)
Волинська область				
Луцьк	480	1240	17	210
Володимир-Волинський	500	1200	17	160
Ковель	460	1200	13	160
Нововолинськ	500	1240	15	170

C – коефіцієнт, який визначається :

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d,$$

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт, який залежить від форми споруди і вибирається за додатком І [1].

C_h - коефіцієнт висоти споруди, що враховує збільшення вітрового навантаження залежно від висоти споруди або її частини, що розглядається, над поверхнею землі (*Z*), типу навколишньої місцевості.

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти, що враховує висоту *H* (в кілометрах) розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря:

$C_{alt} = 4H - 1$ ($H > 0{,}5$ км); $C_{alt} = 1$ ($H < 0{,}5$ км).

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу, що враховує мікрорельєф місцевості поблизу площадки розташування будівельного об'єкта. Приймається таким, що

дорівнює одиниці, за винятком випадків, коли об'єкт будівництва розташований на пагорбі або схилі.

C_{dir} - коефіцієнт напрямку, що враховує нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру. Як правило, приймається таким, що дорівнює одиниці.

C_d - коефіцієнт динамічності, що враховує вплив пульсаційної складової вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на споруду. Для основних типів будівель і споруд значення C_d визначаються за графіками відповідного додатку.

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою :

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C ,$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження. Визначається за таблицею залежно від частки часу η, протягом якого можуть порушуватися умови другого граничного стану. Значення η приймається за нормами проектування конструкцій або встановлюється завданням на проектування залежно від їхнього призначення, відповідальності та наслідків виходу за граничний стан. Для об'єктів масового будівництва допускається приймати η = 0,02. [1]

Не дивно, що кожне місто-мільйонник світу прагне перевершити інше тією чи іншою грандіозною будівлею, а особливо висотною,яка заввишки досягає сотні метрів. Світова практика має досвід у проектуванні таких споруд,використовуючи найновіші різноманітні науково-технічні можливості й втілюючи у реальність просто дивовижні будівельні творіння.

Перші хмарочоси не були вразливі з точки зору наслідків горизонтальних вітрових навантажень. Досить велика вага несучих стін з кладки не дозволяла вітровим навантаженням перевершити врівноважуючі сили тяжіння. Навіть коли наприкінці 1800-х років система несучих стін була замінена жорсткою каркасною конструкцією, сили тяжіння залишалися основним визначальним фактором проектування. Важкі фасади з каменю з невеликими прорізами, близько розташованими колонами, масивними конструкціями каркаса і важкими стінами-перегородками володіють такою вагою, що вітрові навантаження поки не представляють великої проблеми. При цьому покрівля повинна бути міцною. Хмарочос зі скла і сталі 1950-х років з його оптимальним внутрішнім відкритим простором і відносно невеликою вагою першим зіткнувся з усією складністю вітрових навантажень. Із застосуванням легкого сталевого каркасу вага перестала бути чинником, що обмежує можливу висоту будівель. Ера висотного будівництва пов'язана з новими проблемами. Для

зниження постійних навантажень і створення великих, більш гнучких просторових рішень були введені балки великого прольоту, пересувні ненесучі внутрішні перегородки і ненесучі огороджувальні конструкції. Всі ці заходи суттєво зменшили жорсткість будівель. Тепер горизонтальна жорсткість споруди стає більш важливим фактором проектування, ніж міцність. Вітрові навантаження для проектувальника висотних будівель перетворилися в більш важливу проблему. Вплив вітру на будівлю є динамічним і визначається такими факторами навколишнього середовища, як рельєф і форма території, гнучкість і особливості фасаду самої будівлі, розташування сусідніх будівель.

Оберти українського будівництва не такі, як за кордоном, та й досвіду у проектуванні висотних будівель зовсім небагато, хоча час не стоїть на місці й окремі проекти таки втілюються в реальність і прикрашають українські великі міста. Однією із проблем, з якою можуть зустрітись будівельники на стадії втілення – це те ж саме вітрове навантаження. Особливо для висотних споруд воно відіграє значущу роль. Нормативом і методикою розрахунку для висоток є та ж сама,вище описана, як і для звичайних споруд . Для висотних будинків простої геометричної форми аеродинамічні коефіцієнти визначаються згідно з додатком В [2]. При проектуванні таких споруд співвідношення висоти до мінімального розміру поперечного перерізу будинку не повинно перевищувати h/d = 7 (де h - висота будинку, d – мінімальний розмір поперечного перерізу, розташованого на рівні $^2/_3$ h). Якщо вищезазначене співвідношення h/d > 7, необхідно:

- виконувати перевірочний розрахунок на вихрове збудження (вітровий резонанс);
- враховувати можливість появи аеродинамічно нестійких коливань типу галопування.

Для визначення вітрового навантаження на будівлі та споруди складної конструктивної чи геометричної форми, а також для будівель та споруд висотою більш 200 метрів слід виконувати спеціальні динамічні розрахунки з використанням прикладних пакетів чи проводити експериментальні дослідження на моделях будівель та споруд в аеродинамічній трубі. В одному і у другому методах є ряд проблем адекватного моделювання натурних явищ. При математичному моделюванні коректний вибір методу моделювання, завдання початкових умов складають основу точності отриманих результатів. Тому до сьогоднішнього часу найбільш ефективним методом, що використовується для отримання результатів, є фізичне моделювання процесів в аеродинамічних трубах.

Фізичне моделювання процесів обтічності будівель та споруд базується на проведенні двох типових експериментів в аеродинамічній трубі. Коли

необхідно визначити сили та моменти, що виникають в основі будівлі від вітрової дії, використовується ваговий експеримент. За його результатами визначаються інтегральні аеродинамічні характеристики об'єкту (безрозмірні аеродинамічні коефіцієнти сил та моментів), які у подальшому використовуються для розрахунку навантажень на фундамент при вітровій дії.

Сам експеримент полягає у тому, що, виходячи з геометричних характеристик робочої частини аеродинамічної труби, у відповідному прийнятому масштабі виготовляють геометрично подібну модель споруди, яку досліджуватимуть, піддаючи дії вітру різної швидкості під різним кутом до будівлі. Отримавши за допомогою експерименту дані – аеродинамічні коефіцієнти, які відрізняються від коефіцієнтів для звичайних будівель і які в подальшому використовують для розрахунку граничних та експлуатаційних значень навантажень на фундамент від вітрової дії на споруду, яка проектуватиметься в майбутньому на будівельному майданчику.

Отже, провівши складні розрахунки на міцність для будівлі, яка в майбутньому височітиме на сотні метрів над іншими,нижчими, а також для звичайних на вітрове навантаження, ми тим самим з легкістю запевнятимемо себе у тому, що люди, перебуваючи у них, будуть у повній безпеці й ніякий «вітерець» їм не страшний.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування.

2. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків.

АННОТАЦИЯ

Проанализированы задачи по расчету здания или сооружения на ветровую нагрузку. Рассмотрена методика расчета и эксперимента в аэродинамической трубе.

Ключевые слова: ветровые нагрузки, аэродинамический коэффициент, высотные здания.

ANNOTATION

Analyzed the problem by calculating the building or buildings to wind load. Considered the method of calculation and experiment in a wind tunnel.

Keywords: wind loads, aerodynamic coefficient, high-rise buildings.

УДК 624.014 (688.775.3)
Бут М.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕВОЛЮЦІЇ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ НА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО - ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ.

Розглянуті особливості впливу еволюції розрахункової моделі на напружено-диформований стан конструкції в залежності от типу апроксимації при незмінних початкових параметрах, на прикладі колеса огляду в Технологічному Університеті м.Батумі, Грузія.

Ключові слова: *МСЕ, колеса огляду, розрахунок.*

Постановка проблеми. В світі завдяки науково технічному прогресу проходить поступова автоматизація як процесів виробництва так і засобів проектування. Технології закладені математичним алгоритмом Тьюрінга, несуть навколишній світ в нову інформаційну еру. Можливості кременевої технології вже стиснули електричні схеми до рівня 30 атомів і якщо вірити фізикам сучасності, то до 2020 року ми досягнемо максимуму цієї технології — 5 атомів і тоді закон Мура, про те що продуктивність комп'ютера, що зростає вдвічі раз на 18 місяців достигне своєї границі. Зараз важко сказати, чи вдасться вирішити проблему «квантової заплутаності» і побудувати атомарні комп'ютери, але якщо вдасться, то можливості ЕВМ виростуть не на один порядок. Ці фізичні посилання впливають і на будівельну справу, що поступово еволюціонує в своїх математичних моделях.

Вже зараз використання спрощених двовимірних моделей слугує здебільшого лише перевіркою адекватності тривимірної моделі. МСЕ надійно увійшов в проектне життя і все більше інтегрується з програмами твердого моделювання, через технологію BIM. Пов'язуючи розрахункові комплекси з видачею проектної документації та навіть з виробництвом — через станки ЧПУ. І на цьому зв'язок інформаційних об'єктів з нашим тривимірним світом не закінчується, вже впроваджена технологія 3D- принтерів, що дозволяють з полімерів будувати структури, в тому

Рис . 1 Колесо огляду в Технологічному Університеті Батумі, Грузія

числі для створення архітектурних моделей, або для дослідження аеродинамічних ефектів в аеродинамічній трубі. Отже на тлі цих можливостей наближається до реальності ідея цифрового міста, що в свою чергу ставить перед проектувальниками задачу розробляти і розраховувати конструкції найбільш наближено до реальної геометрії. А при можливостях математичного апарату, що дають вже сучасні комплекси, проектування повинно бути не лише інтегроване в цю модель, а й економічним.

Для прикладу аналізу еволюції розрахункової моделі в МСЕ приведена статична частина конструкції опори консольного колеса огляду в місті Батумі, Грузія.

В загальному розумінні *<u>еволюція розрахункової моделі</u>* — це визначення необхідного та достатнього ступеня формалізації фізичної моделі для аналізу конструкції, в залежності від потреб конструктора. Умовно можна поділити моделі конструкцій за наступними параметрами:

- За характером врахування просторової роботи — одно, двох чи трьохвимірні;
- По виду невідомих: дискретні, дискретно-континуальні і континуальні (врахування просторово-часової функціональної зміни);
- За видом елементів, що покладені в основу розрахункової схеми — стрижньові (Рис . 2,1), оболонкові(Рис . 2,3б), , просторові(Рис . 2,3а), чи змішані(Рис . 2,4);
- По врахуванню впливів — статичні, динамічні, кінематичні, термодинамічні

1 2 3а, 3б 5

Рис . 2 Схема еволюції розрахункової схеми.1.Стрижньова модель=> 2.тверда модель[1]=>3.СЕ модель (з просторових, або оболонкових елементів) => 4.СЕ модель з раціональним використанням стрижньових елементів

[1] Тверда модель — фізична модель конструкції з врахуванням геометрії, жорсткісних характеристик, навантажень, характеристик теплопровідності і т.д. без апроксимації до математичної СЕ моделі.

Об'єкт дослідження:

Консольне сталеве колесо огляду діаметром 18м розташоване в будівлі Технологічного Університету Батумі [4-6]. Центр валу на позначці +102,5м. Жорсткісні характеристики елементів відображено в таблиці 1. Геометрія та навантаження [1-3, 6] від найгіршого сполучення відображено на Рис 3-4.

Загальний опис конструкції та дія навантажень приведено в статях [4] та [5], а аналіз роботи вузлів розглянуто в [6].

Таблиця 1

Жорсткістних характеристик елементів лафети та примикаючи елементів

№	Найменування	Сталь	Коеф. Пуасона	Модуль Юнга, МПа
1	Вал	Загартована сталь	0.3	2.06E+005
2	Лафета	20Л	0.26	1.962E+005
3	Напрямна валу	09Г2С	0.28	2.06E+005
4	Фланець	09Г2С	0.28	2.06E+005
5	Болти	40х	0.3	2.10915E+005

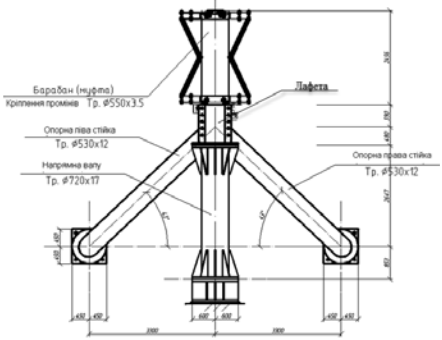


Рис . 3 Геометрична схема колеса, закріпленого у висотній будівлі

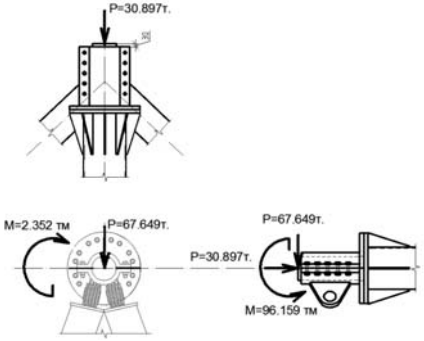


Рис . 4 Навантаження від найгіршого сполучення навантажень на обрізі валу перед рухомою частиною - барабаном

Стрижнева модель

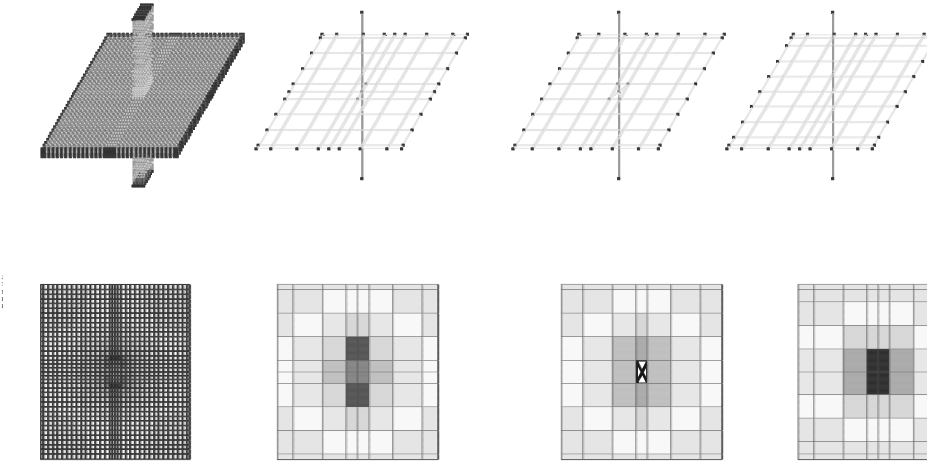
Стрижньова структура розглядає дискретну модель конструкції, через двовузлові елементи з 6-ма ступенями свободи (в просторі). Прольотна частина є найбільш розробленою і дозволяє шукати перерізи елементів з урахуванням умов стійкості за зусиллями, підбираючи за методиками нормативних документів за геометричними характеристиками з баз даних локальні перерізи. Вузли розглядаються як ідеалізовані абсолютно жорсткі, або шарнірні. Всі додаткові параметри, такі як ексцентриситети, кінцева жорсткість вузла, фактичне тіло перерізу (при стикуванні з пластинчатими елементами),

задаються користувачем ПК[2] самостійно без вказування методики пошуку цих параметрів. При всій простоті даного способу, він є залежним в великій мірі від ентропії людського фактору і при рості складності моделі, як правило, окрім помилок накопичує високу ступінь формалізації.

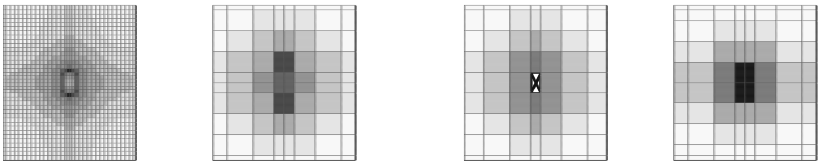
Тверда модель, оболонкова апроксимація

При побудові твердої моделі в графічних програмних комплексах, перед користувачем постає дилема – чи враховувати реальний переріз елемента чи використовувати пластинчату апроксимацію. Вибір залежить від характеру роботи системи. При оболонковій аналогії конструкції, результати вказують на велику збіжність результатів, навіть у лінійній постановці з результатами натурних випробувань. Оболонкова аналогія дозволяє врахувати інтегральну схему роботи композитних матеріалів (залізобетону) та потребує порівняно невеликі вимогами до апаратного забезпечення. Нажаль дана модель має ряд недоліків, при взаємодії між стрижньовими та пластинчатими елементами в наслідок неспівпадіння кількості ступенів свободи (у пластин їх 5, а стрижнів 6), що в свою чергу призводить до появи потреби в додаткових інструментах моделювання конструкції. На прикладі з'єднання з/б елементів колони (24х48см) та плити (товщиною 18см), це відображено нижче на рис 5-7.

Крім того, усі вузли з'єднання страждають тими ж проблемами, що й стрижньова модель.



[2] Програмного комплексу



а б в г

а) тверда модель б)з АЖТ вздовж вісі більшої жорсткості
в) з АЖТ по тілу колони г) пряма взаємодія пластини та стрижня

Тверда модель, тривимірна апроксимація

Розробляється з тривимірних елементів, що мають 3 ступеня свободи – переміщення. Як правило використовуються в машинобудуванні для аналізу роботи вузлів та елементів складної форми. Дозволяють найбільш наближено до дійсності змоделювати роботу конструкції. Але мають ряд недоліків, такі як слабку (на сьогодні), адаптованість до потреб реального проектуванні промислових (на відміну від індивідуальних) конструкцій. Мають, як правило, слабку оптимізацію при розрахунку в будівельних програмах і як наслідок великі вимоги до ЕВМ.

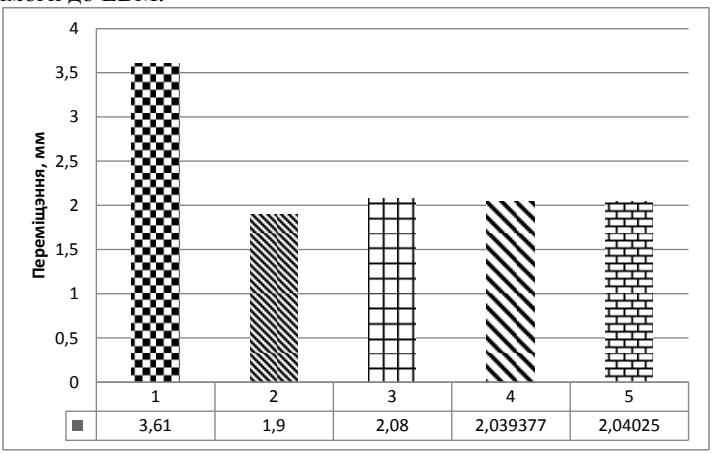


Рис . 8 Гістрограмма порівняння переміщань валу розрахункових моделей статичної частини консольного колеса огляду, де 1 – стрижньова модель, без врахування ребер жорсткості (Рис . 9); 2 – пластинчата модель, з елементами по нейтральній вісі, з врахуванням ребер жорсткості; 3 – модель з просторових СЕ, без врахування ребер жорсткості; 4 – модель з просторових СЕ, з врахуванням ребер жорсткості(Рис. 10); 5 – модель з просторових СЕ з використанням в прольотних елементах стрижньової аналогії[7]

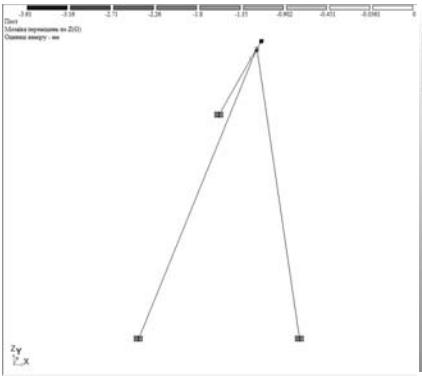


Рис . 9 Переміщення вузлів стрижньової моделі в ПК «Ліра-САПР 2013»

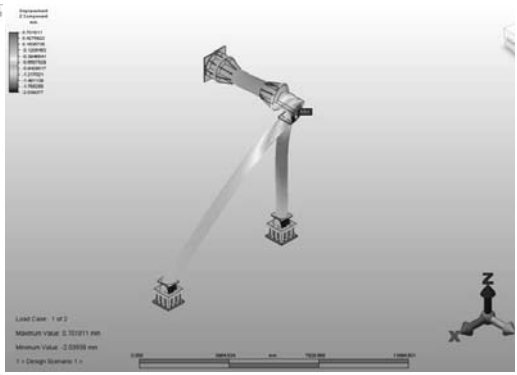


Рис . 10 Переміщення вузлів моделі з просторових елементів в ПК «AMS 2013»

Висновки

В наслідок проведених розрахунків було виявлено наступні закономірності:

- Стрижньова модель, доволі точно дозволяє визначити розподіл зусиль, але внаслідок трудомісткості визначення додаткових параметрів та вплив на них методики визначення використати таку модель є сенс на першому етапі дослідження.
- Модель що використовує оболонкові елементи по серединній площині, має тенденцію завищувати значення жорсткістних характеристик і як наслідок дає дещо оптимістичний прогноз роботи конструкції, для приведеного виду конструкцій.
- Модель створена з просторових елементів, дозволяє враховувати вплив додаткових елементів за рахунок чистої геометрії та жорсткості. Ця модель є найбільш точною і дозволяє в рамках самої моделі дослідити роботу кохного конструктивного елемента та з'єднання. Це особливо важливо в зв'язку з появою на ринку 3д-сканерів, що дозволять вже в найближчому майбутньому визначати всі реальні вади вже збудованої конструкції та проаналізувати реальний НДС.

Найбільш доцільною є постановка задачі з комбінованими СЕ, коли прольотна частина виконується з стрижнів, а вузли з просторових СЕ. Через порівняння переміщань кінця валу в моделях 4 та 5 стає зрозумілим адекватність використання в пролітних елементах стрижньової аналогіях, оскільки вплив на конструкцію в цілому незначний, дозволяє враховувати проблеми стійкості та зменшує машинний час розрахунку.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6 -163: 2010 Конструкції будівель і споруд сталеві;
2. СНиП II-23-81 Стальные конструкции;
3. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»
4. Білик А. С., Бут М.О. Атракціон у висотній будівлі технологічного університету м.Батумі. / Білик А. С., Бут М.О. // Промислове та цивільне будівництво//Науково-виробничій журнал-Київ, 1’2013,.-С.37-42.
5. Билык А. С., Бут М.А. Колесо обозрения, закреплённое в высотном здании/ Былик А. С., Бут М.А. // : Актуальные проблемы современного строительства и пути их эффективного решения : материалы Международной научно-практической конференции, 10-12 октября 2012г., Санкт-Петербург. Ч. 1,. - С.52-57.
6. Расчёт колеса обозрения, закреплённого в высотном здании [Текст]: отчет о НИР: Билык А.С., Бут М.А. —К.: НИЧП «Вартість», 2012 – 78 с. — Библиогр.: с 77-78. — Инв. №75
7. Пузанов А.В**.** *Инженерный анализ в Autodesk Simulation Multiphysics.* Москва : ДКМ, 2013.

Аннотация:

Рассмотрены особенности влияния эволюции расчётной модели на напряженно-деформированное состояние конструкции в зависимости от типа аппроксимации при неизменных начальных параметрах, на примере колеса обозрения в Технологическом Университете г.Батуми, Грузия.

Annotation:

The features of the influence of the evolution of a computational model for the stress-strain state of the structure, depending on the type of approximation at constant initial parameters, on an example of the Ferris wheel at the Technological University of Batumi, Georgia.

УДК 624.012.45

Вегера П.І., к.т.н. доцент Хміль Р.Є.,
д.т.н. професор Бліхарський З.Я.,
Національний університет «Львівська політехніка»

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНИХСПОСОБІВ ПІДСИЛЕННЯ ПОХИЛИХ ПЕРЕРІЗІВ В ЗГИНАНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ

Проводиться огляд основних типів підсилення похилих перерізів залізобетонних балок та порівняння з сучасними способами підсилення, які базуються на використанні високоміцних композитних матеріалів.

Ключові слова: *підсилення, похилі перерізи, залізобетонна балка.*

Постановка проблеми: З розвитком науки і техніки відбувається подальший прогрес в будівництві, який супроводжується вдосконаленням вже існуючих технологій та методів, залученням до використання матеріалів, котрі раніше не використовували. Сучасні композитні матеріали, з високими характеристиками міцності та деформативності, дозволяють значно ефективніше виконувати підсилення конструкцій, проте такі способи підсилення є мало дослідженими.

Мета та завдання досліджень:Розглянути основні способи підсилення похилих перерізів залізобетонних балок та порівняти їх з варіантами підсиленням похилих перерізів за допомогою сучасних композитних матеріалів.

Огляд класичних методів підсилення похилих перерізів залізобетонних конструкцій. Найбільш дослідженими та використовуваними методами підсилення похилих перерізів залізобетонних балок є: сорочка підсилення (виконується бетонна чи залізобетонна) та обойма підсилення (додатковоо може виконуватись металевою). Бетонна чи залізобетонна система підсилення похилих перерізів залізобетонних балок зазвичай виконується в комплексі з підсиленням нормальних перерізів. Виконання підсилення похилих перерізів забезпечується влаштуванням додаткової поперечної арматури, яка вкладається в пази [1] та виконується замонолічування всієї небезпечної зони (рис.1). При недостатній зоні анкерування похилих стержнів, виконується приварювання їх до існуючого каркасу балки. Підсилення забезпечує повноцінне сприйняття поперечної сили похилою арматурою, що є ефективним способом підсилення.

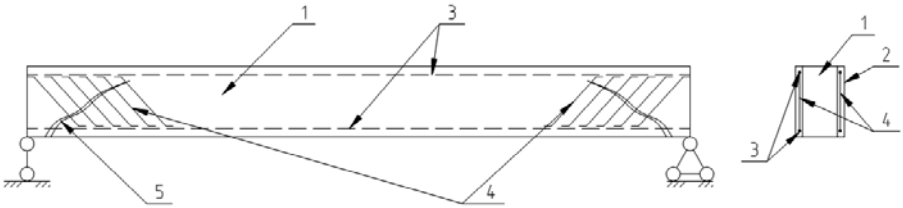


Рис.1 Встановлення додаткових похилих стержнів:
1 – балка, яка потребує підсилення; 2 – цементно-піщаний розчин чи дрібнозернистий бетон; 3 – існуюча робоча арматура балки; 4 – додаткові похилі арматурні стержні; 5 – існуючі похилі тріщини

Більш поширеним є виконання підсилення похилих перерізів у складі загального підсилення балки залізобетонною обоймою. Поперечна арматура (похила чи вертикальна) влаштовується в загальний каркас підсилення [2,3,4]. Поряд з високою ефективністю такого підсилення, воно є доволі трудомістким, через необхідність встановлення опалубки та виконування зварювальних робіт безпосередньо на посилюваних елементах, що незавжди можливо. Виконання таких робіт потребують огородження місця виконання, що перекриває доступ до певної зони приміщення, на термін 2-4 дні. Ще одним суттєвим недоліком є те що влаштування залізобетонної обойми передбачає збільшення поперечного перерізу балки з всіх площин. Таким чином необхідно забезпечити доступ до всіх поверхонь елемента, що є трудоємким та ускладнює подальшу експлуатацію елемента. Несуча здатність похилих перерізів після такого підсилення збільшується на 40-60%.При виконанні підсилення самим лише бетоном, виконують підсилення лише стиснутої зони балки, на її верхній грані [5]. Даний тип підсилення значно менше трудоємкий і має досить високу ефективність, проте основним недоліком є необхідність демонтажу вище лежачих конструкцій та технологічного розриву. Підсилення бетонним нарощуванням стиснутої зони балки показує підвищення несучої здатності на 25-30%.Найбільш ефективним з точки зору трудоємкості є підсилення похилих перерізів з використанням металевої обойми [6,7] (рис. 2). Такий тип підсилення легко виконується та дає високу ефективність за рахунок попереднього напруження поперечної арматури. Значно (на 60% і більше) збільшується тріщиностійкість похилих перерізів і таким типом підсилення можна досягти 35 - 50% збільшення несучої здатності похилих перерізів залізобетонних балок. Значним недоліком металевої обойми є необхідність захисту металевих елементів та їх закріплення, яке, як і в випадку з залізобетонною обоймою, вимагає виконанню інженерних заходів щодо доступу до поверхні стиснутої зони балки.

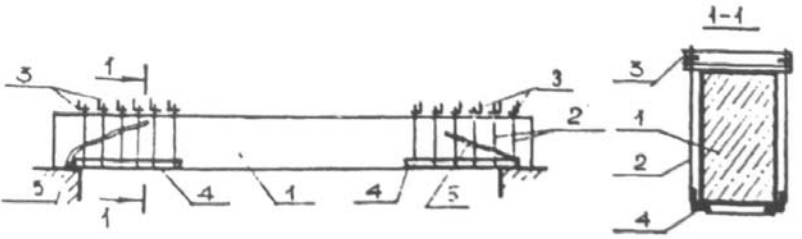


Рис. 2. Металева обойма підсилення похилих перерізів залізобетонної балки:
1 – балка підсилення; 2 – хомути з гайками; 3 – поперечні кутники;
4 – поздовжні кутники; 5 – тріщини в балці

Отже класичні способи підсилення залізобетонних елементів дають високі показники ефективності проте потребують значної трудомісткості та часу виконання.

Огляд методів підсилення похилих перерізів з використанням композитних матеріалів. На відміну від вище описаних методів нарощування перерізу, підсилення з використанням композитних матеріалів мало вивчене, особливо в Україні. Такі матеріали характеризуються високими значеннями деформативності та міцності матеріалу, мають високу корозостійкість та легкість монтажу, фактично не змінюють геометричні розміри поперечного перерізу елементу [8]. При високоміцних параметрах композитні матеріали не мають обмеження в виборі типу схеми підсилення (рис. 3).

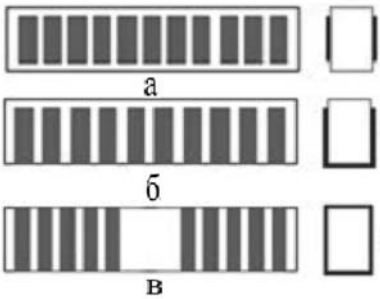


Рис. 3. Основні типи наклеювання композитних матеріалів:
а – наклеювання на бокову поверхню; б – U-подібне наклеювання;
в – повне наклеювання (обоймою)

Широка варіативність використання композитних матеріалів дозволяє підібрати необхідну схему підсилення, яка буде найбільше задовольняти вимоги міцності, деформативності та затрат по її виконанню. Усі композитні

матеріали, які використовуються для підсилення залізобетонних балок, зокрема для підсилення похилих перерізів, поділяють на дві групи:

- матеріали CFRP (CarbonFibroReinforcedPolymer), що перекладається як «посилене вуглеволокно»
- та матеріали FRCM (FiberReinforcedCementMatrix) що в перекладі «фібро волокно втоплене в цемент».

Різниця між ними полягає в тому, що система CFRP це високоміцні композитні матеріали, які фіксуються на елементі підсилення з допомогою синтетичного клею, як правило епоксидного (наприклад стрічка SikaCarboDur[11]). Другий тип композитних матеріалів виготовляється у вигляді тканини, яку з допомогою модифікованих мінеральних сумішей, на основі цементу, наносять на конструкцію (наприклад кевларова тканина RuredilXmeshGold[12]). Кожна з груп має своє функціональне призначення і використовується в залежності від прийнятої схеми підсилення (рис. 4).

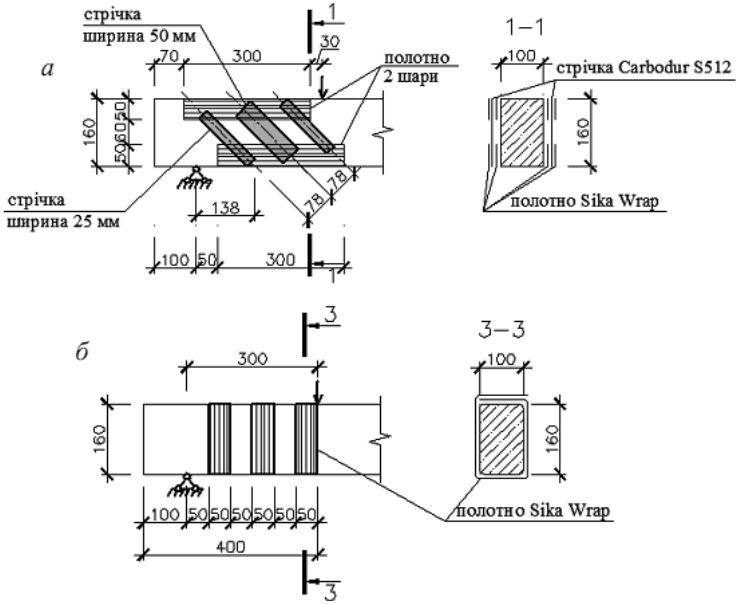


Рис. 4. Приклади застосування композитних матеріалів:
а – наклеювання CFRP стрічки з анкеруванням FRCM матеріалом;
б – наклеювання FRCM матеріалу

Незважаючи на істотні переваги композитних матеріалі, вони є мало досліджені в Україні. Головною перепоною в їх дослідженню і впровадженню до застосування є їх висока вартість. Хоча як показує європейська практика для

підсилення моста в Швейцарії було використано 6,2 кг стрічок. Для досягнення еквівалентного ефекту підсилення необхідно застосувати 175 кг металевих виробів, що значно дорожче та трудоємкіше [13].

Отже композитні матеріали дозволяють, в залежності від прийнятої схеми підсилення (CFRP чи FRCM), отримати збільшення несучої здатності похилих перерізів в згинаних елементах на 20-35%.

Порівняльна характеристика матеріалів підсилення згинаних залізобетонних елементів. Розглядаючи наведені вище характеристики матеріалів можна зробити висновки, що композитні матеріали мають значно вищу варіативність в використанні способу підсилення. Традиційні матеріали (бетонні, залізобетонні та металеві типи підсилень) хоч і є більш досліджені та дають вищі результати підсилення (табл. 1) мають обмеженіші схеми виконання. Маючи більші параметри міцності та деформативності композитні матеріали використовуються лише на 20-35% своєї міцності, що дає поштовх до подальшого дослідження цих матеріалів.

Табл. 1.

Порівняння основних параметрів матеріалів підсилення.

Характеристика	Система підсилення нарощуванням стиснутої зони бетоном	Система підсилення залізобетонною обоймою	Підсилення з використанням композитних матеріалів
Міцність, МПа	6…25	240…500	1400…5800
Модуль пружності, МПа	12,6…30.5	$1,9…2,1x10^5$	$2,3…2,7x10^5$
Граничні деформації	0,027…0,037	0,012…0,025	0,0105…0,0215
Ефективність підсилення, %	25…30	40…60	20…35

Зважаючи на незначну вивченість композитних матеріалів, в порівнянні з широко застосовуваними традиційними матеріалами підсилення, можна констатувати, що з подальшим дослідженням їх застосування ефективність підсилення буде збільшуватись.

Висновки. Композитні матеріали мають перспективу для використання при підсиленні похилих перерізів залізобетонних конструкцій. Необхідно проводити подальший розвиток та розроблення більш ефективних схем використання. Це дасть можливість досягти вищої ефективності використання високих характеристик міцності та деформативності композитних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Мельник С.В. Робота підсилених за похилими перерізами згинальних залізобетонних елементів при мало цикловому навантаженні та удосконалення методики розрахунку: дис. … канд.. техн. наук: 05.23.01/ Мельник Сергій Вікторович – Р.: 2012. – 184с.
2. Валовий О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд / О.І. Валовий– Кривий Ріг: Мінерал, 2003.-270 с.
3. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд / З. Я. Бліхарський - Л: НУ «ЛП», 2008 – 108 с.
4. Дубіжанський Д. Експериментально-теоретичні дослідження міцності та деформативності залізобетонних балок, підсилених обоймою за дії навантаження / Д. Дубіжанський, З.Я. Бліхарський // Вісник ТНТУ. – 2011р. – Спецвипуск – Частина 1. – С. 183-1187.
5. Попруга Д.В.Задачі і методика експериментального дослідження залізобетонних балок, підсилених нарощуванням в стиснутій зоні бетоном з відходів збагачення залізних руд / Д. В. Попруга О. І. Валовий // Дороги і мости: зб. наук. пр. – К., 2008. –Вип. 10. – С. 54- 59.
6. Хило Е.Р. Підсилення залізобетонних конструкцій з зміною розрахункової схеми і напруженого стану / Е. Р. Хило, Б.С. Попович.-Л.: Вища школа,1976 – 147 с.
7. Лозовий Ю.І. Розрахунок металічних кронштейнів підсилення залізобетонних балок / Ю. І. Лозовий, Е. Р. Хило // Вісник ЛПІ. –Л., 1967. – Випуск №20. – С. 36-42.
8. Alzate A. Shear strengthening of reinforced concrete members with CFRP sheets / A. Alzate, A. Arteaga, A. de Diego, D. Cisneros, R. Perera// MaterialesdeConstrucción. – 2013. – P. 251-265
9. Шилин А.А. Внешнее армирование железобетонных конструкцій композиционными материалами / А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Картузов - М: Стройиздат, 2007. – 184 с.
10. Чернявський В.Л. Руководство по усилению железобетонных конструкцій композитними материалами / В.Л. Чернявський, Ю.Г. Хаютин, Е.З. Аскельрод, В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин. – М.: ООО «ИнтерАква», 2006. – 113 с.
11. Дані з офіційного сайтуSika: www.sika.com.
12. Дані з офіційного сайтуRuredil: www.ruredil.it.
13. Шевчик А. Нові матеріали фірми Sika для підсилення дорожніх та мостових об'єктів // Науково-технічна конференція, присвячена 70-річчю білоруської дорожньої науки «Будівництво і експлуатація автомобільних шляхів та мостів». – Мінськ. – 1998. – С.278 - 284.

АННОТАЦИЯ

В данной статье проводится обзор основных типов усиления наклонных сечений железобетонных балок и их сравнение с современными способами усиления, которые базируются на использовании высокопрочных композитных материалов .

Ключевые слова: усиления, наклонные сечения, железобетонная балка.

ANNOTATION

In this article an overview of the main types of reinforcement of the inclined cross section of reinforced concrete beams and comparisons with modern amplification methods based on the use of high-strength composite materials are described.

Keywords: reinforcement, inclined cross sections, reinforced concrete beam.

УДК 528.92:711.4

Верешко О.В.,
Луцький національний технічний університет,
к.т.н., доцент Волошин В.У.,
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

ЗАСТОСУВАННЯ АНАМОРФОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В УПРАВЛІННІ МІСЬКИМИ ТЕРИТОРІЯМИ НА ПРИКЛАДІ М. ЛУЦЬКА

Розглянуто особливості створення анаморфованих картографічних зображень для потреб управлінських рішень у містобудуванні та управлінні міськими територіями на прикладі території міста Луцька.

Ключові слова: *управління міськими територіями, анаморфоза, анаморфовані картографічні зображення, картографічні перетворення.*

Управлінські рішення у сфері управління міських територій – це результат альтернативної формалізації економічних, технологічних, соціально-психологічних, адміністративних методів менеджменту, на основі якого керуюча система організації безпосередньо впливає на міську територію.

Обґрунтування планувальних рішень забудови міст та управлінських рішень раціонального використання територій для розміщення будівництва неможливе без комплексного містобудівного аналізу району проектування. У зв'язку з цим в сучасних умовах значно зросла роль картографічних матеріалів, що дозволяють в наочній формі відображати природні та соціально-економічні умови міських територій.

Традиційно використовувані плани та карти не дають можливості отримати всю необхідну інформацію про умови міської території. Тому постала необхідність створення системи спеціальних карт і планів за допомогою сучасних геоінформаційних систем та технологій і/або із застосуванням систем автоматизованого проектування містобудівного призначення, різноманітних за змістом та розміром охоплюваної території. Такі цифрові карти необхідні для оцінки сучасного стану та перспективного планування розвитку міста. Вони повинні забезпечити раціональне розміщення селітебних територій, промисловості, створення системи міських центрів, транспортних мереж тощо.

Для вирішення цих потреб необхідно удосконалювати наявні на сьогоднішній день засоби відображення тематичного змісту традиційних електронних карт, що застосовуються у містобудуванні. А це передбачає створення нової системи графічних засобів, яка б дозволяла повно, чітко, всесторонньо та наочно описувати і зображати містобудівні об'єкти.

Реалізацію такої системи не можливо здійснити без сучасних геоінформаційних систем та технологій та потужного математичного апарату картографічних перетворень. Картографічні перетворення, за звичай, пов'язані з перетворенням способів, структури та метрики картографічного зображення. Існуючі в містобудуванні методи роботи з картами передбачають зміну способів та структури, без зміни метрики простору об'єктів, що вивчаються та проектуються. Нами пропонується використовувати при розв'язку управлінських рішень у містобудуванні анаморфовані картографічні зображення.

Анаморфованим картографічним зображенням, або анаморфозом називають графічне зображення, похідне від традиційної карти, що утворене трансформацією масштабу, який залежить від розподілу величини прояву певного явища, відображеного на початковій карті. Цей розподіл характеризується такою числовою характеристикою як щільність. Найбільш розповсюдженим різновидом таких зображень є площинні анаморфози, які вирівнюють у просторі карти щільність явища за рахунок зміни площ областей початкового картографічного зображення. Анаморфози дають графічне зображення території, топологічно тотожне покладеному в основу його створення.

Проблемам анаморфування присвячено чимало досліджень, зокрема, В.С. Тикунова, С.М. Гусейн-Заде, А.М. Суворова та ін. [2-5].

У рамках даного дослідження для створення анаморфованих картографічних зображень для потреб управлінських задач у містобудуванні пропонується наступний ітераційний аналітичний метод, суть якого полягає в наступному.

З математичної точки зору задачу побудови анаморфози можна розглядати як задачу відшукання відображення картографічної площини (x, y) в площину (u, v), які задані функціями:

$$u = U(x, y) \qquad v = V(x, y), \tag{1}$$

що вирівнює щільність $p(x, y)$ до деякого середнього $\overline{p}$. Остання вимога рівносильна наступній:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{p(x, y)}{\overline{p}}. \tag{2}$$

Розглянемо початкове картографічне зображення D_0 на площині з декартовою системою координат (x, y). При цьому для спрощення викладу, припустимо, що проекція карти, на основі якої будується анаморфоза, рівновелика. Щільність величини, у відповідності з якою відбуватиметься анаморфування, будемо розглядати як кусково-неперервну функцію $p(x, y)$ точок площини із середнім значенням $\overline{p}$ по області D_0.

Розглянемо покриття D_0. набором територіальних одиниць $\left\{S_з \middle| з = \overline{1,n}\right\}$, кожна з яких характеризується постійною щільністю p_i. Будемо вважати, що $p_з > 0, з = \overline{l,n}$, а набір $\left\{S_з \middle| з = \overline{l,n}\right\}$, задовольняє умови:

$$\bigcup_{з=1}^{n} S_з = D_0,\ \Delta\left(S_з \bigcap S_j\right) = 0, з \neq j,\ \Delta\left(S_з\right) > 0,\ з = \overline{1,n}, \tag{3}$$

де $\Delta(S)$ позначає площу геометричної фігури S.

Границі області D_0 та її територіальних одиниць $\left\{S_з \middle| з = \overline{1,n}\right\}$ апроксимуються ламаними з достатньо короткими ланками.

Запропонований алгоритм є ітеративним. На кожному кроці ітерації для будь-якої точки $z = (x, y)$ території, що анаморфується, визначається сумарний вектор зсуву $\vec{\nu}(x,y) = \sum_{i=1}^{n} \vec{\nu}_i$, де $\vec{\nu}_i$ – вектор зсуву, що створюється *i*-ою територіальною одиницею. При цьому, якщо територіальна одиниця має форму круга радіуса *R* з центром в початку координат і постійною щільністю *p*, то вектор зсуву дорівнює

$$\vec{\nu}(x,y) = \begin{cases} \vec{r}\left(\widetilde{R}/R - 1\right), & \text{при } \left\|\vec{r}\right\| = \sqrt{x^2 + y^2} \le R \\ \vec{r}\left(\sqrt{1 + \left(\widetilde{R}^2 - R^2\right)/\left\|\vec{r}\right\|^2} - 1\right), & \text{при } \left\|\vec{r}\right\| \ge R \end{cases}, \tag{4}$$

де $\widetilde{R} = R\sqrt{p/\overline{p}}$ – радіус круга, що відповідає середній щільності $\overline{p}$.

Застосувавши формулу Стокса, замість інтегрування по територіальній одиниці S_i здійснимо інтегрування по її границі, яку апроксимуємо замкненою ламаною з достатньо малими ланками. Після нескладних перетворень отримуємо:

$$\vec{\nu} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_i - \overline{p}}{\overline{p}} \right) \cdot \begin{pmatrix} \left(I_x(x_0, y_0)\right)_i \\ \left(I_y(x_0, y_0)\right)_i \end{pmatrix}^T, \tag{5}$$

де інтеграли $\left(I_x\right)_i = \int_{\partial S_i} \ln\left|\vec{r}\right| \partial y$, $\left(I_y\right)_i = \int_{\partial S_i} arctg\left(r_x / r_y\right) \partial y$ легко обчислюються.

Практичне застосування виразу (5) передбачає здійснення інтегрування вздовж кожної з ланок внутрішніх границь територіальних одиниць S_i двічі. При цьому орієнтація ланки протилежна для цих двох випадків, і відповідні інтеграли I_x та I_y у цих двох випадках відрізняються лише знаком. Це відбувається внаслідок того, що кожна така ланка належить одночасно границям двох різних територіальних одиниць S_i та S_j, що межують одна з одною. Щоб скоротити витрати машинного часу при обчисленні координат

сумарного вектора зсуву доцільно проводити інтегрування окремо по зовнішній та внутрішній границях картографованої території.

Методично це здійснюється так. Нехай L – кількість ланок зовнішньої границі області D_0, M – кількість ланок внутрішніх границь. Для j-тої ланки зовнішньої границі через p_j будемо позначати щільність тієї територіальної одиниці, з якою межує ця ланка. Для j-тої ланки внутрішньої границі через p_j^+ будемо позначати щільність тієї територіальної одиниці, з якою межує ця ланка, орієнтація границі якої співпадає з орієнтацією ланки; а через p_j^- – щільність сусідньої. Використовуючи введені позначення, компоненти сумарного вектора зсуву можна обчислити за наступними формулами:

$$\vec{v}_x(x_0, y_0) = -\frac{1}{2\pi}\left[\sum_{j=1}^{L}\left(\frac{p_j - \overline{p}}{\overline{p}}\right)(I_x)_j + \sum_{j=1}^{M}\left(\frac{p_j^+ - p_j^-}{\overline{p}}\right)(I_x)_j\right], \quad (6)$$

$$\vec{v}_y(x_0, y_0) = -\frac{1}{2\pi}\left[\sum_{j=1}^{L}\left(\frac{p_j - \overline{p}}{\overline{p}}\right)(I_y)_j + \sum_{j=1}^{M}\left(\frac{p_j^+ - p_j^-}{\overline{p}}\right)(I_y)_j\right]. \quad (7)$$

Для попередження порушення цілісності картографічного зображення («наповзання» сусідніх областей одна на одну), на перших k кроках ітерації вектор зсуву $\vec{v}$ множився на коефіцієнт поправки, що дорівнює $c_i = 1/(k-i+1)$ на i-тому кроці. Після перерахунку координат точок з дискретної кусково-лінійної апроксимації зовнішньої та внутрішньої границь за формулою $z_{нов} = z_{ст} + c_i\vec{v}(z_{ст})$, визначення площ трансформованих територіальних одиниць $\Delta(S_i'), i = \overline{1,n}$ і нових щільностей $p_i' = \frac{p_i\Delta(S_i)}{\Delta(S_i')}, i = \overline{1,n}$ явища, яке розглядається, обчислюється величина

$$\varepsilon_i = \max_{i=1,n}\left|p_i - \overline{p}\right|, \quad (8)$$

що характеризує точність анаморфованого зображення. Ітеративний процес припиняється на j-тому кроці, якщо досягається наперед задана точність (як правило, $\varepsilon = 0{,}01$), тобто, якщо $\varepsilon_j \le \varepsilon$.

В результаті запропонованого аналітичного апарату розроблено ітераційний алгоритм побудови анаморфованих картографічних зображень для потреб управлінських задач, в тому числі і у містобудуванні. На основі запропонованого алгоритму розроблено програмний модуль побудови анаморфованих картографічних зображень.

За допомогою розробленого програмного забезпечення створено серію анаморфованих картографічних зображень території міста Луцька для потреб управлінських задач містобудівної та грошової оцінки території.

Як приклад, наведено картографічні зображення, що характеризують престижність району проживання міста Луцька (рис. 1), забезпеченість

закладами охорони здоров'я районів міста Луцька (рис. 2) та індекс містобудівної цінності оціночних районів міста Луцька (рис. 3).

Рис. 1. Анаморфована карта престижності району проживання м. Луцька

Рис. 2. Анаморфована карта забезпеченості закладами охорони здоров'я районів м. Луцька

Рис. 3. Анаморфована карта індексу містобудівної цінності оціночних районів міста Луцька

Отже, на основі програмної реалізації запропонованого математичного апарату побудови анаморфованих картографічних зображень підтверджено доцільність індекс містобудівної цінності оціночних районів міста Луцька та

ефективність їх застосування для для потреб управлінських задач міськими територіями.

Література

1. Верешко О.В. Застосування анаморфованих картографічних зображень в управлінні міськими територіями // Зб. тез доповідей IV міжнародної конференції «Науково-методичне та практичне забезпечення містобудування, територіального та стратегічного планування», Макіївка, Донбаська національна академія будівництва та архітектури, 15-16 травня 2014р – Макіївка: ДонНАБА, 2014. - С. 9-12.

2. Король П.П. Математико-картографічне забезпечення моніторингових досліджень ерозійно-небезпечних земель із застосуванням анаморфованих зображень / П.П. Король, В.У. Волошин, О.В. Рудик. – Міжвід. наук.-техн. Зб. «Геодезія, картографія і аерофотознімання», №76 (2012). –Львів, вид-во «НУ Львівська політехніка». – С. 110-117.

3. Мельник В.М. Основи картографії: навч. посібн. / В.М. Мельник. – Луцьк : РВВ Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. – 212 с. (Лист Мінмолодьспорту № 1/11-9794 від 18.06.2012)

4. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: Учебник -М.: Изд-во МГУ, 1997. -405 с.

5. White M.S., Griffin P . Piecewise linear rubber-sheet map transformation // The American Cartographer. –1985.12. № 2. – P. 123-131.

6. Gastner M.T., Newman M.E.J. Diffusion-based method for producing density equalizing maps// Proc. Natl. Acad. Sci. USA, № 101. -2004. -P.7499–7504.

ANNOTATION

The features of creating of anamorphosis cartographic images for purposes of making in urban planning and management of urban areas on the example of the city of Lutsk.

Key words: management of urban areas, anamorphosis, anamorphosis cartographic images, cartographical transformations.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены особенности создания анаморфированых картографических изображений для нужд управленческих решений в градостроительстве и управлении городскими территориями на примере территории города Луцка.

Ключові слова: управление городскими территориями, анаморфоза, анаморфированые картографические изображения, картографические преобразования.

УДК 691.629; 666.29

Висоцька Л.М., ПП «Руслан та Людмила», м. Київ,
к.т.н., доцент Савенко В. І., Савенко С. С.
Київський національний університет будівництва і архітектури
д.т.н, професор Фіалко Н.М.,
Київський національний технічний університет «КПІ»
д.т.н. Фаренюк Г.Г.,
ДП Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, м. Київ
к.т.н., доцент Кислюк Д.Я.,
Луцький національний технічний університет

БОРОТЬБА З КОРОЗІЄЮ МЕТАЛІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ І ТЕХНОЛОГІЯМИ

Корозія приводить до мільярдних збитків щорічно, які полягають у виведенні з ладу виробів і машин з металу, а також у витратах по захисту і відновленню металевих виробів.

Дослідження процесів корозії дає основу стверджувати, що надійний захист від корозії це в першу чергу правильна підготовка поверхні і тільки потім якісний шар герметиків, фарб або інших типів покриття.

Екологічно чиста речовина рослинного походження запатентована і випробувана з назвою «Консервант-модифікатор перетворювач-ґрунт іржі «КОНТРАСТ» є ефективним засобом блокування джерел (іржавіння) корозії і підготовки поверхонь до захисних покриттів.

Ключові слова: *КОНТРАСТ, корозія, іржа, захисні покриття, екологія.*

Вступ. Величезні затрати на заміну чи відновлення вражених корозією металевих частин, деталей машин і устаткування, конструкцій будівель і виробів широкого вжитку спонукають людство до пошуків засобів захисту від корозії. Дослідження і досвід багаторічної експлуатації металевих виробів показують, що найважливішим моментом у захисті і запобіганні корозії є надійна і правильна підготовка поверхонь металів до пофарбування. Легше і надійніше запобігти процесу корозії, ніж зупинити і відновити вражені деталі і вироби.

Постановка проблеми. Вивчення видів корозії і процесів, що випробуються при початку і в ході коронування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні до пофарбування під якою неможливий початок корозії під захисним шаром.

Аналіз публікації. Відомо багато досліджень процесів корозії і улаштування захисних покриттів. Існує також багато речовин для очистки поверхонь, інгібіторів, напилень, домішок і т.п. Екологічно безпечних, ефективних засобів рослинного походження не представлено. Є вже запатентований перетворювач «CONTRRUST» Патент № (11) 61544, автор Висоцька Л.М. Але технологія його застосування і просування на ринку ще іде досить повільно.

Цілі статті. Популяризація перетворювача іржі «КОНТРАСТ» і поширення нових технологій захисту металів від корозії екологічно безпечним способом, способом упередження початку процесів корозії з наступним захисним пофарбування поверхні.

Корозія – це руйнування металів в результаті хімічної або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем. У загальному випадку це руйнування будь-якого матеріалу, будь то метал або кераміка, дерево або полімер. Причиною корозії служить термодинамічна нестійкість конструкційних матеріалів до впливу речовин, що знаходяться в контактному середовищі.

Наприклад, киснева корозія заліза у воді:

$$4Fe + 6H_2O + 3O_2 = 4Fe(OH)_3$$

Гідратований оксид заліза $Fe(OH)_3$ і є тим, що називають іржею.

Корозія металів – руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з корозійної середовищем. Для процесу корозії слід застосовувати термін «корозійний процес», а для результату процесу – «корозійне руйнування». Утворення гальванічних пар з користю застосовують для створення батарей і акумуляторів. З іншого боку утворення такої пари призводить до несприятливого процесу, жертвою якого стає цілий ряд металів, - корозії.

Під корозією розуміють що процес відбувається на поверхні електрохімічне або хімічне руйнування металевого матеріалу. Найбільш часто при корозії метал окислюється з утворенням іонів металу, які при подальших перетвореннях дають різні продукти корозії. Корозія може бути викликана як хімічними, так і електрохімічним процесом. Відповідно, розрізняють хімічну й електрохімічну корозію металів.

Хімічна корозія – взаємодія поверхні металу з корозійно-активним середовищем, не супроводжується виникненням електрохімічних процесів на межі фаз. У цьому випадку взаємодії окислення металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають в одному акті. Наприклад, утворення окалини при взаємодії матеріалів на основі заліза при високій температурі з киснем:

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

При електрохімічної корозії іонізація атомів металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають не в одному акті та їх швидкості залежать від електродного потенціалу металу (наприклад, іржавіння сталі в морській воді).

При зіткненні двох металів з різними окислювально-відновними потенціалами і зануренні їх у розчин електроліту, наприклад, дощової води з розчиненим вуглекислим газом CO_2, утворюється гальванічний елемент, так званий корозійний елемент. Він являє собою не що інше, як замкнуту гальванічну клітинку. У ній відбувається повільне розчинення металевого матеріалу з більш низьким окислювально-відновним потенціалом, другий електрод у парі, як правило, не кородує. Цей вид корозії особливо притаманний металам з високими негативними потенціалами. Так, зовсім невеликої кількості домішки на поверхні металу з великим редокс-потенціалом достатньо для виникнення корозійного елемента. Особливо вразливі місця зіткнення металів з різними потенціалами, наприклад, зварювальні шви або заклепки. Якщо розчиняється електрод корозійно-стійкий, процес корозії сповільнюється. На цьому засновано захист залізних виробів від корозії шляхом оцинкування – цинк має більш негативний потенціал, ніж залізо, тому в такій парі залізо відновлюється, а цинк повинен кородувати.

Однак у зв'язку з утворенням на поверхні цинку оксидної плівки процес корозії значно сповільнюється.

Якщо відбувається відновлення іонів H_3O^+ або молекул води H_2O, говорять про водневу корозію або корозію водневою деполяризацією. Відновлення іонів відбувається за такою

схемою: $2H_3O^+ + 2e^- \qquad 2H_2O + H_2$

або $2H_2O + 2e^- \qquad 2OH^- + H_2$

Якщо водень не виділяється, що часто відбувається в нейтральному або сильно лужному середовищі, відбувається відновлення кисню і тут говорять про кисневу корозію або корозію з кисневою деполяризацією:

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \qquad 4OH^-$$

Може утворюватися не тільки при зіткненні двох різних металів. Корозійний елемент одного металу, якщо, наприклад, структура поверхні неоднорідна.

Корозія приводить щорічно до мільярдних збитків, і вирішення цієї проблеми є важливим завданням. Основний збиток, що заподіюється корозією, полягає не у втраті металу як такого, а у величезній вартості виробів,що руйнуються корозією. Ось чому щорічні втрати від неї в промислово розвинених країнах настільки великі. Справжні збитки від неї не можна визначити, оцінивши лише прямі втрати, до яких відносяться вартість зруйнованої конструкції, вартість заміни обладнання, витрати на заходи по захисту від корозії. Ще більшої шкоди становлять непрямі втрати. Це простої устаткування при заміні прокородованих деталей і вузлів, витік продуктів, порушення технологічних процесів.

Ідеальний захист від корозії на 80% забезпечується правильною підготовкою поверхні, і лише на 20% якістю використовуваних лакофарбових матеріалів і способом їх нанесення. Найбільш продуктивним і ефективним методом підготовки поверхні перед подальшим захистом субстрату є абразивоструменеве очищення. Воно ж є і найбільш трудомістким і технологічно складним.

Розрізняють три напрями методів захисту від корозії:

1. Конструкційний.
2. Активний.
3. Пасивний

Для запобігання корозії в якості конструкційних матеріалів застосовують нержавіючі сталі, кортеновскі сталі, кольорові метали. При проектуванні конструкції намагаються максимально ізолювати від попадання корозійного середовища, застосовуючи клеї, герметики, гумові прокладки.

Активні методи боротьби з корозією спрямовані на зміну структури подвійного електричного шару. Застосовується накладення постійного електричного поля за допомогою джерела постійного струму, напруга вибирається з метою підвищення електродного потенціалу захищається металу. Інший метод - використання жертовного анода, більш активного матеріалу, який буде руйнуватися ,оберігаючи захищається виріб. Як захист від корозії може застосовуватися нанесення будь якого покриття, яке перешкоджає утворенню корозійного елемента (пасивний метод).

Барвисте покриття, полімерне покриття і емалювання повинні, дозволяють насамперед, запобігти доступу кисню і вологи. Часто також застосовується покриття сталі іншими металами, такими як цинк, олово, хром, нікель. Цинкове покриття захищає сталь навіть коли покриття частково зруйновано. Цинк має більш негативний потенціал і кородує першим. Іони Zn^{2+} токсичні. При виготовленні консервних банок застосовують жерсть, покриту шаром олова. На відміну від оцинкованої бляхи, при руйнуванні шару олова

кородують посилено, як залізо, так і олово, бо воно має більш позитивний потенціал. Інша можливість захистити метал від корозії застосування захисного електрода з великим негативним потенціалом, наприклад, з цинку або магнію. Для цього спеціально створюється корозійний елемент. Захищається, метал виступає в ролі катода, і цей вид захисту називають катодним захистом. Розчиняється електрод, який називають анодом протекторного захисту. Цей метод застосовують для захисту від корозії морських суден, мостів, котельних установок, розташованих під землею труб.

Якщо порівняти потенціали цинку і магнію з залізом, вони мають більш негативні потенціали. Але при цьому кородують вони повільніше внаслідок утворення на поверхні захисної оксидної плівки,яка захищає метал від подальшої корозії. Утворення такої плівки називають пасивацією металу. У алюмінію її підсилюють анодним окисленням (анодування). При додаванні невеликої кількості хрому в сталь на поверхні металу утворюється оксидна плівка. Вміст хрому в нержавіючій сталі – більше 12 відсотків. Для експлуатації металовиробів в агресивних середовищах,необхідна більш стійкий антикорозійний захист поверхні металовиробів.

Термодифузійне цинкове покриття є анодним по відношенню до чорних металів і електрохімічно захищає сталь від корозії. Воно володіє міцним зчепленням (адгезію) з основним металом за рахунок взаємної дифузії заліза і цинку в поверхневих інтерметаллітних і деформаціях оброблених виробів.

Дифузійне цинкування, здійснюване з парової або газової фази при високих температурах (375 – 850º С), або з використанням розрідження (вакууму) – при температурі від 250 ºС, застосовується для покриття кріпильних виробів, труб, деталей арматури і ін. конструкцій. Значно підвищує стійкість сталевих,чавунних виробів у середовищах, що містять сірководень (в т.ч. проти сірководневого корозійного розтріскування), промислової атмосфері, морській воді та ін. Товщина дифузійного шару залежить від температури, часу, способу цинкування і може становити 0,01 - 1,5 мм. Сучасний процес дифузійного цинкування дозволяє утворювати покриття на різьбових поверхнях кріпильних виробів, без утруднення їх наступного закручення.

Мікротвердість шару покриття Hu = 4000 – 5000 МПа. Дифузійне цинкове покриття також значно підвищує жаростійкість сталевих і чавунних виробів,при температурі до 700 ºС. Можливе отримання легованих дифузійних цинкових покриттів, що застосовується для підвищення їх службових характеристик.

Цинкування - це процес нанесення цинку або його сплаву на металевий виріб для додання його поверхні певних фізико-хімічних властивостей, у першу чергу високого опору корозії. Цинкування – найбільш поширений і

економічний процес металізації, застосовуваний для захисту заліза і його сплавів від атмосферної корозії. На ці цілі витрачається приблизно 40% світового видобутку цинку. Товщина покриття повинна бути тим більша, чим агресивніше навколишнє середовище і чим довший передбачуваний термін експлуатації. Цинкуванню піддаються сталеві листи, стрічка, дріт, кріпильні деталі, деталі машин і приладів, трубопроводи та ін. металоконструкції. Декоративного призначення цинкове покриття зазвичай не має, деяке поліпшення товарний вигляд набуває після пасивування оцинкованих виробів у хроматних, або фосфатних розчинах, що додають покриттям райдужного забарвлення. Найбільш широко використовується оцинкована смуга,що виготовляється на автоматизованих лініях гарячого цинкування, тобто методом занурення в розплавлений цинк. Методи розпилення і металізація дозволяють покривати вироби будь-якого розміру (наприклад, щогли електропередач, резервуари, мостові металоконструкції, дорожні огородження). Електролітичне цинкування ведеться в основному з кислих і лужно-ціанистих електролітах, спеціальні добавки дозволяють отримувати блискучі покриття.

Для боротьби з корозією використовують також методи газотермічного напилення. За допомогою газотермічного напилення на поверхні металу створюється шар з іншого металу (сплаву, що володіє більш високою стійкістю до корозії (ізолюючий) або навпаки менш стійкий (протекторний). Такий шар дозволяє зупинити корозію, захистити метал. Суть методу така: газовим струменем на поверхню виробу на величезній швидкості наносять частки металевої суміші, в результаті чого утворюється захисний шар товщиною від десятків до сотень мікрон. Газотермічне напилення також застосовується для продовження життя зношених вузлів устаткування: від відновлення рульової рейки в автосервісі до нафтовидобувних компаній. Використання таких захисних покриттів чорних металів іншими металами для електрохімічного захисту, а також захист шляхом «напилення» на рівні нанотехнологій на поверхні металовиробів, різного виду опромінення потребують спеціальних технологій, досить складного устаткування,матеріалів трудовитрат і часто роботи по захисту металовиробів перевищують вартість виготовлення нових деталей для заміни вражених корозією зношених частин.

Крім того, набуло особливого значення питання екологічної безпеки як в процесі виконання робіт, так і в процесі експлуатації та наступної утилізації виробів. Все це шкідливі для людини і навколишнього середовища процеси.

Створення екологічно безпечних матеріалів і технологій з використанням природної рослинного походження органічної сировини новий напрямок в питанні боротьби з корозією чорних металів. З метою блокування мікроскопічних можливих центрів корозії підвищення перетворюючої здатності

покриваючої речовини і знищення джерел корозії в тілі металу і в мікропорах було створено і запатентовано (Патент № (11) 61544 автор Висоцька Л.М.) рідкий водний композиційний матеріал – перетворювач іржі «Контраст», універсальний антикорозійний засіб на основі спеціальних дубильних речовин і харчових високомолекулярних кислот густиною >1,4г/СМ^3 з температурою кипіння > 210 ºС з розчинністю в органічних речовинах: етиловому спирті, етиловому ефірі, хлороформі. Спеціально підібраний склад цього матеріалу дозволяє перетворювати іржу товщиною 100 – 300 мкм в захисну антикорозійну плівку–ґрунт, яка надійно блокує залишкову іржу в мікропорах і припиняє процес корозії і руйнування металу.

Єдиним виробником консерванта-модифікатора-ґрунту-перетворювача іржі «КОНТРАСТ» є Приватне підприємство «Руслан та Людмила» у відповідності до умов ДСТУ 4372-2005 (розробником якого є ПП «Руслан і Людмила та Асоціація «Лісові ресурси»).

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» є повноцінним матеріалом, який має дифузійні властивості і зв'язує іржу на поверхні металу в складну металоорганічну сполуку, що одержується після реакції оксидів заліза з високомолекулярними кислотами. Металоорганічні сполуки вступають в реакцію з дубильними речовинами на холоді при 10-20ºС з утворенням темно-синьої плівки з середньою товщиною 35-40 мікрометрів, яка пасивує розвинуту поверхню заліза навіть при наявності доступу кисню в вологому середовищі при відносній вологості повітря вище 75%, під якою відсутній осмос.

Реакція компонентів протікає на протязі двох годин.

Подальші шари покриттів наносяться відразу після висихання модифікатора, а в місцях підвищеної вологості відразу після нанесення «КОНТРАСТ» під покриття, які наносяться на вологу поверхню. Застосовується на різного виду металоконструкціях, зокрема незамінний при обробці металоконструкцій складної конфігурації (спортивні споруди, при консервуванні та відновленні об'єктів будівництва, арматура під сендвіч-панелями, вузли, при будівництві і ремонті магістральних трубопроводів перед установкою підсилюючих елементів і ін.)

Головна перевага модифікатора-перетворювача-консерванта-ґрунту в тому, що він екологічно чистий, виготовлений на рослинній основі, всі компоненти 3 та 4 ступеня небезпеки, не горючий, не токсичний, не канцерогенний, може стикатися з питною водою, до максимуму виключає піскоструменеве і дробоструменеве очищення, закріплює окалину, замінює міжопераційний і перший шар ґрунту, розчинником є вода що містить срібло, блокує центри корозії за рахунок дифузійних властивостей, незамінний при боротьбі з щілинною корозією, не потрібний змив, знежирення поверхні

(знежирюються тільки локальні місця), знепилювання, скорочуються терміни перебування металоконструкції в ремонті і трудовитрати, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, в залізобетоні, під сандвіч-панелі, під системи лакофарб них покриттів і так далі), простий в застосуванні (навіть у польових умовах), наноситься зручним способом, модифікація іржі і утворення антикорозійної захисної плівки-ґрунту відбувається за рахунок органічних сполук. Витрата «КОНТРАСТ» на 1 кв.м. поверхні 60 – 100 мл.

Металоконструкції і металопрокат прокородований до 100 мкм може оброблюватись модифікатором «КОНТРАСТ» для консервації на складах, зокрема можуть оброблюватись кінці арматури на період транспортування. Антикорозійна захисна плівка-ґрунт, що утворилася, позитивно впливає на рідко текучість зварювальної ванни шва, не утворюючи пір (висновок НДІ ім. Патона, м. Київ), є незамінна при реставрації, модернізації, реконструкції і відновленні довгобудів.

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» дозволяє уникнути необхідності в похованні відходів, що отримуються в ході очищення поверхонь отруйними ЛФМ, утворюють гідроізоляцію і улаштування деформаційних швів мостів, естакад. Захист портових конструкцій і споруд, берегових основ і ґрунтів, підготовку поверхні без застосування піскоструменя, та використання турбофрези. А також продовжує термін служби об’єктів, забезпечує захист від загоряння, чистоту і екологічність свого застосування, не надаючи негативної дії на здоров’я людини і навколишнє середовище в цілому.

Численні перевірки і випробування запропонованого матеріалу і технології виконання робіт проведені МОЗ України, Міністерством охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, НАН України. Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона, фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка, Міноборони України, Мінагрополітики України, та ін. підтвердили ефективність запропонованого напрямку боротьби з корозією.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4372:2005 «Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги». м. Київ:2006р. С.30

2. Патент №(11) 61544 «Перетворювач іржі «Контраст» Висоцька Л.М. 2003р.

3. Висоцька Л.М. „Преобразователь ржавчины «Контраст» - надежная защита от коррозии”: Журнал „Винахідник і раціоналізатор” №4. м. Київ: 2010 р. С.4-9.

4. Савенко В.І., Висоцька Г.Ф., Кислюк Д.Я., Коваль Л.В. Консервант-модифікатор претворювач-грунт іржі «Контраст» // "Сучасні технології та

методи розрахунків у будівництві": збірник тез доповідей всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів, 21–23 листопада 2013 р., м. Луцьк – Луцьк: РВВ Луцький НТУ, 2013. с. 96 – 98.

АННОТАЦИЯ

Экологически чистое вещество растительного происхождения запатентовано и испытано с названием «Консервант-модификатор преобразователь-грунт ржавчины «КОНТРАСТ» является эффективным средством блокировки источников (ржавчина) коррозии и подготовки поверхностей к защитным покрытиям.

Ключевые слова: КОНТРАСТ, коррозия, ржавчина, защитные покрытия, экология.

ANNOTATION

Ecologically the clean matter of phytogenous is patented and tested with the name «Conservative - modifier of transformer of blight is soil «CONTRAST» is the effective mean of blocking of sources (corroding) of corrosion and preparation of surfaces to sheeting.

Keywords: CONTRAST, corrosion, blight, sheeting, ecology.

УДК 621.314

Власюк Т.О., к.т.н., доцент Пахолюк О.А.,
Луцький національний технічний університет

ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ПАСИВНИХ БУДИНКІВ

Розглядаються засади проектування пасивних будинків, основні переваги та проблеми. Визначено основні конструктивні параметри будівель, які визначають їх енергетичну ефективність.

Ключові слова: *енергозбереження, пасивний будинок, теплоізоляція.*

Постановка проблеми. Близько 50 % житлового фонду України становлять будинки індивідуальної забудови [1], тому , енергозбереження у сфері житлового будівництва є пріоритетним у нашій державі та світі в цілому, бо проблема енергозабезпечення стосується великої кількості людей. У звичайних будинках відбуваються великі втрати енергії через недостатню ізоляцію стін, підлоги, даху, негерметичність вікон та дверей, невдалі об'ємно-планувальні рішення, моральну та фізичну застарілість будинків, їх складових частин та ряду інших негативних факторів, з якими потрібно боротися. Адже, все це призводить до використання великої кількості викопних природних енергоресурсів, які почали вичерпуватися з часом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для впровадження будівельних нормативів з підвищення енергоефективності будівель необхідне розроблення національної програми енергозбереження за допомогою термомодернізації, створення системи енергетичного аудиту та енергетичного паспорта будинків [2, 3]. З метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрівання під час експлуатації будинків та споруд в Україні введено ДБН В.2.6-31:2006 „Теплова ізоляція будівель", які встановлюють вимоги до теплотехнічних показників будинків і споруд, порядку їх розрахунку та необхідність складання енергетичного паспорта з присвоєнням будинкам класу енергетичної ефективності.

Питанням проектування пасивних будинків займався Вольфганг Файст - засновник Інституту Пасивного будинку в Дармштадті, Німеччина та автор книги « Основні положення по проектуванню пасивних будинків»[4, 5].

Для повнішого використання потенціалу енергозбереження у 2002 р. прийнято директиву ЄС 2002/91/WE EPBD (Energy Performance of Buildings Directive). У 2010 р. Парламент ЄС ухвалив зміни в Директиві 2010/31/EU, що стосуються енергетичної характеристики будинків, згідно з якими вже у 2021 році на територіях Європейського Союзу мають зводитись тільки будинки з дуже

низькою потребою в енергії (nearly zero energy building – nZEB), в яких частково буде використано відновлювальні джерела енергії [6-9].

Мета дослідження. Надати теоретичне обґрунтування ефективності енергозбереження за рахунок будівництва і експлуатації пасивного будинку, дослідити раціональність використання спеціальних будівельних матеріалів і конструкцій для такого виду будівництва, дослідити способи вентиляції пасивного будинку, виявити переваги та недоліки пасивних будинків.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні енергозбереження займає ключову роль у формуванні ефективного функціонування і розвитку нашого суспільства. Усі розвинені країни світу приділяють увагу енергозбереженню і енергоефективності не тільки на державному рівні, а і на рівні підприємств та суспільства в цілому. Нині Україна почала приділяти увагу енергозбереженню, орієнтуючись на досвід країн Європи та світовий досвід.

Для перебудови українського житлового фонду слід звернути увагу на впровадження у технологічний процес побудови нових будівель, а саме зведення пасивних будинків. Пасивний будинок (нім. Passivhaus, англ. passive house) являє собою, енергоефективний будівельний стандарт, який створює комфортні умови проживання, одночасно є економічним і надає мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Головним чинником пасивного будинку є функціонування як окрема одиниця, яка не залежить від централізованого тепло-енергопостачання, являє собою самостійну енергосистему, отже проблема теплових втрат автоматично ліквідується, при будівництві пасивного будинку. Точніше визначення пасивного будинку : пасивний будинок - це будинок, який не споживає енергію на опалювання при температурі 0 °С. Щоб досягти цього необхідно надати будинку 5 основних складових:

1. Виключно високий рівень теплоізоляції;
2. Добре ізольовані віконні рами з потрійним низько енергетичним склом;
3. Конструкція вільні від мостиків холоду;
4. Герметична оболонка будівлі;
5. Комфортна вентиляція з високою ефективною рекуперацією тепла.

Для будівництва, як правило, вибираються екологічно чисті матеріали, часто традиційні - дерево, камінь, цегла. Останнім часом часто будують пасивні будинки з продуктів рециклізації і неорганічного сміття - бетону, скла і металу. У Німеччині побудовані спеціальні заводи з переробки таких відходів у будівельні матеріали для енергоефективних будівель.

Технологія пасивного будинку передбачає ефективну теплоізоляцію стін, підлоги, стелі, горища, підвалу та фундаменту. У пасивному будинку

формується кілька шарів теплоізоляції - внутрішня і зовнішня. Це дозволяє одночасно не випускати тепло з дому і не впускати холод всередину нього. Також проводиться усунення «містків холоду» в огороджувальних конструкціях. У результаті в пасивних будинках тепловтрати через огороджувальні поверхні не перевищують 15 кВт / м^2 опалювальної площі на рік - приблизно в 20 разів нижче, ніж у звичайних будинках.

Що стосується вікон, то використовуються дво- або трикамерні склопакети, заповнені низько теплопровідним аргоном або криптоном. Застосовується більш герметична конструкція примикання вікон до стін, утеплюються віконні прорізи. Скло має спеціальний склад, обробляється особливим чином, покривається плівками, що відбивають теплове випромінювання. Найбільші вікна направлені на південь (у північній півкулі) і приносять у середньому більше тепла, ніж втрачають. Згідно з європейськими нормами (EN 10077) коефіцієнт теплопередачі для теплих вікон повинен становити менше 0,8 Вт /(м² • К) (або R0 близько 1,25 (м² • ºС) /Вт).

Зрозуміло, що поряд з суперізольованими енергоефективними вікнами, пасивний будинок вимагає також двері з відповідними коефіцієнтами теплопередачі. Температура поверхні дверей повинна бути досить високою, так щоб зберігалося тепло від сонячних променів, та одночасно холодне повітря не могло проникнути у простір перед дверима. При розробці дверей Пасивного Будинку повинно бути досягнуто середнього коефіцієнту теплопередачі U-значення 0,8 Вт/(м² • К). (відповідно до EN 10077).

Сьогодні досягнення стандарту пасивного будинку критично переплітається з його герметичністю. Герметичність впливає на ефективне використання енергії та комфорту в будинку. Герметичність житла, або її повітропроникність, виражається в термінах витоку повітря в кубічних метрах на годину на квадратний метр площі конверту (оболонки) будинку, коли будівля піддається перепаду тиску 50 Па. Площу будинку визначають в цьому контексті як загальну площу всіх підлог, стін і стель, що межують з будинком, включаючи елементи інших прилеглих опалювальних або неопалюваних просторів.

У енергоефективних будівлях використовується складна система вентиляції: замість вікон з відкритими пазами використовуються звукоізолюючі герметичні склопакети, а припливно-витяжна вентиляція приміщень здійснюється централізовано через установку рекуперації тепла. Додаткового підвищення енергоефективності можна домогтися, якщо повітря виходить з дому і надходить у нього через підземний повітропровід, забезпечений теплообмінником. У теплообміннику нагріте повітря віддає тепло холодному повітрю.

Взимку холодне повітря входить в підземний повітропровід, нагріваючись там за рахунок тепла землі, і потім надходить у рекуператор. Там відпрацьоване домашнє повітря нагріває вхідне свіже та викидається на вулицю. Нагріте свіже повітря, що надходить в будинок, має в результаті температуру близько 17^{o} С.

Влітку гаряче повітря, надходячи в підземний повітропровід, охолоджується там від контакту з землею приблизно до цієї ж температури. За рахунок такої системи в пасивному будинку постійно підтримуються комфортні умови. Лише іноді буває необхідно використання малопотужних нагрівачів або кондиціонерів (тепловий насос) для мінімального регулювання температури.

Вирішальний параметр для належного функціонування пасивного будинку — максимальне постачання вільного тепла. Сонячна енергія є променистим джерелом тепла, що впливає на природні процеси, від яких залежить усе життя. При проектуванні будинків деякими з природних процесів можна керувати шляхом запровадження засобів для допоміжного обігріву та/чи охолодження будинків.

Висновки. Враховуючи всі існуючі передумови, розробка сучасних комбінованих систем енергозабезпечення пасивних будинків набуває широкого значення і є актуальною науковою задачею, вирішення якої потребує ґрунтовного системного аналізу об‘єкту досліджень в частинах енергетичного аудиту та енергоефективності системи енергозбереження.

Переваги пасивного будинку були повністю вище перерахованими, а єдиним його недоліком є висока вартість сонячних елементів та їх низький ККД. (ККД високопродуктивних плоских сонячних колекторів = 65%.).

Проте, не зважаючи на це, зараз проектується місто Масдар в ОАЕ, побудовою якого намагаються довести можливість створення міста, що не виділяє CO_2 і не продукує відходів сміття. Інший приклад - башта майбутнього (проект William McDonough & Partners) - хмарочос, що працює як дерево: у споруді виробляється кисень, дистилюється вода, генерується енергія. При цьому, її форма змінюється залежно від пори року, а згідно з законодавством Фінляндії, з 2010 року можна будувати тільки low-energy-будинки (будинки з ультранизьким споживанням енергії). З 2015 року - пасивні будинки, з 2020 року - zero energy (будинки з нульовим споживанням енергії), з 2030 року - plus energy (з додатковою виробленням енергії). Тобто, затрати на купівлю дорожчих будівельних матеріалів повністю повертаються за рахунок економії на тепло та енергозабезпеченні, що робить пасивні будинки не лише екологічно, а і повністю економічно вигідними.

Список використаних джерел

1. Житловий фонд України [Електронний ресурс]: Держ. ком. статистики України. – Режим доступу: http://ukrstat.gov.ua.

2. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Фаренюк Г.Г. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.

3. Матросов Ю.А. Повышенная теплозащита и энергоэффективность зданий: проблемы и решения. Опыт России / Ю.А. Матросов // Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym. Czestochowa, 2007. – S. 201–217

4. Файст В. "Основные положения по проектированию пассивных домов" (Wolfgang Feist "Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser") - Переклад з німецької з доповненнями під редакцією А. Е. Елохово М .: Видавництво Асоціації будівельних вузів, 2008. - 144 стор., Іл. Формат 70x100, мягк. обл.

5. Пакет проектирования пассивного дома (PHPP) – 2007 / В. Файст и др. Институт пассивного дома, Дармштадт.

6. Zrównoważone budownictwo. Seria Dokumenty Unii Europejskiej dotyczące budownictwa. – Warszawa: ITB, 2010.

7. Саницький М.А. Енергозберігаючі технології в будівництві [Навч. посібник] / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 248 с.

8. Вуйцікевич М. Аналіз енергетичних показників індивідуальних будинків / М. Вуйцікевич, М. Саницький, Р. // ЕКОінформ. – 2011. – № 3 (263). – С. 50–51.

9. Cost optimal and nearly zero (nZEB) energy performance calculations for residential buildings with REHVA definition for nZEB national implantation / J. Kurnitski, A. Saari, T. Kalamees et al. // Energy and building. – 2011. – № 43. – P. 3279–3288.

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основы проектирования пассивных домов, основные преимущества и проблемы. Определены основные конструктивные параметры зданий, которые определяют их энергетическую эффективность.

Ключевые слова: энергосбережение, пассивный дом, теплоизоляция.

ANNOTATION

We consider the design principles of passive houses, the main advantages and problems. The main design parameters of the buildings that define their energy efficiency.

Keywords: energy saving passive house thermal insulation.

УДК 728

Гарник М.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РОЛЬ ДІЛОВИХ ЦЕНТРІВ У МІСТОБУДІВНІЙ КОНЦЕПЦІЇ МІСТА

Розглянута важлива роль ділового центру, як нової містобудівної одиниці, в розвитку та плануванні міста. Охарактеризовані елементи планувальної та об'ємно-просторової структури ділових центрів, які впливають на розвиток містобудівної концепції міст, та проаналізовано використання елементів озеленення в цій системи для покращення екологічних, економічних, естетичних та інших показників міста в цілому.

Ключові слова: *містобудування, діловий центр, ділова функція, громадські будівлі, елементи озеленення, внутрішні простори будівлі, зовнішні простори будівлі.*

В світовій і вітчизняній практиці містобудування склався новий містобудівний елемент – діловий центр, який представляє собою сучасний офісний будинок, або комплекс будинків, з необхідною інфраструктурою для ведення ділової діяльності.

Містобудування завжди відображало політичні засади кожної епохи, і сьогодні, коли пріоритетним виступає розвиток економії, саме розміщення будівель ділових цетрів в місті визначає напрямок розвитку міста в цілому. На сьогоднішній день великі, багатоповерхові ділові центри є обов'язковою частиною сучасних великих міст.

Діловий центр – тип громадської будівлі, в якому ділова функція виступає одночасно як функція управління, так і функція, яка направлена на підприємництво, безперервну координацію розвитку ділового процесу, що стає основою еволюції суспільства. На сучасному етапі діловий центр являється найбільш актуальним та потрібним типом громадської будівлі.

Екологічна криза останнього десятиліття в більшості промислово розвинених країн вплинула на переосмислення ролі елементів озеленення як у благоустрої зовнішніх територій, так і у внутрішніх просторах громадських споруд. Відтворення природного середовища стає все більш актуальним завданням для великих ділових центрів: використання поверхонь фасадів і дахів будівель, розміщення елементів озеленення в середині будівель.

Різні аспекти проектування, будівництва та експлуатації ділових центрів вивчалися в тому числі: Гельфонд А.І., Пронін Е.С., Соколов Л.І., Дубинін Н.В., Семікина О.В., Янкович С.С., Боженко І.А.

Тему ландшафтного дизайну архітектурного середовища розкрили Шемседінов Г.І. спільно з Щуровою В.А. в підручнику "Основи дизайну архітектурного середовища". Вони досліджували такі об'єкти озеленення, як сади на дахах, зимові сади, вертикальне озеленення.

Ландшафтний компонент в структурі ділового центра висвітленні у науковій роботі М.В. Лазаревої.

Заславська А.Ю. у своїй роботі виявила особливості та етапи розвитку органічного підходу в архітектурі, визначила нові прийоми архітектурного формоутворення і просторової організації на основі органічного підходу.

В роботі Чхартишвілі Н.К. розглянуті питання внутрішнього озеленення багатофункціональних громадських будівель та запропоновані планувальні блоки елементів озеленення для функціональних схем сільских громадських будівель.

В розвиток проектування екологічних громадських будівель велику частку внесли праці Дж.Саймондса, Вергунова А.Л., Квасова А.Ф., Максімова О.Г., Мікуліной Е.М., Ожегова С.С., Нефедова В.А., Барсовой П.В., Тетіор А.Н., Кучерявий В.П., Реймос Н.Ф..

Екологія будівлі – область знань, яка призначена для систематизації методів створення та підтримання оптимального середовища. Для цього враховується клімат та ландшафт земельної ділянки, орієнтація розміщення будівлі, оздоблювальні матеріали, система кондиціювання, звуковий та кольоровий комфорт.

Відповідно, екологічно здорова будівля – це та, що чинить сприятливий вплив на його мешканців та навколишнє середовище, створює оптимальну атмосферу для праці.

З цієї позиції необхідно розглянути існуючі ділові центри та роль елементів озеленення в їх створенні та експлуатації.

Загальновизнаний високий рівень вирішення цих завдань в будинку "Commerzbank" архітектора Н. Фостера, розташованого в Франкфурт –на-Майні. Кожен поверх багатофукнціонального ділового комплексу має три крила, два з яких відведені під офісні приміщення, а третє крило входить до складу одного з чотириповерхового зимового саду. Зимові сади дозволяють світлу проникати до внутрішніх стін кожного крила, забезпечуючи чудовий вид на рослини та дерева, а разом з атріумом беруть участь в організації природної вентиляції всього будинку.

Норман Фостер розглядав рослини як дещо більше, ніж просто декорації. Відкриті простори садів є фундаментальними елементами його концепції екологічної будівлі.

В багатофункціональній будівлі “Twelve West” в Портленді сади розташовані на плоскому даху. Ці сади виконують не тільки естетичні функції, але й відіграють важливу роль у створенні мікроклімату приміщень і поліпшенні кліматичних умов місцевості. Сади виконують сонцезахисні функції у літню пору, та підвищують теплоізоляційні можливості взимку. Концепція будівлі передбачає можливість збору, очищення і повторного використання дощової води для поливу та технічного використання.

Зразком екологічного ділового центру виступає також “Manitoba Hydro Place”, розташована в м. Вінніпенг (Канада). Три багатоповерхові зимові сади на шести поверхах є великими об’ємами, які не кондиціонуються. Подібне рішення для традиційно герметично ізольованих офісних будівель Північної Америки є не характерним. Сади виступають “легенями” будівлі, забезпечуючи щодня всю будівлю свіжим повітрям впродовж всього року.

На сьогоднішній день ділові центри є обов'язковою частиною сучасних великих міст. Аналіз теоретичних робіт показав актуальність впровадження елементів озеленення в архітектуру ділового центру. Елементи озеленення є самостійними об’єктами для вивчення та проектування, важливими для роботи по створенню та удосконаленню просторового середовища для життя людей в широкому розумінні цієї проблеми.

Серед головних функцій ділових центрів виділяють наступні - управлінська, адміністративна, банківська, фінансова та біржова діяльність, торгівля і супутні (інформація, транспорт, комунікації), харчування та побутове обслуговування відвідувачів, реабілітаційна функція. При цьому головна функція ділового центру може бути одна, але супутні повинні бути присутніми в повному обсязі, бо саме вони визначають клас ділового центру.

Реабілітаційні функції в виробничих об'єктах минулого цілком покладалася на ландшафтну архітектуру. Приступаючи до роботи, архітектор, перш за все, аналізує містобудівні умови об'єкта проектування, з точки зору ландшафтних особливостей - будь то освоєний природний ландшафт, відновлювана порушена територія або міська територія певного функціонального призначення.

Ділові центри бувають різноманітні за головної функцією, та в них можна виділити загальні елементи планувальної та просторової структури будівлі: зовнішній простір – прилеглі сади, парки, сквери; подіуми, стилобати, дахи підземних стоянок; дахи будівель, дахи прилеглих будівель, відкритті тераси; внутрішній простір – вхідна зона (вестибюль), атріум, коридори, ліфтові холи та сходи, робочий простір.

В даній статті більш конкретно розглядаються зовнішні простори ділових центрів, які безпосередньо беруть участь у створюванні містобудівної концепції сучасних міст.

Наявність суміжного з офісним комплексом саду завжди вважалося престижним, але в даний час гострий дефіцит і висока ціна землі в місті змушує утримуватися від їх створення. У світовій практиці влаштування садів над підземними стоянками, на подіумах і стилобатах в ділових центрах, можна вважати загальноприйнятим. Такі сади прийнято вважати головним елементом, що зв'язує діловий центр з міським середовищем. У вітчизняній практиці цьому простору, на жаль, приділяється мало уваги, хоча при нестачі території навколо ділових центрів, розробка його є дуже перспективна.

Сучасний діловий центр не обходиться без надземного паркінгу. Архітектори не приділяють цій зоні належну увагу. Найчастіше все закінчується мінімальним благоустроєм вхідної частини будівлі. Можливості цієї зони великі, але не використовуються належним чином. Зарубіжний досвід дає переконливі приклади того, як зони в'їзду на територію ділового центру використовують елементи озеленення, що можуть бути окремою і самостійною частиною екологічної системи.

Озеленення дахів будівель і споруд у великому місті має чималі можливості в значенні оздоровлення міського середовища та багатьох мікрокліматичних характеристик простору. Елементи озеленення виступають протидією утворенню так званого «острова тепла», з негативними наслідками у вигляді акумулювання в нижньому шарі атмосфери шкідливих викидів промисловості, що супроводжуються підвищенням температурного режиму приземного шару повітря. Поняття «озеленення» асоціюється з однією з насущних проблем нашого часу - збереження та захисту природи.

У цьому зв'язку можна відзначити і розвиток ландшафтних компонентів по вертикалі, формування зелених фасадів і дахів. На жаль, кліматичні умови нашої країни суворі і використовувати ці простори цілий рік є неможливім, але, тим не менш, архітектурно-інженерні інновації володіють великими можливостями по створенню поряд з традиційними елементами структури міста (сади, парки сквери) ділянок природного середовища альтернативної освоєння територій.

Першість у створенні дахів-садів і, особливо у виробництві нових будівельних матеріалів, на думку фахівців, в даний час належить Німеччині. У цій країні одна з обов'язкових умов при проектуванні будинків - озеленення даху, в тому числі які мають значний ухил.

Недолік площ для озеленення урбанізованих мегаполісів примушує переглянути традиційні погляди на покрівлю з точки зору гідроізоляції. Таким

чином, необхідно з'єднати надійну гідроізоляцію і елементи озеленення. Для цього є всі необхідні передумови: екологічна необхідність, пов'язана як з чистотою довкілля, так і з зоровим сприйняттям навколишнього нас простору, безпосередньо впливає на психологічне здоров'я людини; наявність сучасних будівельних матеріалів, що дозволяють вирішити найскладніші технічні питання з пристроєм «зелених покрівель»; накопичений світовий досвід будівництва, підтверджений багаторічною практикою.

Садам на дахах та іншим штучним підставам в минулому приділялося недостатньо уваги, як із за кліматичних умов, так і через нестачу інженерних інновацій, а тому саме сучасні ділові центри, як новий містобудівний елемент, що впливає на міське середовище, повинен відкрити нові перспективи створення садів на штучних підставах.

Список використаних джерел

1. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Архитектура – С, 2006.
2. Ковальський Л.М., Кузміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків: навчальний посібник. – Запоріжжя: ПРИВОЗ ПРИНТ, 2012. – 123 с.
3. Табуншиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоефективные здания – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.- 200с.
4. Саймондс Д.О. Ландшафт и архитектура /перевод с англ. Маньшавина А.И./ - Москва: Издательство литературы по строительству , 1965 – 194с.
5. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Объекты ландшафтной архитектуры – М.: МГУЛ, 2003- 300с.
6. Титова Н.П. Сады на крышах – М.: ОЛМА – ПРЕСС Гранд, 2002. – 112 с.
7. Касимов Н.С. Экология города – М.: Научный мир, 2004. - 624 с.
8. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии – М.: ГЕОС, 1998. –418с.

АНОТАЦИЯ

Рассмотрена важная роль делового центра, как новой градостроительной единицы, в развитии и планировании города. Охарактеризованы элементы планировочной и объемно-пространственной структуры деловых центров, которые влияют на развитие градостроительной концепции городов, и проанализировано использование элементов озеленения в этой системы для улучшения экологических, экономических, эстетических и других показателей города в целом.

Ключевые слова: градостроительство, деловой центр, деловая функция, общественные здания, элементы озеленения, внутренние пространства здания, внешние пространства здания.

ANNOTATION

The important role of the business center, a new urban development units in the development and planning of the city. The elements of planning and three-dimensional structure of the business centers that influence the development of urban concept cities are characterized, and the using of landscaping elements in this system to improve the environmental, economic, aesthetic and other indicators of the city as a whole are analyzed.

Key words: Urban Development, business center, business function, public buildings, landscaping elements, interior spaces of the building, the exterior spaces of the building.

УДК 624.072.336

Krzysztof Gnyp, mgr.inz., Sławomir Karaś, dr.inz.,
Katedra Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa i Architektury,
Politechnika Lubelska

ODDZIAŁYWANIE DYNAMICZNE POCIĄGÓW NA PROJEKTOWANY BUDYNEK I LUDZI USYTUOWANY NAD LINIĄ KOLEJOWĄ

Streszczenie. Przyśpieszony rozwój miejskiej infrastruktury komunikacyjnej, a w szczególności kolejowej wymusza szukanie nowych przestrzeni pod inwestycje. Przestrzeń infrastruktury komunikacyjnej przenika się z przestrzenią użytkową (konsumpcyjną) tworząc wzajemne oddziaływania symbiotyczne. Rozwój ten niesie ze sobą wzrost oddziaływań na otaczające środowisko. W artykule przedstawiono wpływ infrastruktury kolejowej na nowo projektowany budynek handlowo – biurowo - usługowy usytuowany na estakadzie nad torem kolejowym oraz na przebywających w nim ludzi i urządzenia techniczne. Celem przeprowadzonych badań oraz analiz było uzyskanie przyśpieszeniowego spektrum odpowiedzi budowli położonej w sąsiedztwie torów, co z kolei pozwoli prognozować przebiegi czasowe drgań projektowanej budowli z wymuszeniem kinematycznym w poziomie posadowienia. Dla potrzeb obliczeń statyczno-wytrzymałościowych sprawdzono wpływ drgań podłoża gruntowego wywołanych przejazdem taboru kolejowego na dynamiczny przyrost naprężeń w konstrukcji oraz określenie współczynnika dynamicznego, a co za tym idzie uwzględnienie wzrostu i zmienności naprężeń w rozwiązaniach konstrukcyjnych. Przeprowadzenie analizy oddziaływania dynamicznego na poziomie projektowym pozwala wyeliminować wpływ obciążenia drganiami poprzez zastosowanie odpowiedniego systemu tłumiącego drgania w najbardziej optymalnym miejscu drgającego ośrodka.

Słowa kluczowe: dynamika, współczynnik dynamiczny, system tłumiący drgania

1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projektowany budynek położony na linii kolejowej.

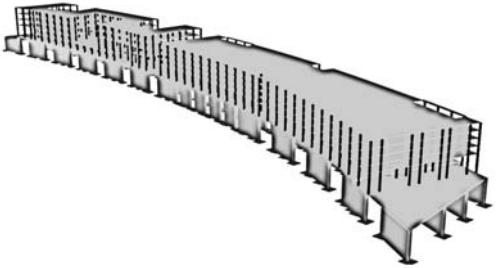
Przejazd pociągów pod obiektem zapewniony będzie poprzez układ trzech tuneli ograniczonych przez konstrukcję ścian fundamentowych oraz stropu przykrycia tunelu.

Całość projektowanego budynku podzielona jest na dwa segmenty o zróżnicowanych poziomach stropów. Konstrukcję analizowanego budynku stanowi żelbetowy układ słupowo płytowy posadowiony na ścianach szczelinowych grubości 80 cm zwieńczonych żelbetową płytą stropową o grubości 80 cm i 150 cm. Słupy

nośne 60×60cm w rozstawie ~ 8.0 m po osi toru i poprzecznie do osi toru w rozstawie od 3.0 m do 9.0 m. Płyty stropowe żelbetowe grubości 25cm i 30cm.

Parametry techniczno konstrukcji projektowanego budynku uwzględnione w analizie dynamicznej.

- ilość kondygnacji (nad płytą stropową tunelu) 5 ,
- długość całkowita budynku (po osi toru środkowego) ~378,0 m ,
- szerokość budynku 34.0÷38.0 m ,
- wysokość budynku ~30.00 m ,
- wysokość kondygnacji w segmencie biurowym budynku wynosi 3.00 m ,
- wysokość kondygnacji w segmencie handlowo-usługowym wynosi 3.95 m .



Rysunek 1. Widok ogólny projektowanego budynku

2 Cel i zakres analizy dynamicznej

Celem opracowania jest określenie wpływu przejeżdżających w sąsiedztwie projektowanego obiektu pociągów na obiekt oraz na przebywających w nim ludzi.
Opracowanie obejmuje:

- charakterystykę geotechniczną podłoża gruntowego oraz opis projektowanej konstrukcji,
- omówienie wyników przeprowadzonych pomiarów drgań podłoża gruntowego od ruchu taboru kolejowego,
- analizę dynamiczną konstrukcji obiektu oraz ocenę wpływu drgań podłoża na budynek oraz na przebywających w nim ludzi,
- wnioski i zalecenia wynikające z przeprowadzonych badań i analiz.

3 Pomiary drgań podłoża gruntowego od taboru kolejowego

Pomiary drgań podłoża gruntowego od ruchu taboru kolejowego w miejscu projektowanego obiektu wykonano w okolicy istniejącej kładki dla pieszych zlokalizowanej nad linią kolejową.

Badania drgań zostały wykonane w 4 punktach pomiarowych zlokalizowanych wg kolejności [9][10][11][12][13]:

- P1 - punkt zlokalizowany na podkładzie kolejowym toru obciążanego przejeżdżającym taborem kolejowym

– P2 - punkt zlokalizowany w gruncie w odległości 1.5 m od zewnętrznej szyny toru,
– P3 - punkt zlokalizowany w gruncie w odległości 3 m od zewnętrznej szyny toru,
– P4 - punkt zlokalizowany na żelbetowym fundamencie kładki dla pieszych w odległości 4 m od zewnętrznej szyny toru (4.75 m od jego osi).

Do badań użyto następującej aparatury pomiarowej:
– System pomiaru drgań PULSE typu 3560C
– Przetwornik przyspieszenia typu 4507 B 005
– Przetwornik przyspieszenia typu 4514-B
– Kalibrator drgań typu 4294

Celem przeprowadzonych badań jest uzyskanie przyśpieszeniowego spektrum odpowiedzi fundamentów budowli położonej w sąsiedztwie torów, co z kolei pozwoli prognozować przebiegi czasowe drgań projektowanej budowli z wymuszeniem kinematycznym w poziomie posadowienia. [6][12][13]

Poniżej są przedstawione przykładowe wykresy i tabele z wynikami pomiarów przyśpieszeń punktu pomiarowego P4 położonego na fundamencie kładki dla pieszych. Pomiarów dokonano dla czterech przejeżdżających składów pociągów osobowych z prędkością 25 km/h i 40 km/h.

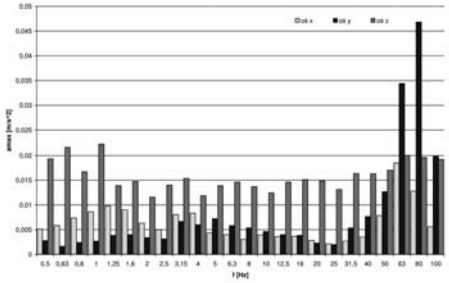
Przyjęty układ odniesienia: oś x – równoległa do osi toru, oś y – prostopadła do osi toru, oś z – oś pionowa. Na rysunkach 2 do 4 zaprezentowano przykładowe przebiegi czasowe przyspieszenia drgań wybranego zdarzenia w zakresie częstotliwości do 100 Hz dla punktu P4.

Rysunek 2. Przebieg czasowy przyspieszenia drgań (pociąg osobowy) w osi x

Rysunek 3. Przebieg czasowy przyspieszenia drgań (pociąg osobowy) w osi y

Rysunek 4. Przebieg czasowy przyspieszenia drgań (pociąg osobowy) w osi z

Przykładowe wyniki pomiarów maksymalnej wartości skutecznej przyspieszenia drgań w pasmach 1/3-oktawowych - a_{max} w zakresie częstotliwości od 0,5 Hz do 100 Hz zaprezentowano na Rysunku 5



Rysunek 5. Przyspieszenie drgań w pasmach 1/3-oktawowych pomiaru P43

Dla zarejestrowanych przejazdów taboru kolejowego prędkość rozchodzenia się fali pomiędzy analizowanymi punktami pomiarowymi zlokalizowanymi w gruncie wynosi ~340m/s. Względna rozszerzona niepewność wyników pomiarów, U wynika, że świadectwa wzorcowania zastosowanych przetworników drgań typu i wynosi: U = 5%·w gdzie: w – wynik pomiaru.

4 Analiza numeryczna projektowanego obiektu

Do obliczeń statyczno - dynamicznych wykorzystano schemat statyczny ustroju słupowo-płytowego. W analizie dynamicznej konstrukcję obciążono ciężarem własnym oraz wymuszeniem kinematycznym wyznaczonym na podstawie badań drgań podłoża gruntowego. W analizie modalnej uwzględniono obciążenie ciężarem własnym konstrukcji jako masy rozłożone [7].

Tabela nr 1 Przykładowe pierwsze dwadzieścia częstości drgań własnych konstrukcji

Postać drgań własnych	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Częstość drgań własnych [Hz]	0,95	0,96	1,01	1,05	1,15	1,21	1,81	1,97	1,99	2,00	2,01	2,01	2,05	2,07	2,13	2,18	2,18	2,57	2,93	3,06

Analizę czasową przebiegu drgań przeprowadzono dla obciążenia kinematycznego wyznaczonego dla poszczególnych pasm tercjowych w zakresie od 0.5 Hz do 100 Hz.

W tabeli można zauważyć występowanie częstości drgań własnych parami [7].

W analizie czasowej wykorzystano metodę całkowania równań ruchu [8] [9] [10] [12] [13] [15]. Funkcje czasowe drgań oraz amplitudy wymuszeń przyjęto na podstawie wyników pomiarów drgań.

Ekstremalne wartości przyśpieszeń drgań punktów konstrukcji wyodrębniono dla węzłów zgrupowanych w 12 pionach. Piony opisano: Pion01 - Pion12

W każdym pionie występuje sześć węzłów na sześciu poziomach (kondygnacjach budynku), kolejno idąc od dołu (płyta przekrycia tunelu) do góry (strop ostatniej kondygnacji). Poziomy opisano Po0 - Po5

5 Wnioski wynikające z analizy numerycznej

Wpływ drgań podłoża na konstrukcję projektowanego budynku.

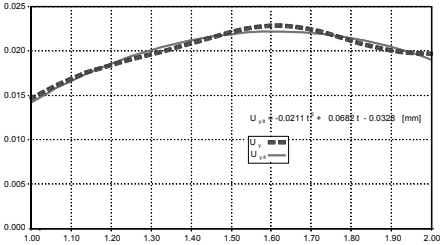
Maksymalne przyśpieszenia, jakich doznają pojedyncze elementy konstrukcji są mniejsze od 0.010 m/s^2 . Wg [1] dla budynków do pięciu kondygnacji, których wysokość jest mniejsza od podwójnej najmniejszej szerokości przy drganiach poniżej dolnej granicy 0.025 m/s^2 można nie uwzględniać wpływów dynamicznych.

W ocenie wpływów dynamicznych drgań podłoża gruntowego na konstrukcję budynku wykorzystano pracę [16].Na podstawie wykresów przemieszczeń wybranych węzłów modelu konstrukcji określono przemieszczenia dynamiczne (R_{dyn}), oraz przemieszczenia statyczne (R_{sta}). Przemieszczenia dynamiczne (R_{dyn}) to ekstremalne wartości przemieszczeń drgającego punktu. Przemieszczenia statyczne (R_{sta}) to wartości z wykresu opisanego funkcją wielomianu drugiego lub trzeciego stopnia (linia trendu) biegnącego pomiędzy ekstremami fali dynamicznej, w miejscu przegięcia wykresu przemieszczeń drgającego punktu, wzięte z odpowiadającej R_{dyn} chwili czasowej.

Dynamiczny współczynnik wzmocnienia (the dynamic amplification factor) opisuje wzór [16]: $DAF = R_{dyn} / R_{sta}$

We wszystkich przeanalizowanych przez nas węzłach wiernego modelu konstrukcji wartość współczynnika DAF zawierała się w przedziale 1.03 ÷ 1.07.

Poniżej przedstawiono wybrany przykład przeanalizowanego węzła, przy czym na rysunku pokazano fragment wykresu w sąsiedztwie ekstremum.



Rysunek 6. Przemieszczenia (U_y) węzła modelu konstrukcji obciążonej wymuszeniem kinematycznym od przejeżdżającego w tunelu pod budynkiem pociągu z prędkością 40 km/h w paśmie 1.25 Hz oraz linia trendu tych przemieszczeń.

$R_{dyn} = U_y$ dla t = 1.60 s , $R_{sta} = U_{y.lt}$ dla t = 1.60 s ,$R_{dyn} = 0.022850$ mm , $R_{sta} = 0.022048$ mm

DAF = 0.022850 / 0.022048 = 1.04

W wyniku analizy wykresów przemieszczeń węzłów wiernego modelu konstrukcji poddanej wymuszeniu kinematycznemu zostały określone wartości dynamicznego współczynnika wzmocnienia DAF. Wartość te zawierają się w przedziale 1.03÷ 1.07.

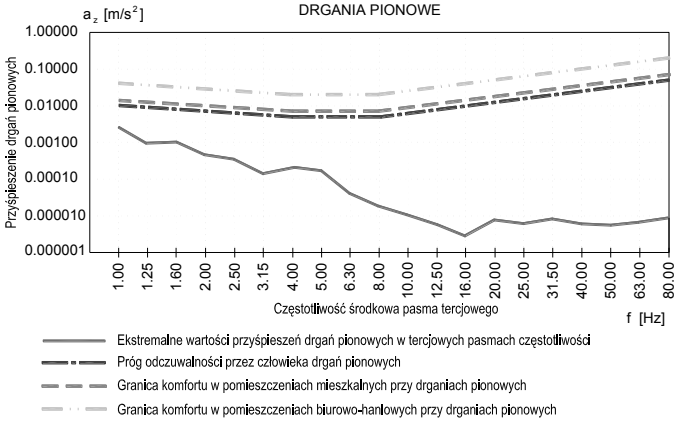
W analizie statycznej konstrukcji wpływ drgań podłoża gruntowego wywołanych przejazdem taboru kolejowego należy uwzględnić stosując współczynnik dynamiczny:$Ø_{dyn}$ = 1.10.

Wpływ drgań podłoża na ludzi przebywających w budynku

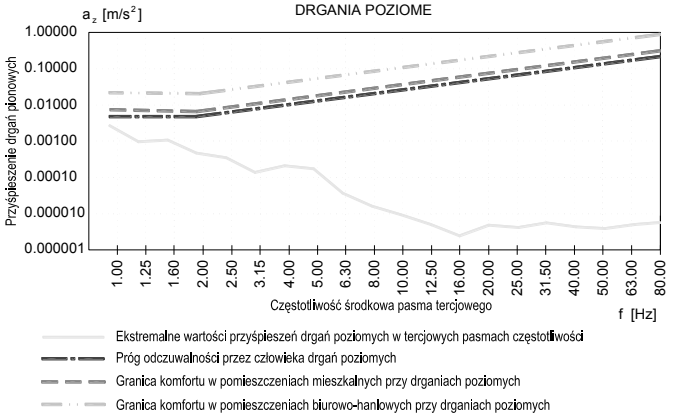
Oceny wpływu drgań podłoża na ludzi przebywających w budynku dokonano w oparciu o [2][3][4][5].Norma określa progi odczuwalności drgań pionowych i poziomych przez człowieka dla pasm 1/3 oktawowych o częstotliwościach środkowych od 1.00 do 80.00 Hz. Podaje również granice komfortu w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi w zależności od charakteru użytkowanych pomieszczeń.

W związku z brakiem możliwości wykonania pomiarów dla pociągów przejeżdżających z prędkością 100 km/h w obliczeniach dynamicznych posłużono się prognozą dla prędkości 100 km/h opracowaną na podstawie pomiarów, które wykonano dla przejazdów pociągów z mniejszymi prędkościami (40km/h i 60km/h).[14].

Przykładowe wyniki analizy dynamicznej konstrukcji poddanej wymuszeniu kinematycznemu od jadących z prędkością 100 km/h jedną nawą (na przeciw siebie) pociągów, przedstawiające przyśpieszenia, jakich doznają poszczególne elementy konstrukcji pokazano na rysunkach 6 i 7



Rysunek 7. Ekstremalne wartości przyśpieszeń pionowych punktu P0 w pionie Nr 3



Rysunek 8. Ekstremalne wartości przyśpieszeń poziomych punktu P0 w pionie Nr 3

Wyboru punktów dokonano na podstawie wyselekcjonowanych ekstremów przyśpieszeń dla poszczególnych pasm tercjowych oraz dodatkowo w innych miejscach występowania dużych wartości przyśpieszeń. Ekstremalne wartości przyśpieszeń drgań punktów konstrukcji dla poszczególnych pasm tercjowych w płaszczyźnie pionowej i poziomej oraz wartości progów odczuwalności przez człowieka drgań pionowych i poziomych pokazuje tabela 3

Tabela 2. Ekstremalne wartości przyśpieszeń ($a_{z.max}$, $a_{xy.max}$) oraz wartości progów odczuwalności przez człowieka drgań pionowych i poziomych ($a_{1.z}$, $a_{1.xy}$).

f [Hz]	Węzeł	$a_{z.max}$ [m/s^2]	$a_{1.z}$ [m/s^2]	Węzeł	$a_{xy.max}$ [m/s^2]	$a_{1.xy}$ [m/s^2]
1.00	Pion04-Po5	0.006666	0.0100	**Pion01-Po5**	**0.004229**	0.0036
1.25	Pion04-Po5	0.002517	0.0089	Pion01-Po5	0.001283	0.0036
1.60	Pion04-Po5	0.002820	0.0080	Pion01-Po1	0.001440	0.0036
2.00	Pion04-Po5	0.001250	0.0070	Pion02-Po5	0.000632	0.0036
2.50	Pion04-Po0	0.001250	0.0063	Pion04-Po0	0.000473	0.0045
3.15	Pion04-Po5	0.000374	0.0057	Pion01-Po5	0.000191	0.0057
4.00	Pion04-Po5	0.000563	0.0050	Pion01-Po1	0.000293	0.0072
5.00	Pion02-Po5	0.000555	0.0050	Pion02-Po5	0.000282	0.0090
6.30	Pion04-Po5	0.000108	0.0050	Pion01-Po5	0.000055	0.0114
8.00	Pion04-Po5	0.000047	0.0050	Pion01-Po5	0.000024	0.0144
10.00	Pion04-Po5	0.000028	0.0062	Pion01-Po5	0.000014	0.0180
12.50	Pion04-Po5	0.000016	0.0078	Pion01-Po5	0.000008	0.0225
16.00	Pion04-Po5	0.000008	0.0100	Pion01-Po5	0.000004	0.0289
20.00	Pion02-Po5	0.000016	0.0125	Pion10-Po1	0.000010	0.0361
25.00	Pion02-Po5	0.000013	0.0156	Pion10-Po1	0.000008	0.0451
31.50	Pion03-Po2	0.000018	0.0197	Pion10-Po1	0.000015	0.0568
40.00	Pion03-Po2	0.000013	0.0250	Pion10-Po1	0.000010	0.0721
50.00	Pion03-Po2	0.000012	0.0313	Pion10-Po1	0.000011	0.0902
63.00	Pion03-Po2	0.000016	0.0394	Pion10-Po1	0.000012	0.1140
80.00	Pion03-Po2	0.000020	0.0500	Pion10-Po1	0.000013	0.1440

Widzimy, że tylko dla jednej częstości 1.00 Hz występują przekroczenia progu odczuwalności dla drgań poziomych, a wartości przyśpieszeń spadają wraz ze wzrostem częstotliwości drgań. Jest to sytuacja uzasadniony, gdy przyjrzymy się częstości drgań własnych konstrukcji. Pierwszych 20 częstości drgań własnych zawiera się w przedziale od 1 do 3 Hz, świadczy to o tym że konstrukcja jest bardzo sztywna i tylko w niskich częstościach (zbliżonych do częstości drgań własnych) odpowiada na wymuszenie kinematyczne.

6 Wnioski wynikające z oceny wpływu drgań podłoża na w budynek

Na podstawie wykonanej analizy dynamicznej wiernego modelu konstrukcji obciążonej wymuszeniem kinematycznym od przejeżdżających w tunelu pod budynkiem pociągów należy stwierdzić, że:

- przejeżdżające z prędkością do 100 km/h pod budynkiem pociągi nie mają znaczącego wpływu na konstrukcję budynku,
- analiza wykresów przemieszczeń elementów konstrukcji poddanej wymuszeniu kinematycznemu pozwoliła nam określić wartość dynamicznego współczynnika wzmocnienia (DAF) na poziomie 1.04 ÷ 1.07,
- W analizie statycznej konstrukcji wpływ drgań podłoża gruntowego wywołanych przejazdem taboru kolejowego należy uwzględnić stosując współczynnik dynamiczny $Ø_{dyn} = 1.10$.

7 Wnioski wynikające z oceny wpływu drgań podłoża na ludzi w budynku

Na podstawie wykonanej analizy dynamicznej wiernego modelu konstrukcji obciążonej wymuszeniem kinematycznym od przejeżdżających w tunelu pod budynkiem pociągów należy stwierdzić, że:

- przejeżdżające z prędkością do 100 km/h pod budynkiem pociągi nie mają istotnego wpływu na przebywających w budynku ludzi,
- przekroczenie progu odczuwalności przez człowieka drgań w płaszczyźnie poziomej elementów konstrukcji na najwyższej kondygnacji budynku, implikują zastosowanie środków tłumiących drgania, szczególnie w zakresie występujących przekroczeń np. w postaci mat tłumiących pod podkładami kolejowymi lub działających poziomo nastrojonych tłumików masy; optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie mat tłumiących, a dopiero po wykonaniu pomiarów drgań ukończonego obiektu rozważanie (w razie konieczności) montażu tłumików masy,
- wskazane jest aby pomiaru drgań ukończonego obiektu dokonać w ramach próbnego obciążenia przejeżdżającym taborem kolejowym.

[1] PN-85/B-02170 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.

[2] PN-88/B-02171 Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.

[3] Ciesielski R. i in., Komentarz do normy PN-85/B-02170 „Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki", COBPBO-Warszawa, Warszawa 1988.

[4] Ciesielski R., Kawecki J., Stypuła K., Tomana A., Obliczanie obudowy tunelu metra w obszarach sejsmicznych, Inżynieria i Budownictwo, nr 8-9/90, s. 299-305.

[5] Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E., Stypuła K., Ocena diagnostyczna skutków wpływów drgań na budynki i ludzi w budynkach, Inżynieria i Budownictwo nr 9/93, s. 390-394.

[6] Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E., Ocena wpływu wibracji na budowle i ludzi w budynkach (diagnostyka dynamiczna), Wyd. Instytut Techniki Budowlanej, 1993.

[7] Karaś S., Krasnowski A. Dostosowanie obiektów mostowych na CKM do dużych prędkości pociągów w świetle badań teoretycznych i doświadczalnych, Roads and Bridges – Drogi i Mosty 12 (2013) 385 - 410

[8] Dulińska J., Zięba A. Metody oceny wpływu wstrząsów górniczych na wybrane budowle wielkogabarytowe, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.

[9] Bąk G., Gosk W. Sztywność podłoża piaszczystego w procesach obciążenia i odciążenia wywołanych udarem, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.

[10] Szcześniak Z., Modelowanie zachowania dynamicznego konstrukcji podziemnych w warunkach działania powietrznej fali uderzeniowej, Wyd. WAT, Warszawa 1999.

[11] Kawecki J. Diagnostyka dynamiczna konstrukcji zagłębionych w gruncie, XX Ogólnopolska konferencja warsztat pracy projektanta konstrukcji Wisła - Ustroń, 01 ÷ 04 marca 2005 r.

[12] Kawecki J. Konstrukcje zagłębione w gruncie. Diagnostyka dynamiczna, XXIV Ogólnopolskie warsztaty pracy projektanta konstrukcji Wisła, 17 ÷ 20 marca 2009 r.

[13] Stypuła K. Drgania generowane w podłożu przez transport szynowy i ich wpływ na budynki i ludzi w budynkach, XXIV Ogólnopolskie warsztaty pracy projektanta konstrukcji Wisła, 17 ÷ 20 marca 2009 r.

[14] Kerr A.D. (ed.) "Railroad track mechanics and technology", Pergamon Press, 1975.

[15] Misiak J. „Mechanika ogólna" Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1993 r.

[16] Paultre P., Chaallal O., Proulx J. “Bridge dynamics and dynamic amplification factor - a review of analytical and experimental findings” Can. J. Civ. Eng. 19, 260-278 (1992).

ABSTRACT

An accelerated development of urban communication infrastructure, especially that of railway, forces search for new space for investment. The area of communication infrastructure interpenetrates usable space creating mutual symbiotic interaction. This development carries the growth of influence on the surrounding areas. This article presents the influence of a railway infrastructure on a newly designed commercial and office center situated on the flyover over the railway track, as well as on technical devices and people staying there. The aim of the research and the analysis was to gain information about acceleration spectrum of the response of the building that is situated near the railway track and thus to forecast vibration timings of a designed building together with kinematic excitation at the level of foundation. For static strength calculations, the research investigated the influence of subsoil vibrations caused by rolling stock on a dynamic stress increase in the structure as well as on the specification of a dynamic factor and thus on taking into consideration the growth and stress variation in design approach. The analysis of the dynamic factor at the designing level enables us to eliminate the influence of vibration exposure by introducing vibration damping system in the most optimal location of vibration centre.

Keywords: dynamics, the coefficient of dynamic systems with vibration damping.

АННОТАЦИЯ

Ускоренное развитие инфраструктуры городской связи, особенно железной дороги, заставляет искать новые места для инвестиций. Площадь коммуникационной инфраструктуры проникает в полезное пространство, создавая взаимное симбиотическое взаимодействие. Это развитие несет рост влияния на окружающую среду. В статье представлено влияние железнодорожной инфраструктуры на недавно разработанный коммерческий и офисный центр, расположенный на эстакаде над железнодорожными путями, а также на людей пребывающих там и технических устройств .

Ключевые слова: динамика, коэффициент динамической системы с демпфированием вибрации.

УДК 624.072.2

Гримак О.Я., аспірант
Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ БАЗАЛЬТОБЕТОННИХ ТА БАЗАЛЬТОФІБРОБЕТОННИХ БАЛОК ПРИ ДІЇ МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Анотація. У статті описані дослідження впливу малоциклових навантажень на базальтобетонні та базальтофібробетонні згинальні елементи. Експериментально показано збільшення ширини розкриття максимальної нормальної тріщини в балкових базальтобетонних та базальтофібробетонних зразках при малоциклових навантаженнях з рівнями навантажень η_{top}=0,6...0,75 Pcr у порівнянні з одноразовими навантаженнями.

Ключові слова: *базальтопластикова арматура, базальтобетонні балки, базальтофібробетонні балки, малоциклові навантаження, ширина розкриття тріщини.*

Вступ. Згідно діючих нормативних документів з проектування мостів[1,2,3], щоб забезпечити достатню довговічність мостів необхідно враховувати роботу конструкції протягом всього проектного терміну експлуатації для сприйняття розрахункових навантажень та забезпечення необхідної вантажопідйомності. На експлуатаційний термін конструкцій впливає фізичне зношення матеріалів конструкцій внаслідок впливу зовнішніх факторів. Тому перспективним є використання для армування бетонних конструкцій мостів композитної арматури, яка має високу корозійну стійкість.

Одною з найпоширеніших причин утворення дефектів в конструкціях мостів є неврахування постійного росту інтенсивності транспортних потоків та ваги транспортних засобів. Потрібно переглянути існуючий підхід до врахування в розрахунках прогонових будов мостів дії малоциклових навантажень високого рівня при експлуатації для забезпечення необхідного терміну їх експлуатації[4].

Постановка проблеми. Зовнішні навантаження розділяються на постійні та змінні, а останні за характером дії можуть бути монотонно-змінними та циклічними (малоцикловими, періодичність повторення яких може сягати декількох десятків, сотень, а деколи й тисяч циклів, і багатоцикловими з періодичністю повторення більше, ніж $2x10^6$ циклів). Особливе місце мають малоциклові навантаження високого рівня до 0,6…0,8 Pcr, які суттєво знижують несучу здатність конструкції.

Базальтобетонні та базальтофібробетонні конструкції схильні до крихкого руйнування, тобто до руйнування через розповсюдження дефектів типу тріщин. Процес руйнування при цьому не відбувається миттєво – від моменту утворення тріщини і до початку її критичного зростання минає певний час. Тому своєчасне виявлення таких дефектів в процесі експлуатації споруди є важливою задачею, і, разом з тим, складною проблемою[4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню роботи бетонних і залізобетонних конструкцій при дії малоциклових навантажень присвячено ряд робіт [5, 6 та інші]. В цих роботах представлені експериментальні результати випробувань дослідних зразків на дію одноразових і малоциклових навантажень, приведені дані щодо впливу малоциклових навантажень на ріст тріщин, відносних деформацій і прогинів та на несну здатність конструкцій. На основі експериментальних даних розробленні пропозиції з розрахунку залізобетонних конструкцій на дію малоциклових навантажень.

В роботі Полюги Р.І. виконано значний обсяг експериментально-теоретичних досліджень роботи залізобетонних конструкцій мостів при дії малоциклових навантажень. Автор запропонував враховувати при розрахунку транспортних споруд вплив малоциклових навантажень високого рівня.

Базальтобетонні та базальтофібробетонні конструкції використовується у будівництві, але у діючому нормативному документі щодо їх розрахунку [8] не враховується особливість їх роботи при дії малоциклових навантажень. Тому актуальною є задача експериментального дослідження роботи базальтобетонних та базальтофібробетонних балок при дії малоциклових навантажень високого рівня.

Метою роботи було експериментальне виявлення впливу малоциклових навантажень високого рівня на ширину розкриття тріщин базальтобетонних та базальтофібробетонних балок. Для цього використали схему прикладання малоциклових навантажень використану Полюгою Р.І. [7] для балок аналогічних розмірів із сталевою арматурою.

Основні результати дослідження. Дослідними зразками були балки поперечного перерізу 100х200мм і довжиною 2100мм (рис.1), які виготовлялися із бетону класу В40.

Каркаси балок складаються з одного стержня робочої арматури діаметру 4; 6; 8; 10; 12 та 13мм базальтопластикової арматури АНПБ довжиною 2100мм (рис.1). В крайніх третях прольоту було забезпечено поперечне армування арматурою ∅ 6мм класу А-1 довжиною 180мм. Крок поперечних стержнів становив 100мм, загальна кількість стержнів поперечної арматури - 16 шт. Верхнє армування виконане стержнями ∅ 6мм класу А-1 довжиною 730мм в

крайніх третіх прольоту. Коефіцієнт армування поперечного перерізу конструкції становить 0,00073; 0,00158; 0,00286; 0,00446; 0,00649; 0,0077.

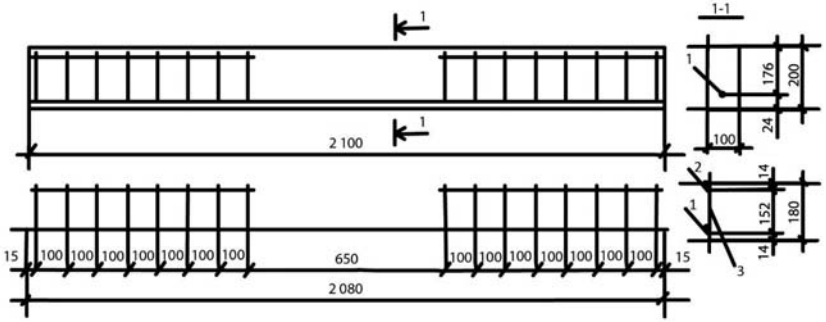


Рис. 1. Конструкція базальтобетонних балок:
1 - 1∅(4; 6; 8; 10; 12; 13) АНПБ; 2 - 2∅6А-1; 3 - 16∅6А-1

Всього було досліджено 12 базальтобетонних балок марки (Б) та 12 базальтофібробетонних балок марки(Бф). Дослідні балки були розбиті на 6 серій (I, II, III, IV, V, VI) в залежності від сумарного коефіцієнту армування ($\rho_{f,tot}$). Дані про склад експериментальних досліджень наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Серія	Шифр	**Коефіцієнт армування, Pf,tot**	Кі-сть балок, шт.	Поздовжнє армування	Момент руйнування Mcr(cep) кНм	Момент утворення тріщини Mcr(cep) кНм
I	4Б	0,00073	2	1∅4 АНПБ	2,75	2,75
	4Бф		2	1∅4 АНПБ	2,92	2,92
II	6Б	0,00158	2	1∅6 АНПБ	4,42	3,09
	6Бф		2	1∅6 АНПБ	4,79	3,42
III	8Б	0,00286	2	1∅8 АНПБ	8,25	2,67
	8Бф		2	1∅8 АНПБ	8,5	3,67
IV	10Б	0,00446	2	1∅10 АНПБ	12	3,17
	10Бф		2	1∅10 АНПБ	12,5	3,17
V	12Б	0,00649	2	1∅12 АНПБ	11,65	2,94
	12Бф		2	1∅12 АНПБ	14,34	3,75
VI	13Б	0,0077	2	1∅13 АНПБ	13,67	2,33
	13Бф		2	1∅13 АНПБ	13,84	3,33

Базальтобетонні балки випробовувались у віці 50-100 діб за схемою чистого згину (рис.2). Випробування здійснювали на силовому стенді двома зосередженими силами, прикладеними в третинах прольоту. Навантаження здійснювали 12-ти тонним гідравлічним домкратом через силорозподільчу траверсу. Стенд дозволяв вести візуальне спостереження за виникненням та

поширенням тріщин на гранях балки. Рівень навантаження контролювали тарованим динамометром, встановленим під розподільчою траверсою. Відліки за індикатором динамометра знімали відразу після досягнення необхідного рівня навантаження та контролювали на протязі всієї ступені. Ширину розкриття тріщин при випробуваннях визначали за допомогою мікроскопа МПБ-2 із ціною поділки 0,05 мм. Вимірювання проводили на кожній ступені навантаження з моменту появи тріщин.

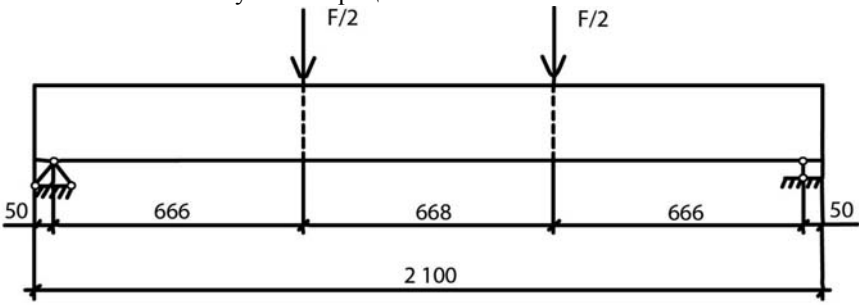


Рис. 2. Схема прикладання навантаження при одноразових та малоциклічних випробуваннях

Для випробування на малоциклові навантаження базою випробувань було прийнято число *N=10* циклів (рис. 3).

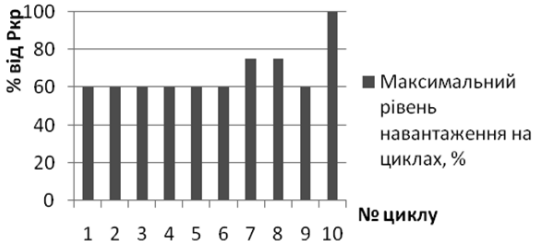


Рис. 3 Схема малоциклових навантажень

На балках-близнюках при одноразовому статичному завантаженні були визначені значення руйнівного навантаження P_{cr}. Базовим рівнем навантаження, до якого доводилися зразки Б та Бф, прийнято $0{,}6P_{cr}$. Для того, щоб моделювати довантаження конструкції до вищого рівня, після перших шести циклів з максимальним рівнем навантаження $0{,}6P_{cr}$, на сьомому і восьмому циклі рівень навантаження був доведений до $0{,}75P_{cr}$. Дев'ятий цикл був проведений з максимальним рівнем навантаження $0{,}6P_{cr}$, десятий – знову до $0{,}75P_{cr}$, після чого балки були доведені до руйнування збільшенням зусилля з фіксацією руйнівного навантаження. Рівні навантажень були призначені згідно параметрів циклів роботи автодорожніх мостів, які в середньому становлять $\eta_{top}=0{,}6\ldots0{,}8$ [9]. Послідовність рівнів навантаження по циклах також визначена

на основі спостережень руху великовантажних навантажень по автодорожніх мостах, у роботі [7].

Аналіз тріщиностійкості балок проводився наступним чином. Після кожної ступені навантаження кожного циклу замірялась ширина розкриття всіх нормальних тріщин на рівні базальтопластикової арматури з визначенням тріщини з максимальним розкриттям (табл. 2). Після сумуванням заміряних значень визначалось процентне співвідношення збільшення ширини розкриття всіх тріщин балки та максимально розкритої тріщини відносно величини, отриманої на першому циклі навантаження (табл. 3). У таблиці 2 представлені результати випробувань щодо балок, які зруйнувалися від розриву арматури в розтягнутій зоні та роздроблення бетону стиснутої зони.

Таблиця 2

Максимальна ширина розкриття тріщин (мм) в балках

Серія балок	Шифр		Цикл 1 ($0,6P_{cr}$)	Цикл 7 ($0,6P_{cr}$)	Цикл 7 ($0,75P_{cr}$)	Цикл 8 ($0,75P_{cr}$)	Цикл 9 ($0,6P_{cr}$)	Цикл 10 ($0,75P_{cr}$)
III	8Б (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,625	2,15	2,575	2,725	2,375	2,925
	8Бф (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,425	1,775	2,05	2,325	1,9	2,375
IV	10Б (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	2,25	2,475	2,7	2,75	2,6	2,95
	10Бф (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	2	2,375	2,525	2,625	2,425	2,675
V	12Б (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,725	1,875	2,225	2,45	2,05	2,65
	12Бф (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,55	1,725	2,125	2,45	2,025	2,5
VI	13Б (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,725	1,85	2,25	2,5	2,025	2,65
	13Бф (сер.зн.)	a_{crc}^{exp}, мм	1,525	1,75	2,225	2,3	2,025	2,425

Результати досліджень показують, що в базальтобетонних балках серії III-8Б в середньому після семи циклів навантаження-розвантаження до рівня 0,6Pcr максимальна ширина розкриття тріщин збільшилась від 1,625мм до 2,15мм у порівнянні з першим циклом, а у базальтофібробетоних балках цієї ж серії від 1,425мм до 1,775мм. Після двох перевантажень до рівня 0,75Pcr у базальтобетонних балках це значення збільшилось до 2,725мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,325мм. При цьому балка отримує значні залишкові деформації, так як при наступному завантаженні до нижчого рівня величина розкриття тріщин не повертається до попередніх значень. Так, максимальна ширина розкриття тріщин у базальтобетонних балках становить 2,375мм, а у базальтофібробетонних 1,9мм. При повторному завантаженні до

рівня 0,75Pcr відбувається подальший ріст тріщин, ширина розкриття їх збільшується відповідно у базальтобетонних балках до 2,925мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,375мм.

Таблиця 3

Збільшення ширини розкриття у % всіх тріщин / максимально розкритої тріщини балок по циклах (відносно першого циклу)

Серія	Шифр					
		після 7-ми циклів з рівнем 0,6Pcr	після 7-ми циклів з рівнем 0,75Pcr	після 8-ми циклів з рівнем 0,75Pcr	після 9-ти циклів з рівнем 0,6Pcr	після 10-х циклів з довантаження до рівня $0,75P_{cr}$
III	8Б (сер.зн.)	36,95/35	63,59/58,48	77,05/70	52,24/42,87	86,03/86,21
	8Бф (сер.зн.)	34,16/24,57	58,42/42,17	71,47/63,24	44,69/33,5	74,52/66,69
IV	10Б (сер.зн.)	22,37/10,04	50,71/20,00	56,59/22,23	36,79/15,61	64,78/31,12
	10Бф (сер.зн.)	16,4/18,75	37,48/26,25	49,74/31,25	29,16/21,25	55,39/33,75
V	12Б (сер.зн.)	18,99/17,25	49,96/42,06	57,72/51,9	31,8/25,66	75,14/61,32
	12Бф (сер.зн.)	11,9/9,79	44,4/37,29	57,21/53,54	29,4/26,04	61,48/61,46
VI	13Б (сер.зн.)	24/7,22	56,21/30,41	67,78/44,87	43,18/17,35	76,18/53,61
	13Бф (сер.зн.)	15,5/9,84	57,36/44,3	62,51/50,97	34,33/32,9	68,72/59,19

В базальтобетонних балках серії IV-10Б в середньому після семи циклів навантаження-розвантаження до рівня 0,6Pcr максимальна ширина розкриття тріщин збільшилась від 2,25мм до 2,475мм у порівнянні з першим циклом, а у базальтофібробетоних балках цієї ж серії від 2мм до 2,375мм. Після двох перевантажень до рівня 0,75Pcr у базальтобетонних балках це значення збільшилось до 2,75мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,625мм. При цьому балка отримує значні залишкові деформації, так як при наступному завантаженні до нижчого рівня величина розкриття тріщин не повертається до попередніх значень. Так, максимальна ширина розкриття тріщин у базальтобетонних балках становить 2,6мм, а у базальтофібробетонних 2,425мм. При повторному завантаженні до рівня 0,75Pcr відбувається подальший ріст тріщин, ширина розкриття їх збільшується відповідно у базальтобетонних балках до 2,95мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,675мм.

Встановлено, що в базальтобетонних балках серії V-12Б в середньому після семи циклів навантаження-розвантаження до рівня 0,6Pcr максимальна ширина розкриття тріщин збільшилась від 1,725мм до 1,875мм у порівнянні з

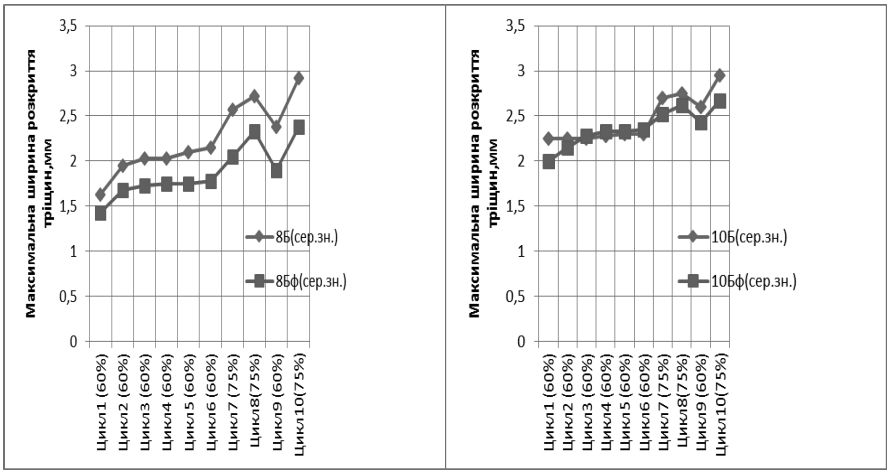
першим циклом, а у базальтофібробетоних балках цієї ж серії від 1,55мм до 1,725мм. Після двох перевантажень до рівня 0,75Pcr у базальтобетонних балках це значення збільшилось до 2,45мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,45мм. При цьому балка отримує значні залишкові деформації, так як при наступному завантаженні до нижчого рівня величина розкриття тріщин не повертається до попередніх значень. Так, максимальна ширина розкриття тріщин у базальтобетонних балках становить 2,05мм, а у базальтофібробетонних 2,025мм. При повторному завантаженні до рівня 0,75Pcr відбувається подальший ріст тріщин, ширина розкриття їх збільшується відповідно у базальтобетонних балках до 2,65мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,5мм.

В базальтобетонних балках серії VI-13Б в середньому після семи циклів навантаження-розвантаження до рівня 0,6Pcr максимальна ширина розкриття тріщин збільшилась від 1,725мм до 1,85мм у порівнянні з першим циклом, а у базальтофібробетоних балках цієї ж серії від 1,525мм до 1,75мм. Після двох перевантажень до рівня 0,75Pcr у базальтобетонних балках це значення збільшилось до 2,5мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,3мм. При цьому балка отримує значні залишкові деформації, так як при наступному завантаженні до нижчого рівня величина розкриття тріщин не повертається до попередніх значень. Так, максимальна ширина розкриття тріщин у базальтобетонних балках становить 2,025мм, а у базальтофібробетонних 2,025мм. При повторному завантаженні до рівня 0,75Pcr відбувається подальший ріст тріщин, ширина розкриття їх збільшується відповідно у базальтобетонних балках до 2,65мм, а у базальтофібробетонних балках до 2,425мм.

На графіках на рис.4 чітко фіксується стабілізація розкриття тріщин до 7-го циклу а також подальше їх зростання при збільшенні граничного навантаження на циклі. Слід зазначити, що тріщини в балках утворюються як і на першому циклі так і при повторних завантаженнях. Всі балки витримали базу випробувань N. Характер руйнування при малоциклових навантаженнях аналогічний характеру при одноразових навантаженнях балок цієї ж серії

Висновоки.

Експериментальні дослідження базальтобетонних та базальтофібробетонних балок показали, що у порівнянні з одноразовими навантаженнями малоциклові навантаження високого рівня η_{top}=0,6...0,75 Pcr викликають у згинаних елементах збільшення ширини розкриття тріщин. Для врахування впливу таких навантажень необхідно розробити пропозиції до розрахунку мостів із використанням отриманих експериментальних результатів.



а б

Рис. 4. Графіки середніх значень максимальної ширини розкриття тріщин в балках серії ІІІ-8Б-а; IV-10Б-б

Список використаних джерел

1. Державні будівельні норми України. Мости та труби. Правила проектування. (ДБН В.2.3-14:2006) – Держбуд України, 2006. – 356с.

2. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. ДБН В.1.2 – 15:2009.-56с.

3. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування.(ДБН В.2.3-22:2009) – Держбуд України, 2009. – 52с

4. В.П. Еремеев, Й. Звара, Общие проблемы эксплуатации мостов, Автомобильные дороги,№2 1984.

5. Бабич Є.М., Панчук Ю.М. Робота залізобетонних балок зі змішаним армуванням за малоциклових навантажень високих рівнів // Проблеми теорії і практики залізобетону: Зб. наук. статей: - Полтава, 1997. - С. 30-32.

6. Бабич Є.М., Ю.О. Крусь, Бетонні та залізобетонні елементи в умовах малоциклових навантажень. Монографія. - Рівне, видавництво РДТУ, 1999.-119с.

7. Полюга Р.І. Тріщиностійкість залізобетонних балочних конструкцій автодорожніх мостів в умовах мало циклових навантажень: дис.. канд. наук Полюга Роман Ігорович. – Львів, НУ «Львівська політехніка», 2006. - 160с.

8. ДСТУ – Н Б.В.2.6 – 185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевого композитною арматурою на основі базальтового – і склоровінгу. – 2012. – с.28.

АННОТАЦИЯ

В статье описана проблема влияния малоцикличних нагрузок на базальтобетонни и базальтофибробетонни гибочные элементы. Экспериментально показано увеличение ширины раскрытия максимальной нормальной трещины в балочных базальтобетонних и базальтофибробетонних образцах при малоцикловых нагрузках с уровнями нагрузок η_{top} = 0,6...0,75 P_{cr} по сравнению с одноразовыми нагрузками.

Ключевые слова: базальтопластиковая арматура, базальтобетонные балки, базальтофибробетонные балки, малоцикловые нагрузки, ширина раскрытия трещины.

ABSTRACT

In this article described the problem of influence the malotsyklovyh loads bazaltobetonni and bazaltofibrobetonni structures spans of bridges. The experimentally to shown the increase of maximum opening width of normal cracks in beam bazaltobetonnyh and bazaltofibrobetonnyh samples at malotsyklovyh loads of stress levels η_{top} = 0,6 ... 0,75 R_{cr} compared with disposable loading.

Keywords: fittings, beams, joists, load width crack width.

УДК 666.943

Гуняк О.М., Соболь Х.С., Марків Т.Є.,
Національний університет «Львівська політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕОЛІТОВМІСНИХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІВ

Методом математичного планування експерименту визначено оптимальний вміст цеолітового туфу та вапняку в складі спеціального портландцементу та досліджено фазовий склад і мікроструктуру каменю з вмістом активних мінеральних добавок.

Ключові слова: *портландцемент, цеоліт, вапняк, пуцоланова реакція*

Постановка проблеми. Портландцемент є найпоширенішим гідравлічним в'яжучим у сучасній будівельній індустрії та одним з найбільш ресурсо- та енергоємних будівельних матеріалів. При виробництві тонни портландцементу витрачається значна кількість природних сировинних матеріалів (вапняк, глина, мергель) та приблизно 4 ГДж енергії, а також викидається в атмосферу близько 1 тонни вуглекислого газу, що зумовлює парниковий ефект та глобальне потепління, яке викликає непередбачувані зміни в довкіллі [1-3]. Тому одним з перших кроків у зменшенні споживання енергетичних, сировинних ресурсів та викидів шкідливих речовин в атмосферу є зниження вмісту клінкерної складової в портландцементах.

Сучасні тенденції еволюційного розвитку цементної промисловості передбачають з цією метою все ширше використання активних мінеральних добавок, що крім зменшення негативного впливу на довкілля забезпечує збільшення об`ємів випуску та асортименту готової продукції цементними заводами. Застосування мінеральних добавок дозволяє спрямовано змінювати та покращувати властивості в'яжучого з одержанням навіть спеціальних портландцементів, що розширює область їх застосування [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з найперспективніших матеріалів для часткової заміни портландцементу є цеолітовий туф, який використовується в галузі будівельних матеріалів Німеччини, Словаччини, Польщі, Іспанії та Китаю [3]. Цеоліт відноситься до водних алюмосилікатів кальцію і натрію з яскраво вираженою кристалічною структурою. Незважаючи на це, цеоліти проявляють значну пуцоланічну активність, близьку до мікрокремнезему [1, 2]. Дослідженнями встановлено [4, 5, 7], що використання цеоліту як замінника клінкеру при виготовленні портландцементу не призводить до погіршення його фізико-механічних властивостей. Згідно даних

[2, 6], цеоліт характеризується значною активністю за поглинанням кальцію оксиду. Це забезпечує зростання міцності на більш пізніх термінах тверднення, зниження тепловиділення при гідратації та підвищення корозійної стійкості і довговічності цеолітовмісних цементних композицій.

В роботі [2] показано, що введення вапняку прискорює процеси взаємодії у цеолітовмісних в'яжучих системах. Це пов'язано з тим, що в присутності вапняку цеоліт активно поглинає кальцію гідроксид з утворенням гідрокарбоалюмінатів кальцію. Проте комплексному поєднанню цих добавок в складах портландцементів та їх впливу на властивості та структуроутворення в`яжучих не приділено достатньо уваги.

Мета роботи. Оптимізувати вміст цеоліту та вапняку в складі портландцементу та дослідити його фазовий склад і мікроструктуру.

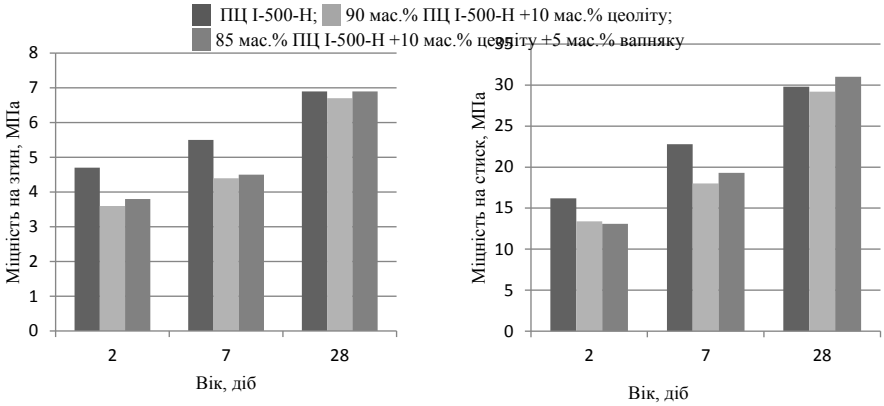
Матеріали та методи досліджень. У дослідженнях використано цеолітовий туф Сокирницького родовища Закарпатської області, який характеризується високим вмістом клиноптилоліту, а також вапняк Миколаївського кар'єру Львівської області та портландцемент ПЦ І-500-Н ПАТ «Івано-Франківськцемент».

Фізико-механічні дослідження цементів виконано згідно EN 196. Фізико-хімічні дослідження проведено з використанням рентгенофазового аналізу та електронної мікроскопії, а оптимізацію складів портландцементів - методом експериментально-статистичного моделювання.

Результати досліджень. На першому етапі роботи досліджено вплив цеоліту та вапняку на міцнісні показники портландцементу. Результати досліджень свідчать, що міцність на згин цементно-піщаних розчинів на основі портландцементу з добавкою цеоліту (рис. 1,а) знижується на 20% у ранні терміни тверднення, проте з віком спад міцності поступово зменшується і через 28 діб міцність портланцементу без добавок і з добавкою цеоліту та вапняку суттєво не відрізняються.

Міцність на стиск цементно-піщаних розчинів з вмістом цеоліту через 2, 7 та 28 діб тверднення знижується на 17, 21 та 2% відповідно порівняно з розчином без добавок. В портландцементі з комплексним поєднанням цеоліту і вапняку міцність зразків зменшується на 19 і 15% відповідно через 2 і 7 діб тверднення, проте на 28 добу спостерігається незначний приріст міцності порівняно з цементно-піщаним розчином без активних мінеральних добавок.

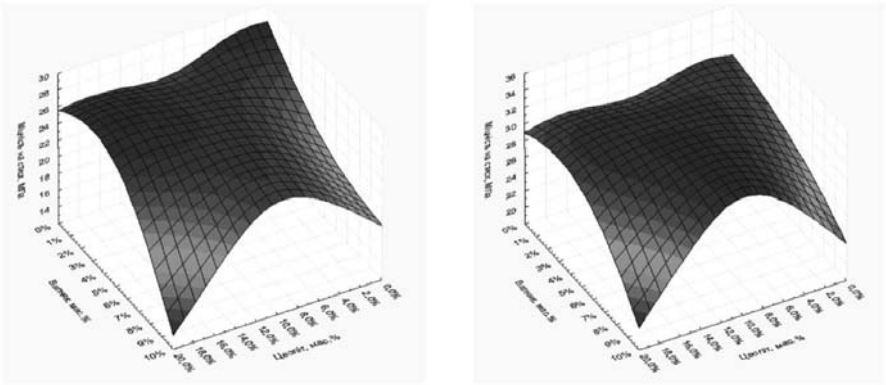
Для визначення оптимального вмісту цеоліту (x_1) та вапняку (x_2) у портландцементі використано метод математичного планування експерименту та проведено дослідження у заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення цеоліту (0, 10, 20 мас.%) та вапняку (0, 5, 10 мас.%).



а б

Рис. 1.Міцність цементно-піщаних розчинів на згин(а) та на стиск(б)

Графічна інтерпретація одержаних результатів (рис. 2) дозволяє визначити оптимальний вміст цеоліту та вапняку у складі портландцементу. Встановлено, що саме введення в портландцемент 10 мас.% цеоліту та 5 мас.% вапняку дозволяє одержати через 28 діб тверднення найвищу міцність, яка становить 31,7 МПа та перевищує границю міцності при стиску розчину без добавок на 4 %.



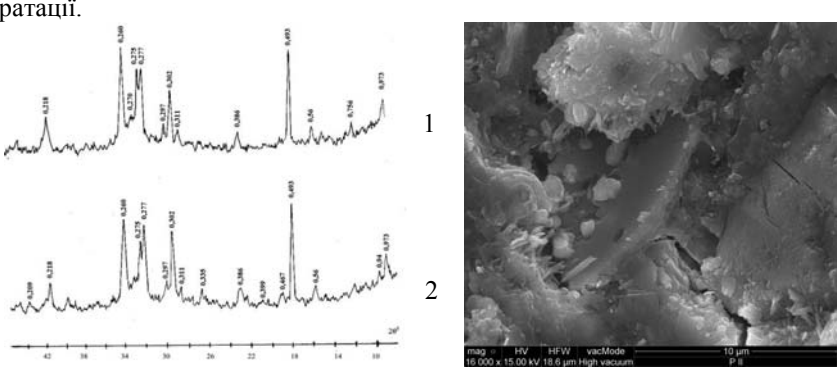
а б

Рис.2. Поверхні відгуку міцності цементно-піщаних розчинів через 7(а) та 28(б) діб тверднення

Розроблені цементи за рахунок введення мінеральних добавок характеризуються пониженою енергоємністю і дають змогу при зменшенні в

складі такого цементу вмісту клінкерних мінералів C_3S і C_3A перейти до спеціальних цементів: сульфатостійкого і портландцементу з пониженою екзотермією. Використання методів фізико-хімічного аналізу дозволяє пояснити роль цеоліту та вапняку в процесах структуроутворення одержаних в`яжучих речовин. Аналіз дифрактограм цементного каменю свідчить про активний перебіг пуцоланічної реакції вже через 7 діб тверднення (рис. 3,а). Фазовий склад продуктів гідратації цеолітовмісних портландцементів характеризується наявністю основних гідратних фаз: портландиту, гідросульфоалюмінату кальцію, а також додаткової кількості низькоосновних гідросилікатів кальцію типу C-S-H, що утворюються за рахунок пуцоланічної реакції між $Ca(OH)_2$ і активними SiO_2 та Al_2O_3 клиноптилоліту.

Слід відзначити, що додаткове введення в досліджувані цементи тонкомеленого вапняку призводить до зміни фазового складу продуктів гідратації.



а *б*

Рис. 3. Дифрактограми (а) каменю без добавок (1)та з вмістом 10 мас.% цеоліту і 5 мас.% вапняку(2) і мікрофотографія (б) цементного каменю з мінеральними добавками через 7 діб тверднення

В початковий період на дифрактограмах разом з лініями $Ca(OH)_2$ та гідросульфоалюмінату кальцію спостерігаються лінії карбонатного етрингіту $C_3A{\cdot}3CaCO_3{\cdot}32H_2O$. Крім цього, частинки вапняку є центром кристалізації гідратних утворень, які прискорюючи гідратацію і забезпечуючи добре зчеплення між складовими цементу в кінцевому рахунку призводять до зростання міцності. Для мікроструктури каменю (рис. 3,б) такого цементу характерна широка різноманітність кристалічних форм: слабокристалічних, дрібнокристалічних, добре закристалізованих частинок різних розмірів. Мікроструктура каменю є однорідною з утворенням щільних субмікрокристалічних скупчень портландиту, гідросилікатів, гідросульфоалюмінатів і гідрокарбоалюмінатів кальцію.

Висновки. Показано ефективність введення до складу портландцементу мінеральних добавок цеоліту та вапняку. Встановлено, що оптимальний вміст цеоліту та вапняку у розроблених цементах становить відповідно 10 і 5 мас.%, при цьому не спостерігається погіршення фізико-механічних властивостей в`яжучих. Встановлено, що цеоліт і вапняк відіграють важливу структуроутворюючу роль, стабілізуючи AFt і AFm фази тверднучого портландцементу.

Список використаних джерел

1. Uzal B, Turanli L. Blended cements containing high volume of natural zeolites: properties, hydration and paste microstructure. Cem Concr Compos 2012;34:101–9.

2. Саницький М.А., Соболь Х.С., Марків Т.Є. Модифіковані композиційні цементи: навч. посібник. – Львів: Вид. Львівської політехніки, 2010. – 132 с.

3. Najimi M, Sobhani J, Ahmadi B, Shekarchi M. An experimental study on durability properties of concrete containing zeolite as a highly reactive natural pozzolan. Constr Build Mater 2012;35:1023–33.

4. Ahmadi B., Shekarchi M. Use of natural zeolite as a supplementary cementitious material. Cem Concr Compos 2010; 32:134–141.

5. Markiv T., Huniak O., Sobol Kh. Optimization of concrete composition with addition of zeolitic tuff // / Journal of Lviv Polytechnic National University. "Theory and practice of building". 2014; 781: 116-21.

6. Uzal B, Turani L, Yücel H, Göncüog˘lu MC, Çulfaz A. Pozzolanic activity of clinoptilolite: a comparative study with silica fume, fly ash and a non-zeolitic natural pozzolan. Cem Concr Res 2010;40:398–404.

7. Jana D. A new look to an old pozzolan, clinoptilolite – a promising pozzolan in concrete. In: Proceedings of the 29th ICMA conference on cement microscopy. QuebecCity: CurranAssociatesInc.; 2007. p. 168–206.

АННОТАЦИЯ

Методом математического планирования эксперимента определено оптимальное содержание цеолитового туфа и известняка в составе специального портландцемента и исследованы фазовый состав и микроструктура камня с содержанием активных минеральных добавок.

Ключевые слова: портландцемент, цеолит, известяк, пуцолановая реакция.

ANNOTATION

Using the method of mathematical planning of the experiment the optimal ammount of zeolitic tuff and limestone in special cement composition was determined and the phase composition and microstructure of paste containing active mineral additives was investigated.

Keywords: portland, zeolite, limestone, pozzolanic reaction

Робота виконана в рамках проекту № IPBU.01.01.00-06-570/11-00.

УДК 332.3

Дзюбинська О. В.,Смаль М. В.,
к.е.н., доцент Дзюбинський А. В.,
Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА РОЗВИТОК РЕКРЕАЦІЙНИХ ТЕРИТОРІЙ

Вдосконалення оцінки рекреаційних територій є нагальною проблемою оціночної діяльності. Ефективне використання рекреаційних земель безпосередньо пов'язане з користуванням природними ресурсами. Проте ведення господарської діяльності на даних територіях пов'язане як з використанням природної складової так і елементів благоустрою.

Об'єктом дослідження даної роботи є вплив існуючої транспортної системи на оцінку рекреаційних територій на прикладі Волинської області.

Ключові слова: *транспортна система, рекреаційні території, грошова оцінка*

Постановка проблеми. Вдосконалення оцінки рекреаційних територій є нагальною проблемою оціночної діяльності [1]. Така потреба, насамперед, полягає у формуванні перспективних інвестиційних проектів у рекреаційно-туристичній сфері та їх грошовій оцінці. [2]. Ефективне використання рекреаційних земель безпосередньо пов'язане з користуванням природними ресурсами. Проте ведення господарської діяльності на даних територіях пов'язане з використанням природної складової (клімат, джерела мінеральної води, водойми), елементів благоустрою (інженерно-технічне облаштування, соціально-побутова інфраструктура) та шляхів сполучення. Враховуючи це, об'єктом дослідження даної роботи є вплив існуючої транспортної системи на грошову оцінку рекреаційних територій на прикладі Волинської області [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження впливу транспортного сектору на господарську діяльність висвітлені у роботах багатьох вчених. Серед них доцільно виділити праці Ю. Пащенка [4] та Г. Нєсвєта [5], які ілюструють розвиток дорожньо-транспортного комплексу України та його інтеграції з транспортними системами країн Європи та Азії. Питанням використання транзитного потенціалу України розглядають С. Пирожков, Д. Прейгер, І. Малярчук [6], але в їх працях недостатньо приділено уваги впливу транспортних систем на інші галузі економіки, в т. ч. використання та оцінку земельних ресурсів.

Транспортна доступність безпосередньо впливає на грошову оцінку земельних ділянок, що висвітлено в наукових працях вчених Ю. Дегтяренка, М. Лихогруда, Ю. Манцевича [1, 7] та в науково-методичних роботах безпосередньо присвячених оцінюванню територій. На даному етапі розвитку оціночної діяльності актуальним є питання визначення впливу транспортної доступності на грошову оцінку земель рекреаційного призначення.

Постановка завдання. Метою даної статті є визначення впливу забезпечення автошляхами рекреаційних земель на їх грошову оцінку. Завданням даної роботи є розроблення та застосування графічних матеріалів для встановлення впливу доступності до автотранспортних об'єктів на оцінювання рекреаційних територій.

Виклад основного матеріалу. При оцінюванні рекреаційних територій враховується доступність від рекреаційних об'єктів до шляхів сполучення через введення поправочних коефіцієнтів [7]. Дані коефіцієнти визначаються шляхами інтерполяції та екстраполяції на основі віддаленості від автомобільних доріг, але їх числові значення не в повній мірі враховують категорії автомобільних шляхів.

Проаналізувавши щільність транспортної системи в межах рекреаційних зон України та порівнявши їх з відповідними показниками розвинутих країн (табл. 1) можна прийти до висновку, що розвиток рекреаційно-туристичного потенціалу залежить від доступності до рекреаційних об'єктів.

Таблиця 1.

Транспортна щільність шляхів сполучення країн Європи [8].

Країна	Площа, тис. км	Щільність автошляхів, км/тис. км^2	Щільність залізниць, км/тис. км^2
Україна	603,7	280,6	35,9
Польща	312,6	1355,9	71,4
Франція	551,6	1749,1	53,7
Німеччина	357,0	1805,3	117,4
Іспанія	307,6	1349,5	30,3
Італія	301,2	1618,7	65,5

Грошова оцінка рекреаційних територій залежить від попиту на послуги рекреаційно-туристичної галузі. При цьому доцільно враховувати не тільки природні ресурси територій, а й кількісні і якісні показники транспортної мережі. В Україні найбільшою популярністю серед рекреантів користуються залізничні та автомобільні шляхи сполучення. Наявність якісних транспортних шляхів сприяє вкладанню інвестицій в рекреаційно-туристичну галузь.

За природно - рекреаційним районуванням рекреаційні зони Волинської області входять до Полісько-Столичного рекреаційного регіону, який характеризується значним потенціалом для розвитку туристичної галузі. Одночасно одним з основних факторів розвитку регіону вважається міжнародне співробітництво області через безпосереднє сусідство з Польщею (Хелмське і Замостське воєводства) та Білоруссю (Брестська область).

Автотранспортна система Волинської області складається з автошляхів державного (міжнародного, національного, регіонального) та місцевого (територіального, обласного, районного) значення і характеризується вищою щільністю за середню по Україні (табл. 2). Дані показники щільності характерні і для рекреаційних зон Волинської області. За даними Служби автомобільних доріг у Волинській області середня категорійність автомобільних доріг державного значення в межах області складає: для автодоріг міжнародного значення – 2,3, для автодоріг національного значення – 1,95, для автодоріг регіонального значення – 2,3, для автодоріг територіального значення – 3,5.

Таблиця 2.

Щільність автомобільних доріг у рекреаційно-ресурних зонах України

№ п/п	Ресурсно-рекреаційний район	Області, що входять до рекреаційно-ресурсного району	Щільність доріг тис. км/км^2
1	Причорноморський	АРК, Одеська, Миколаївська, Херсонська	0,22
2	Карпатсько-Подільський	Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська Хмельницька, Вінницька	0,33
3	Полісько-Столичний	Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська, Полтавська Черкаська	0,28
4	Харківський	Харківська, Сумська	0,29
5	Придніпровсько-Донецький	Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська, Донецька, Луганська	0,26

В методиках грошової оцінки земель [9, 10] врахування віддаленості від автомобільних шляхів розраховується в розрізі доріг державного значення по геометрично найменшій відстані. Проте такий підхід при оцінці рекреаційних об'єктів є не завжди виправданим. Врахування доступності від рекреаційних об'єктів до автодоріг не відображає об'єктивної оцінки через їх непрямолінійність [11].

Для врахування доступності при оцінюванні земель рекреаційного призначення нами пропонується враховувати не тільки щільність і віддаленість, але й їх технічні характеристики (категорію, швидкість руху, пропускну здатність, середньодобову інтенсивність руху і т. д.), наявність населених пунктів через, які проходять автодороги та природні (погодні) умови (табл. 3).

Таблиця 3.

Розрахункова швидкість руху

Категорія дороги	I-а	I-б	II	III	IV	V
Розрахункова швидкість руху, км/год	120	110	100	80	60	40

Вплив цих чинників можна представити наступним виразом:

$$F_T = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), \quad (1)$$

де F_T - значення показника доступності;

x_1 - щільність автомобільних доріг у регіоні;

x_2 - віддаленість від а/д державного значення;

x_3 - категорія автомобільної дороги;

x_4 - кількість населених пунктів, у яких діє обмеження швидкості руху;

x_5 - кількість днів з несприятливими погодніми умовами.

Нами пропонується визначати віддалі від магістральних шляхів сполучення до рекреаційних об'єктів враховуючи витрати часу на переміщення рекреантів дорогами різних категорій з відповідною інтенсивністю руху. Проаналізувавши наявність на території області автомобільних транспортних коридорів (АТК) (I та II-й технічна категорія), автодоріг національного та регіонального значення (II - III категорія), територіального значення (III - IV категорія), обласних та районних доріг (IV - V категорія), нами побудовано картографічну модель транспортної доступності до рекреаційних територій, які пропонується враховувати при грошовій оцінці земель.

З рис. 1 видно, що транспортна доступність до рекреаційних територій вища в південній частині, а північні території області, в яких сконцентровано рекреаційний потенціал не досягають середніх значень по Україні, що понижує грошову оцінку даних територій. Через недостатню щільність автошляхів

зменшуються надходження до бюджетів державного та місцевого рівнів, які залежать від грошової оцінки даних територій, що негативно позначається на інвестиційній привабливості рекреаційних зон півночі Волині.

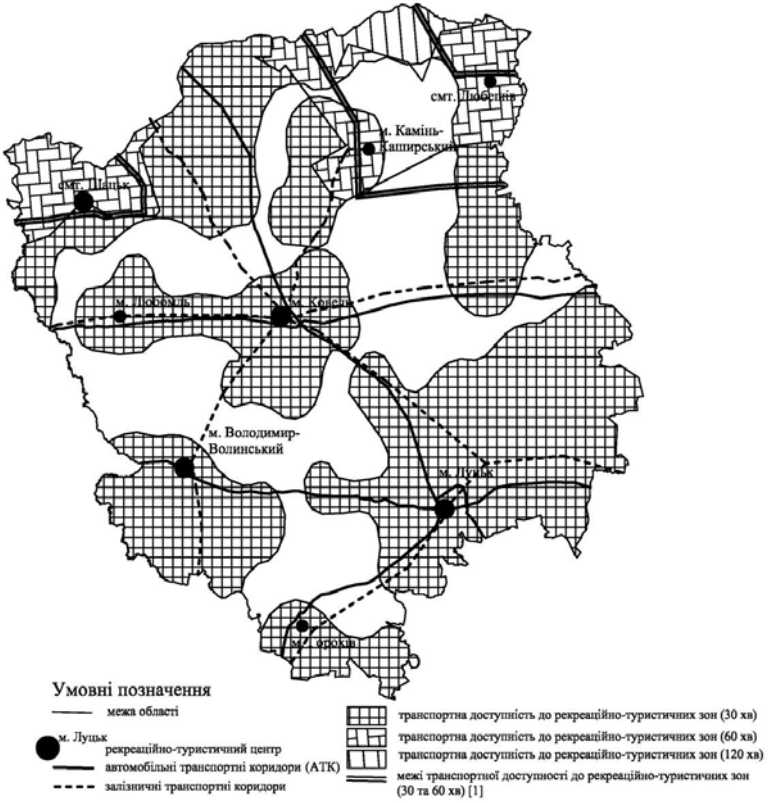


Рис. 1. Графічна модель транспортної доступності.

Приведення автомобільних доріг до вищих технічних категорій та побудова нових АТК дасть змогу використовувати рекреаційні території з більшим еколого-економічним навантаженням. Це пояснюється розвантаженістю близьких до міст зон та повноцінним використанням віддалених територій рекреаційного спрямування.

Висновки

1. Запропонована графічна модель дасть змогу об’єктивно враховувати значення, щільність автошляхів, їх технічні характеристики при оцінюванні рекреаційних територій.

2. Для розвитку рекреаційних зон Волинської області необхідно збільшити щільність автошляхів усіх технічних категорій, що дасть можливість

для залучення інвестицій в розвиток туристичної галузі шляхом покращення зручностей рекреантів та зменшення часу пересування туристів від місць проживання до рекреаційних об'єктів.

Література:

1. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні: навч. посібник. / Ю.Ф. Дехтяренко, М.Г Лихогруд, Ю.М. Манцевич, Ю.М. Палеха. - К. : Профі, 2007. - 624 с.

2. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н.В. Фоменко. - К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 312 с.

3. Дзюбинська О.В. Інформаційна база забезпечення грошової оцінки рекреаційних територій. / Містобудування та територіальне планування: науково-технічний збірник. Вип. 51. – Київ : КНУБА, 2014. –С. 81-87.

4. Пащенко Ю.Є. Розвиток та розміщення транспортно-дорожнього комплексу України: монографія / Ю.Є. Пащенко; [за ред. С. І. Дорогунцова]. - К. : Наук. світ, 2003. - 467 с.

5. Несвет Г. Старый знакомый – новый сосед / Г. Несвет // Весь транспорт – 2005. – № 1-2. - С. 50-57.

6. Пирожков С. Проблеми реалізації транзитного потенціалу України в контексті розширення ЄС і формування ЄЕП / С. Пирожков, Д. Прейгер, І. Малярчук // Економіка України. – 2005. – № 3. - С. 4-19.

7. Мартин А.Г. Нормативна грошова оцінка земель несільськогосподарського призначення: нові методичні підходи запроваджуються у 2013 році / А.Г. Мартин // Землевпорядн. вісн. – 2012. - № 10. – С. 20-24

8. Ходикіна І.Ю. Сучасний стан транспортних комунікацій та забезпеченість автомобільними дорогами України / І.Ю. Ходикіна, О. І. Шевчук, Я. В. Шевчук // Наук. вісн. НЛТУ. Зб. наук. техн. пр. – Львів, 2011. – Вип. 21.6 – С. 318- 326.

9. Методика нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів) затверджена постановою КМУ від 30 травня 1997 р. за № 525 (Постанова втратила чинність на підставі Постанови КМУ № 1278 (1278-2011-п) від 23.11.2011р.

10. Методика нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів) затверджена постановою КМУ від 23 листопада 2011 р. за № 1278.

11. Грицевич В.С. Кривизна автотранспортного простору Львівської області / В.С. Грицевич, Х.В. Сеньчук // Наукові записки Тернопільського

національного педагогічного університету. Серія: Географія. №1. – Тернопіль, 2009. – С. 50-55.

АННОТАЦИЯ

Совершенствование оценки рекреационных территорий является насущной проблемой оценочной деятельности. Эффективное использование рекреационных земель непосредственно связано с пользованием природными ресурсами. Однако ведение хозяйственной деятельности на данных территориях связано как с использованием естественной составляющей так и элементов благоустройства.

Объектом исследования данной работы является влияние существующей транспортной системы на оценку рекреационных территорий на примере Волынской области.

Ключевые слова: транспортная система, рекреационные территории, денежная оценка.

ANNOTATION

Improving the assessment of recreational areas is an urgent issue of assessment activities. Effective use of recreational lands directly related to the use of natural resources. However, the conduct of economic activity in these areas is associated with a natural constituent and landscaping elements.

The object of the research is the impact of the existing transport system to estimate recreational areas on the example of Volyn region.

Keywords: transport system, recreational areas, monetary valuation.

УДК 629.735

Дикий О.П., к.т.н., доцент Пахолюк О.А.,
Луцький національний технічний університет

МОДЕЛІ ТУРБУЛЕНТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ

Розкрито зміст поняття турбулентності повітряних потоків та досліджено їх існуючі моделі.

Ключові слова: *турбулентність, повітряний потік, модель.*

Постановка проблеми. Динамічні процеси, що відбуваються в атмосфері, носять синергетичний характер і залежать від величезної кількості факторів. Основні з цих факторів – це географічне розташування місцевості польоту, тип підстилаючої поверхні, висота польоту, пора року і навіть час доби. Повітряне середовище – надзвичайно складний об'єкт для моделювання, хоча описані явища мають певні відповідні математичні моделі. З цих моделей найбільший інтерес для цілей синтезу управління і моделювання просторового руху представляють моделі турбулентності атмосфери, особливо повітряних потоків біля земної поверхні. Саме тому тематика нашого дослідження є актуальною.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженню сутності турбулентності повітряних потоків та їх моделей присвячені численні наукові праці провідних вчених, таких як П. Бердшоу, Т. Карман, І. Хінце, О. Машков, О. Щукін, А. Баранов, Р. Рибалко та ін. Однак дана тематика досліджень є актуальною і нині.

Мета дослідження. Основними цілями статті є розкрити зміст поняття турбулентності повітряних потоків та дослідити їх існуючі моделі.

Виклад основного матеріалу.

Всі відомі визначення турбулентності відображають лише частину властивостей цього виключно складного фізичного явища. Так, Бредшоу П. визначає турбулентність як тривимірний нестаціонарний рух рідини, в якому внаслідок розтягування вихорів створюється безперервний розподіл хаотичних пульсацій параметрів потоку (швидкості, тиску і т.д.) в інтервалі довжин хвиль від мінімальних, визначених грузлими силами, до максимальних, що визначаються граничними умовами течії. Карман Т. тлумачить поняття турбулентності як "невпорядкований рух, який в загальному випадку виникає в рідинах, газоподібних або крапельних середовищах, коли вони обтікають непроникні поверхні або ж коли сусідні один з одним потоки однієї і тієї ж рідини слідують поруч або проникають один в інший". Згідно досліджень Хінце І. турбулентний рух рідини припускає наявність неврегульованої течії, в якій різні величини зазнають хаотичних змін в часі і у просторових

координатах і при цьому можуть бути виділені статистично точні їх середні значення.

Ознаками турбулентних течій виступають:

– нерегулярність (турбулентність – процес нерегулярний, випадковий і хаотичний);

– дифузійність (у турбулентному плині дифузія вища ніж в ламінарному);

– високе число Рейнольдса (турбулентність зустрічається при високих числах Рейнольдса);

– тривимірність (турбулентність завжди тривимірна);

– дисипативність (енергія найбільш дрібних вихорів переходить у тепло);

– нерозривність (розмір найбільш дрібних вихорів набагато більший за довжину вільного пробігу. Ці вихори можуть бути розглянуті в рамках механіки суцільного середовища).

Існує велика кількість різноманітних моделей для розрахунку турбулентних течій. Вони відрізняються один від одної складністю рішення і точністю опису течії.

Нижче перераховані моделі за зростанням складності. Основна ідея моделей зводиться до припущення про існування середньої швидкості потоку і середнього відхилення від нього: u =u + u '. Після спрощення рівнянь Нав'є - Стокса, в них, крім невідомих середніх швидкостей, з'являються твори середніх відхилень ui' uj'. Різні моделі по-різному їх моделюють. Перераховані нижче моделі застосовуються в різних інженерних розрахунках залежно від необхідної точності. Практично всі вони реалізовані в сучасних програмах розрахунку гідродинамічних течій, таких як Autodesk Simulation CFD, Fluent, CFX або OpenFOAM.

Модель Буссінеска (Boussinesq). Рівняння Нав'є - Стокса перетвориться до виду, в якому додано вплив турбулентної в'язкості.

Модель Спаларта-Альмарас. У даній моделі вирішується одне додаткове рівняння переносу коефіцієнта турбулентної в'язкості

k-epsilon модель. Рівняння руху перетвориться до виду, в якому додано вплив флуктуації середньої швидкості (у вигляді турбулентної кінетичної енергії) і процесу зменшення цієї флуктуації за рахунок в'язкості (дисипації). У даній моделі вирішується 2 додаткових рівняння для транспорту кінетичної енергії турбулентності і транспорту дисипації турбулентності. Найбільш часто використовувана модель при вирішенні реальних інженерних задач.

k-omega модель. Схожа на попередню, замість рівняння дисипації вирішується рівняння для швидкості дисипації турбулентної енергії.

Модель напружень Рейнольдса. В рамках усереднених по Рейнольдсу рівнянь (RANS) вирішується 7 додаткових рівнянь для транспорту напруг Рейнольдса.

Рівняння Рейнольдса виходять з рівнянь Нав'є-Стокса за допомогою осереднення. Осереднення може проводитися різними способами:

- за ансамблем
- за часом
- за простором

Незалежно від типу осереднення для отримання рівнянь Рейнольдса необхідно, щоб осереднення задовольняло умовам Рейнольдса.

Для задоволення умовам Рейнольдса період осереднення повинен бути набагато більшим від максимального періоду турбулентних пульсацій - часу автокореляції.

При розгляді стаціонарних (в середньому) течій час осереднення може бути як завгодно великим ($T = \infty$).

У нестаціонарному випадку період осереднення повинен бути набагато меншим від характерних часів зміни нестаціонарних величин.

Не завжди можливо підібрати період T таким, щоб виконувалися умови Рейнольдса.

Переваги RANS

- дозволять використовувати як спрощені двовимірні, так і стаціонарні рівняння;

- RANS набагато економічніший, ніж LES і, тим більше, DNS;

- є найбільш широко застосовуваним методом при практичних розрахунках турбулентних течій.

Недоліки RANS

- не існує «універсальної моделі турбулентності», кожна модель має свою «область застосування»;

- навіть при ретельному виборі моделі неможливо гарантувати високу точність розрахунку.

Метод великих вихорів (LES, large eddy simulation). Займає проміжне положення між моделями, що використовують осереднене рівняння Рейнольдса і DNS. Вирішується для великих утворень в рідині. Вплив вихорів є меншим, ніж розміри комірки розрахункової сітки, замінюється емпіричними моделями.

Пряме чисельне моделювання (DNS, direct numerical simulation). Додаткових рівнянь немає. Вирішуються нестаціонарні рівняння Нав'є - Стокса з дуже дрібним кроком за часом, на дрібній просторової сітці. По суті не є моделлю. Через величезний обсяг інформації, отриманої при чисельному

моделюванні, цінність являють середні значення потоку, отримані при вирішенні задачі з якими можуть порівнюватися інші моделі.

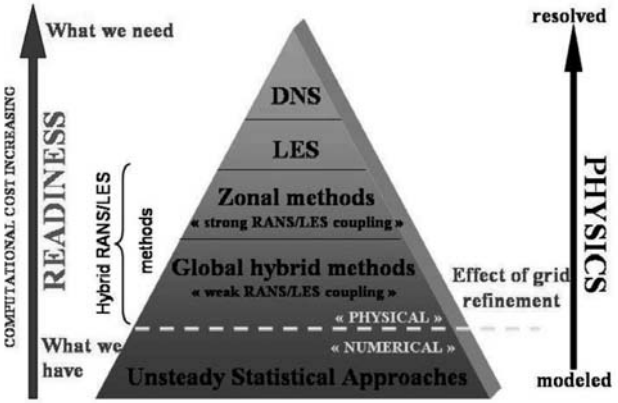


Рис. 1. Порівняння різних методів розрахунку турбулентних течій (за Sébastien DECK)

На сьогоднішній день накопичено величезний досвід застосування моделей турбулентності. Кращі моделі турбулентності забезпечують досить високу точність розрахунку деяких класів течій, зокрема, прикордонних шарів.

Досить точні результати для складних (в першу чергу відривних) течій при прийнятних витратах дозволяють отримувати гібридні методи. Вони об'єднують переваги RANS (висока точність розрахунку пристінних течій при скромних вимогах до сітки) і LES (висока точність розрахунку відривних течій).

При розрахунку конкретних течій необхідно не тільки вибрати найбільш підходящу модель турбулентності, але й оцінити ступінь достовірності отриманих з її допомогою результатів.

Проводяться численні роботи з тестування моделей турбулентності:

- Стенфордські конференції;
- міжнародні проекти;
- workshop;
- академічні дослідження.

Існує безліч методів розрахунку турбулентних течій. Як правило, чим точнішим є метод, тим більше обчислювальних ресурсів потрібно для його використання. У прямому чисельному моделюванні (DNS) дозволяються всі масштаби турбулентності, тому застосовувати його можливо тільки при низьких числах Рейнольдса. Метод моделювання крупних вихорів (LES) теж досить точний, але витрати поки неприйнятні для вирішення прикладних завдань. У даний час активно розвіваються гібридні методи - пошук компромісу

між точністю і економічністю. На практиці найчастіше використовується метод розв'язання рівнянь Рейнольдса. Рівняння Рейнольдса замикаються за допомогою напівемпіричних моделей турбулентності. Зазвичай використовується гіпотеза Буссінеска - лінійний зв'язок між напруженнями Рейнольдса і тензором швидкостей деформацій.

Загальні висновки. Отже, турбулентність – це невпорядкований рух, який в загальному випадку виникає в рідинах, газоподібних або крапельних середовищах, коли вони обтікають непроникні поверхні або ж коли сусідні один з одним потоки однієї і тієї ж рідини слідують поруч або проникають один в інший. Ознаками турбулентності є їх нерегулярність, дифузійність, високе число Рейнольдса, тривимірність, дисипативність та нерозривність.

Деякі течії носять турбулентний характер - в них присутні різномасштабні турбулентні "вихори". Ці вихори призводять до додаткового переносу імпульсу та енергії, який зазвичай набагато інтенсивніше молекулярного переносу • Турбулентний перенос значно змінює властивості течії, тому його необхідно враховувати при рішенні задач. Більшість практичних завдань є турбулентними, для досягнення високої точності при їх розрахунку потрібно висока точність моделювання турбулентності.

Список використаних джерел

1. Машков О.А., Щукін О.М. Оцінка ефективності застосування функціонально стійких систем дистанційно пілотованих літальних апаратів при моніторингу навколишнього природного середовища в умовах турбулентності атмосфери. – К., 2013. – 186 с.

2. Баранов А.М., Рибалко Р.І. Вплив структури повітряного потоку та конструкційних особливостей сепараторів на ефективність розділення: 2011. – К.: "LAT & K", 2011. – 218 с.

3. Курс лекцій «Модели турбулентности». - Режим доступу: URL: http://agarbaruk.professorjournal.ru/lecture/turb_models.

АННОТАЦИЯ

Аннотация. В статье раскрыто содержание понятия турбулентности воздушных потоков и исследованы их существующие модели.

Ключевые слова: турбулентность, воздушный поток, модель.

ANNOTATION

In the article the meaning of the turbulence of air flow and investigated their existing models.

Keywords: turbulence, air flow, model.

УДК 69.059.25

к.т.н., доцент Дробишинець С.Я.,
Луцький національний технічний університет

МЕТОДИ ЗМІЦНЕННЯ ГРУНТІВ ОСНОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Описано важливість проведення реконструкції будівель та споруд, визначення технічного стану будівельних конструкцій, залишкового ресурсу їх експлуатаційних якостей, прийняття рішення про їх підсилення, відновлення або заміну. Наведено необхідність підсилення та відновлення будівельних конструкцій, основ та фундаментів будівель і споруд. Вказано основні методи підсилення ґрунтів основ.

Ключові слова: *реконструкція, підсилення, ґрунти.*

Сучасний розвиток промислового виробництва, модернізація громадського, житлового фонду пов'язані з реконструкцією, розширенням, технічним переобладнанням і поліпшенням умов праці на діючих підприємствах, у житлових, адміністративних і громадських будівлях. Тенденція до безперервного скорочення термінів оновлення технологічного обладнання, перебудова морально та фізично застарілого житла та робочих приміщень робить реконструкцію діючих підприємств, житлових, громадських приміщень, інженерних споруд важливим напрямком будівельної справи.

Реконструкція будівлі або споруди супроводжується, як правило, зміненням навантажень на будівельні конструкції, зміною їх первинних конструктивних схем. Все це призводить до необхідності визначення технічного стану будівельних конструкцій, визначення залишкового ресурсу їх експлуатаційних якостей, прийняття рішення про їх подальшу долю, про підсилення, відновлення або заміну.

Необхідність підсилення та відновлення будівельних конструкцій, основ та фундаментів будівель і споруд визначається такими основними чинниками:

1. Реконструкцією або модернізацією обладнання промислового підприємства, зміною функціонального призначення окремих приміщень, цілих будівель або споруд;

2. Помилками у проектуванні, виготовленні, транспортуванні, а також при виконанні будівельних і монтажних робіт;

3. Фізичним зношенням конструкцій внаслідок інтенсивної або довготривалої експлуатації;

4. Різними ушкодженнями конструкцій внаслідок порушень правил експлуатації;

5. Зношенням конструкцій внаслідок ураження корозією;

6. Локальним або новим ушкодженням конструкцій внаслідок температурно-вологістних впливів.

Збільшення несучої здатності основ будівель і споруд може бути здійснено двома основними способами. Перший з них - фізико-хімічний спосіб, зв'язаний з ін'єкцією закріплюючих реагентів, у результаті якого змінюються будівельні властивості ґрунту основ, значно підвищується його несуча здатність і різко знижується деформативність. Другий спосіб, конструктивний, заснований на заходах з ущільнення слабких ґрунтів або із влаштування огороджень, обойм опускних колодязів тощо, що обтискають слабкі ґрунти, у результаті чого відбувається зміцнення ґрунту основи, безпосередньо під фундаментом.

Фізико-хімічні способи закріплення ґрунтів основ. **Цементація** ґрунтів застосовується для зміцнення основ ґрунту, шляхом нагнітанням цементного розчину (рис.1), що складається з пісків середньої крупності, великих і гальковистих, а також, з гравійних і галькових ґрунтів, з коефіцієнтом фільтрації від 80 до 500 м/доб.

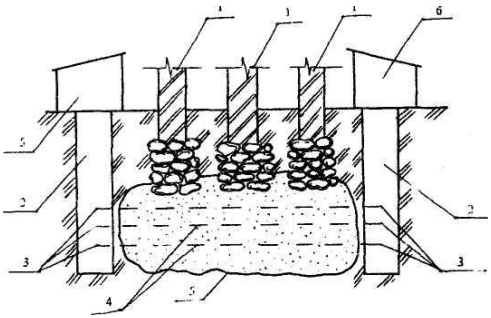


Рис. 1. Хімічне закріплення грунтів нагнітанням у основу розчинів (цементація, бітумізація, сілікатизація, смолизация тощо):
1 - існуючі фундаменти; 2 - технологічні колодязі; 3 - ін'єктори, які занурюються у колодязі у горизонтальному напрямку; 4 - напрямок занурення ін'єкторів; 5 - закріплений грунт; 6 - приміщення для розміщення технологічного обладнання.

Грунт, заін’єктований розчином у межах його поширення, кам'яніє, порожнини в основі ліквідуються. Як ін'єкційний розчин використовують: розчин цементу у воді (1:1), а також цементно-піщаний з В/Ц = 0,5...4,0 цементно-глинистий, цементно-піщано-глинистий розчини.

Силікатизація застосовується для піщаних однорідних ґрунтів, що мають коефіцієнт фільтрації в межах 2...80 м/добу. Цей спосіб закріплення заснований на застосуванні силікатних розчинів і їхніх похідних, які при з'єднанні з

коагулянтом утворюють гель кремнієвої кислоти, що цементує частки просадного ґрунту.

Газова силікатизація **-** цей спосіб закріплення просадочного ґрунту являє собою нагнітання в грунт двоокису вуглецю, для попередньої його активізації, з наступним накачуванням силікатного розчину. Після нагнітання силікатного розчину в грунт знову накачують двоокис вуглецю. Спосіб газової силікатизації дозволяє закріплювати лесові ґрунти в більш широкому діапазоні їхньої вологості.

Електрохімічне закріплення застосовують для підвищення несучої здатності і деформативності глинисто-пилуватих і глинистих ґрунтів, з коефіцієнтом фільтрації менше 0,01 м/доб. Цей спосіб заснований на сполученні впливу постійного електричного струму на ґрунти і хімічних добавок, що вводяться в нього. При електросилікатизації, електричний струм прискорює й полегшує проникнення хімічних розчинів у грунт, умовою його застосування є наявність водонасичених ґрунтів (рис. 2).

Для електросилікатизації використовують розчини рідкого скла і хлористого кальцію.

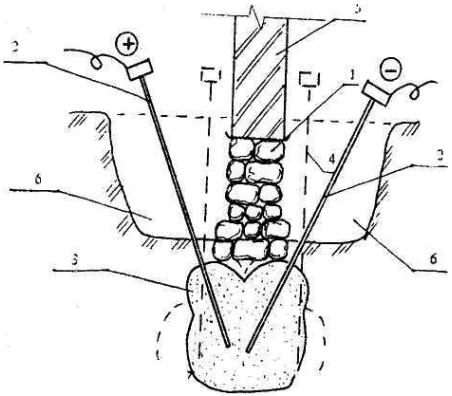


Рис. 2. Електрохімічне закріплення водонасичених глинистих, пилуватих та мулистих ґрунтів (електросилікатизація, електролітична обробка, електроосматичне ущільнення):
1 - існуючий фундамент; 2 - ін'єктори-електроди (або стержні електроди), які занурюють з поверхні; 3 - закріплений масив ґрунту; 4 - чергове положення ін'єкторів - електродів (або стержнів електродів); 5 - цегляна стіна; 6 - відкрита пазуха фундаменту.

Незважаючи на очевидні переваги перелічених способів закріплення основ, усі вони мають низку недоліків. Насамперед, ґрунт повинен мати досить високу проникність, від чого залежить рівномірність розтікання розчинів і ефективність його зміцнення. Розчин, що нагнітається, не створює міцного

зчеплення конструкцій фундаментів з основою, у результаті чого не відбувається закріплення конструкцій у ґрунті.

Термічне закріплення засноване на нагнітанні в ґрунтовий масив теплового потоку, що, проникаючи в порожнини, обпалює ґрунт, збільшує його міцність і ліквідує просадні здатності до здимання. Випалювання ґрунтів роблять через спеціальні герметизовані або відкриті свердловини (рис. 3).

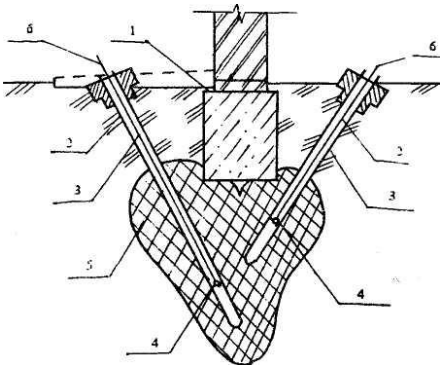


Рис. 3. Термічне закріплення ґрунтів:
1 - існуючий фундамент; 2 - свердловини; 3 - форсунка з наконечником; 4 - полум'я; 5 - закріплений ґрунт; 6 - спрямовуюча трубка, яка подає паливо.

Електроіскрове ущільнення водонасичених пісків і лесових ґрунтів. Цей спосіб полягає в тому, що в ґрунті між двома електродами виникає високовольтний розряд. У результаті імпульсного удару у водонасичених пісках з'являється високий тиск, що називається гідродинамічним ефектом, який і ущільнює ґрунт. У лесових ґрунтах під впливом високовольтного розряду руйнується його природна структура, а під впливом шарів ґрунту, що лежать вище, відбувається ущільнення.

Конструктивні методи зміцнення ґрунтів основ експлуатованих будівель можна розділити на два основних види.

Перший вид зміцнення ґрунтів заснований на їхньому ущільненні, за допомогою паль з різних матеріалів, що заповнюють попередньо пробурені свердловини. В ***другому*** випадку, зміцнення основ настає в результаті улаштування навкруги фундаменту різних стінок або колодязів.

Глибинний спосіб ущільнення ґрунту заснований на зануренні штампів, що утворюють свердловини з витисненням ґрунту з них і його ущільненням навкруги свердловин. Занурення штампів здійснюють забиванням, вібруванням чи буравленням. Свердловини можуть бути розташовані як вертикально, так і похило, які заповнюють піском, щебенем або цементно-ґрунтовими сумішами з їхнім подальшим ущільненням.

Підсилення основ і фундаментів шляхом улаштування **буроін'єкційних паль** можливо у будь-яких ґрунтових умовах. Підсилення цим способом найбільш доцільно виконувати, коли ґрунти основ будівлі, що реконструюється, мають низьку несучу здатність. У цьому випадку, частину чи все навантаження від фундаменту передають на більш глибоко розташовані міцні шари ґрунту, для чого влаштовують під будівлею буроін'єкційні палі - свого роду тверді корені в ґрунті.

Ефективним методом зміцнення основ може служити набір конструктивних заходів, основаних на обтисненні ґрунту в межах області випирання ґрунту з під фундаменту. Найбільш ефективним методом є влаштування опускного колодязя навколо фундаменту (рис. 4).

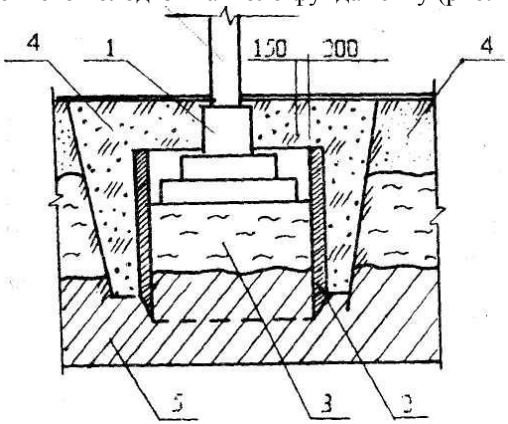


Рис. 4. Улаштування опускного колодязю навкруги стовбчастого фундаменту:
1 - існуючий фундамент, який підсилюється; 2 - опускний колодязь із зовнішнім укосом загострення ножа; 3 - основа (слабкий грунт), який обтискують; 4 - засипка із гравійно - піщаної суміші або іншого матеріалу, яку утворюють по зовнішньому периметру стінок колодязя; 5 - міцний грунт; 6 - колона.

У цьому випадку відбувається стримування поперечних деформацій ґрунту стінками колодязя. У результаті дії навантаження на фундамент слабкий ґрунт обтискається, збільшується його несуча здатність, зменшується деформативність. Однак, такий спосіб застосовується рідко, в основному при влаштуванні додаткових стовпчастих фундаментів будівель, що реконструюються.

Як конструкції що стримують бічні деформації ґрунтів фундаментів експлуатованих будинків, можуть застосовуватися стінки із сталевого або залізобетонного шпунта (рис. 5), протифільтраційні завіси, які влаштовують методом "стіна в ґрунті" і заповнюють глиноцементною сумішшю.

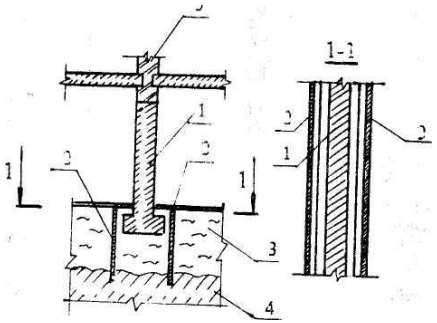


Рис. 5. Улаштування шпунтових стінок із прокатного металу: 1 - існуючий фундамент; 2 - стінки із металевого шпунту; 3 - несучій шар (слабкий грунт); 4 - підстиляючий шар (міцний грунт); 5 - цегляна стіна.

В нових умовах господарювання та підвищення економічної зацікавленості підприємств, масове впровадження ефективних способів підсилення та відновлення конструкцій та споруд є актуальними питаннями на даний час.

Список використаних джерел

1. ДБН В.3.2-2-2009. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва.
2. Валовой О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. – Кривий Ріг: Мінерал. 2003. - 266с.

АННОТАЦИЯ

В работе описано важность проведения реконструкции зданий и сооружений, определение технического состояния строительных конструкций, остаточного ресурса их эксплуатационных качеств, принятия решения об их усилении, восстановлении или замене. Приведены необходимость усиления и восстановления строительных конструкций, оснований и фундаментов зданий и сооружений. Указано основные методы усиления грунтов основания.

Ключевые слова: реконструкция, усиление, почвы.

ANNOTATION

This paper describes the importance of reconstruction of buildings and structures, determining the technical condition of building structures, the residual life of their exploitation, the decision to strengthen, restoration, or replacement. Shows the need for strengthening and restoration of building constructions, bases and foundations of buildings. Proposing methods for soil reinforcement.

Keywords: reconstruction, enhancement, soil.

УДК 624.012.24:539.43

Дробишинець С.Я. к.т.н., доцент
Луцький національний технічний університет

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАЦІЙНОГО СТАНУ ТА МІЦНОСТІ КОМБІНОВАНО-АРМОВАНИХ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В статті запропоновано методику визначення напружено-деформаційного стану і міцності нормальних перерізів комбіновано-армованих згинальних елементів з урахуванням залежностей між напруженнями і деформаціями в сталефібробетоні на основі деформаційної розрахункової моделі.

Ключові слова: *напружено-деформований стан, деформаційна модель.*

На сучасному етапі удосконалення теорії бетону і залізобетону, розробляються методики розрахунків елементів конструкцій на основі розрахункової деформаційної моделі. Стосовно комбіновано-армованих конструкцій на основі сталефібробетону, подібні методики ще є не достатньо розроблені.

Для визначення міцності залізобетонних згинальних елементів чинні норми проектування рекомендують виходити з розрахункової схеми, в якій епюра напружень в стиснутій зоні бетону приймається у вигляді прямокутника, робота розтягнутого бетону не враховується, а в граничному стані напруження в бетоні і арматурі досягають границь міцності. Для сталефіброзалізобетонних елементів з одиночним армуванням аналогічна розрахункова схема може бути представлена у вигляді, представленому на рис. 1.

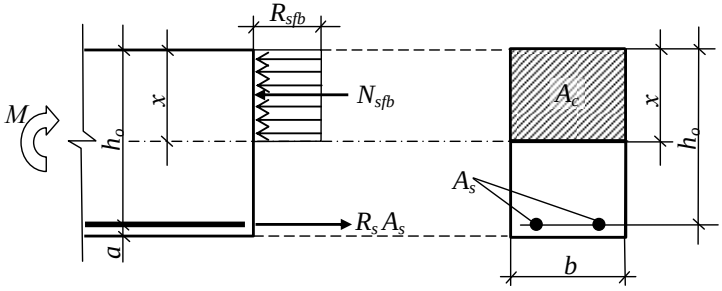


Рис.1. Схема зусиль і епюра напружень в перерізі, нормальному до поздовжньої осі згинального комбіновано-армованого елемента.

Виходячи з розрахункової схеми (рис.1), умови міцності матимуть вигляд:

$$M \le R_{sfb} b x (h_0 - 0{,}5x), \qquad (1)$$

$$R_s A_s = R_{sfb} bx. \quad (2)$$

Проте, як стандартна розрахункова схема так і розрахункова схема напруженого стану комбіновано-армованого (сталефіброзалізобетонного) елемента представлена на (рис.1) має ряд недоліків. В дійсності, як показують експериментальні дослідження, епюра напружень в розтягнутій зоні перед руйнуванням не є прямокутною і на нейтральній лінії напруження не досягають Rsfb,t. Також, в стиснутій зоні епюра напружень дещо відхиляється від форми у вигляді трикутника. Крім цього, побудовані формули на прийнятій фізичній моделі напружень в поперечному перерізі дають змогу визначити несучу здатність елемента тільки в граничному стані і вони не придатні для визначення напружено-деформаційного стану при різних рівнях навантаження.

Відмічені вади прийнятої в нормативних документах методики розрахунку згинальних елементів можна усунути, використавши розрахункову деформаційну модель поперечного перерізу. Деформаційна модель включає рівняння зовнішніх і внутрішніх зусиль, умови деформування у вигляді гіпотези плоских перерізів та дійсні діаграми деформування матеріалів. За критерій міцності будемо приймати, в даному випадку, досягнення граничних деформацій в сталефібробетоні розтягнутої зони.

Тому доцільно розглянути методику розрахунку сталефіброзалізобетонних елементів, виходячи з криволінійної епюри напружень в стиснутій зоні сталефібробетону (рис.2), тобто з огляду на розрахункову деформаційну модель.

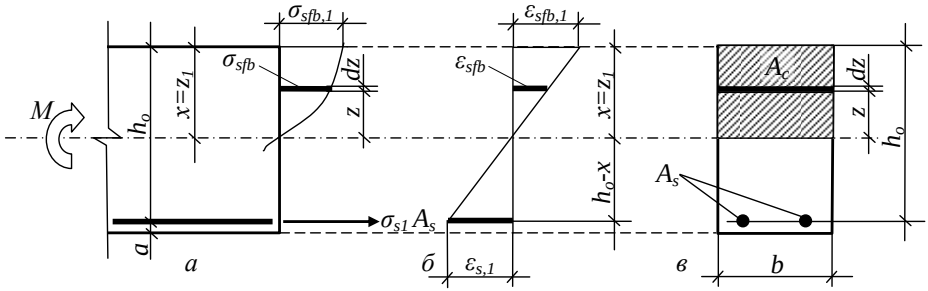


Рис.2. Схема розподілення напружень (а) і деформацій (б) в нормальному перерізі (в) згинального комбіновано-армованого елемента.

За фіксованого значення z1 і εsfb,1 рівняння рівноваги поперечного перерізу запишемо у вигляді:

$$M_1 = M_{c1} + M_{s1} = \frac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,1}^2} \int_0^{\varepsilon_{sfb,1}} \sigma_{sfb} \varepsilon_{sfb} d\varepsilon_{sfb} + E_s \varepsilon_{s1} A_s (h_0 - z_1), \quad (3)$$

$$\frac{b \cdot z_1}{\varepsilon_{sfb,1}} \int_0^{\varepsilon_{sfb,1}} \sigma_{sfb} d\varepsilon_{sfb} - E_s \varepsilon_{s1} A_s = 0, \quad (4)$$

де E_s – модуль пружності арматури;

A_s – площа поперечного перерізу розтягнутої арматури.

З урахуванням вирішення інтегралів формули (3) і (4) перепишемо у вигляді:

$$M_1 = C\frac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,1}^2} + E_s \varepsilon_{s1} A_s (h_0 - z_1), \tag{5}$$

$$A\frac{b \cdot z_1}{\varepsilon_{sfb,1}} = E_s \varepsilon_{s1} A_s, \tag{6}$$

$$\text{де } \varepsilon_{s1} = \frac{\varepsilon_{sfb,1}}{z_1}(h_0 - z_1), \tag{7}$$

З використанням формул (5) і (6) можна визначити внутрішні зусилля за будь-якого рівня завантаження, при відомому значенні однієї із деформацій матеріалів, граничну несучу здатність елемента (руйнуючий момент), а також визначити площу поперечного перерізу поздовжньої арматури. Всі три задачі вирішуються методом послідовних наближень.

Визначення внутрішніх зусиль. Розглядаємо згинальний елемент прямокутного профілю з одиночною арматурою. Для цього на діаграмі деформування сталефібробетону вибираємо фіксоване значення деформації крайнього стиснутого волокна $\varepsilon_{sfb,1}$, якому відповідає фіксоване значення напруження в сталефібробетоні $\sigma_{sfb,1}$ при заданому навантаженні. Щоб використати формули (1) і (2) необхідно знати фіксоване значення висоти стиснутої зони бетону $x = z_1$. Послідовність розрахунку і полягає в тому, щоб відшукати значення z_1, яке б задовольнило умову (6).

В першому наближенні значення z_1, можна визначити за умови, що в граничному стані епюра напружень буде мати прямокутну форму, тобто:

$$z_{1(1)} = \frac{E_s \cdot \varepsilon_{sR} \cdot A_s}{R_{sfb} \cdot b}, \tag{8}$$

де ε_{sR} – гранична деформація арматури ($\varepsilon_{sR} = \sigma_y / E_s$, σ_y – межа текучості арматури).

За прийнятих $\varepsilon_{sfb,1}$ і $z_{1(1)}$ перевіряється умова (6). Якщо вона виконується, то за формулою (5) визначається внутрішній згинальний момент в поперечному перерізі елемента. Якщо ж умова (6) не виконується, то необхідно корегувати значення z_1. У випадку, коли в рівнянні (6) ліва частина переважає праву, то можна прийняти в другому наближенні $z_{1(2)} = 0{,}95 \cdot z_{1(1)}$, а коли навпаки, то прийняти $z_{1(2)} = 1{,}05 \cdot z_{1(1)}$. Таким же чином можна здійснити корегування значення z_1 і в третьому наближенні. Наближення можна здійснювати до значення z_1, коли ліва і права частина будуть відрізнятись не більше, ніж на 5%.

Задачу можна вирішити іншим шляхом, задавшись спочатку деформацією розтягнутої арматури, яка відповідає певному навантаженню. З прийняттям значення ε_{s1} фіксується рівнодіюча в розтягнутій арматурі і стиснутій зоні бетону:

$$N_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s \cdot A_s = N_{b1}, \tag{9}$$

Для визначення N_{b1} деформацію в стиснутому сталефібробетоні знайдемо за гіпотезою плоских перерізів: $z_1 = h_0 / \xi_1$

$$\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{s1} \frac{z_1}{h_0 - z_1} = \frac{\varepsilon_{s1}}{\xi_1 - 1}, \tag{10}$$

де $\xi_1 = h_0 / z_1$. (11)

Враховуючи формули (9), (10) і (11) запишемо умови рівноваги елемента у вигляді:

$$N_{b1} = N_{s1} = A \frac{b \cdot h_0 / \xi_1}{\varepsilon_{s1} / (\xi_1 - 1)} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s \cdot A_s, \tag{12}$$

В першому наближенні відношення $\xi_{1(1)}$ можна прийняти рівним $\xi_{1(1)} \approx 2$, потім за формулою (10) визначимо $\varepsilon_{b1(1)}$, після підстановки якого в формулу (12) знайдемо:

$$\xi_{1(1,1)} = \frac{Abh_0}{Abh_0 - \varepsilon_{s1}^2 E_s A_s}, \tag{13}$$

Може виявитись, що $\xi_{1(1)} \neq \xi_{1(1,1)}$, тому необхідно зробити нове наближення, прийнявши:

$$\xi_{1(2)} = 0{,}5[\xi_{1(1)} + \xi_{1(1,1)}], \tag{14}$$

і обчислення продовжувати до тих пір, поки $\xi_{1(n)} \neq \xi_{1(n,n)}$, де n – кількість наближень. Після кінцевого визначення z_1 і $\varepsilon_{sfb,1}$ повинна виконуватись умова (12), а за формулою (5) можна визначити згинальний момент внутрішніх зусиль, який буде відповідати певному навантаженню.

Визначення руйнуючого моменту. Приймемо, що руйнування згинального елемента по нормальному перерізу відбудеться у випадку, коли деформації в арматурі і в крайньому стиснутому волокні сталефібробетону досягнуть максимальних значень, тобто $\varepsilon_s = \varepsilon_{sR}$ і $\varepsilon_{sfb} = \varepsilon_{sfb,R}$. Для визначення руйнуючого моменту використаємо наведену вище методику визначення внутрішніх зусиль.

Приймемо, що $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$, тоді умова (6) набуде вигляду:

$$A \frac{b \cdot z_1}{\varepsilon_{sfb,1}} = E_s \cdot \varepsilon_{sR} \cdot A_s, \tag{15}$$

По формулі (8) визначаємо $z_{1(1)}$ в першому наближенні і за виразом (10) знаходимо відповідну деформацію в бетоні при $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$, тобто:

$$\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sR} \frac{z_1}{h_0 - z_1}, \tag{16}$$

Якщо виявиться, що $\varepsilon_{sfb,1} > \varepsilon_{sfb,R}$, то необхідно прийняти $\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sfb,R}$, задатися z_1 і обчислити ε_{s1} по формулі (7) при $\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sfb,R}$. Після цього задача вирішується методом поступового наближення. Після визначення z_1, $\varepsilon_{sfb,1}$ і ε_{s1}, руйнуючий момент M_u можна визначити за такими формулами:

– при руйнуванні, коли $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$ і $\varepsilon_{sfb,1} < \varepsilon_{sfb,R}$:

$$M_u = C\frac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,1}^2} + E_s \cdot \varepsilon_{sR} \cdot A_s\left(h_0 - z_1\right), \quad (17)$$

– при руйнуванні, коли $\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sfb,R}$, і $\varepsilon_{s1} < \varepsilon_{sR}$:

$$M_u = C\frac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,R}^2} + E_s \cdot \varepsilon_{s1} \cdot A_s\left(h_0 - z_1\right), \quad (18)$$

– при одночасному виконанні умов $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$ та $\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sfb,R}$:

$$M_u = C\frac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,1}^2} + E_s \cdot \varepsilon_{sR} \cdot A_s\left(h_0 - z_1\right), \quad (19)$$

В формулі (16) значення z_1 знаходиться за формулою:

$$z_1 = h_0 \frac{\varepsilon_{sfb,R}}{\varepsilon_{sR} + \varepsilon_{sfb,R}}, \quad (20)$$

За аналогічною методикою можна визначити руйнуючий момент і для елементів, які піддавались повторним навантаженням, але механічні характеристики сталефібробетону необхідно використовувати з урахуванням впливу на них малоциклових повторних навантажень, а також залежності $\sigma_{sfb,cyc} - \varepsilon_{sfb,cyc}$.

Розрахунок поздовжньої робочої арматури. В багатьох випадках проектування згинальних сталефібробетонних елементів за заданими згинальними моментами від зовнішнього навантаження M, необхідно знайти площу поперечного перерізу поздовжньої робочої арматури.

Розглянемо згинальний елемент прямокутного профілю з одиночною арматурою. Логічно, що найбільш економічним буде таке армування, коли максимально будуть використані механічні характеристики матеріалів. Такій умові відповідають $\varepsilon_{sfb,1} = \varepsilon_{sfb,R}$, $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$ та $z_1 = z_R$, де z_1 – фіксована висота зони стиснутого бетону і визначається за формулою (20).

Враховуючи наведене, прийнявши $M = M_u$, необхідну площу арматури знайдемо з формули (19):

$$A_s = \frac{M - C\dfrac{b \cdot z_R}{\varepsilon_{sfb,R}^2}}{E_s \cdot \varepsilon_{sR}\left(h_0 - z_R\right)}, \quad (21)$$

У випадках, коли розміри поперечного перерізу задаються конструктивно і руйнування починається з розтягнутої арматури, приймемо $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{sR}$ і задачу віднаходження значення A_s вирішуємо методом послідовних наближень, тобто знаходимо $\varepsilon_{sfb,1}$ і z_1 такі, щоб виконувалась умова:

$$A\frac{b \cdot z_1}{\varepsilon_{sfb,1}} = E_s \cdot \varepsilon_{sR} \cdot A_s, \quad (22)$$

після чого площу арматури знайдемо з формули (18):

$$A_s = \frac{M - C\dfrac{b \cdot z_1^2}{\varepsilon_{sfb,1}^2}}{E_s \cdot \varepsilon_{sR}\left(h_0 - z_1\right)}, \quad (23)$$

За аналогічними формулами можна визначити площу арматури в згинальних елементах, які піддаються повторним малоцикловим навантаженням. В цьому випадку механічні характеристики сталефібробетону підставляються в формули з урахуванням змін, які відбуваються при повторних навантаженнях.

Запропонована методика дає можливість визначити напружено-деформаційний стан згинальних елементів на будь якій стадії короткочасного одноразового і повторного малоциклового навантаження.

Список використаних джерел

1. Бабич Є.М., Дробишинець С.Я. Експериментальні дослідження роботи сталефіброзалізобетонних балок при повторних навантаженнях // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: Збірник наукових праць. – Рівне, 2003. – Випуск 28: - с. 44-52.
2. Дробишинець С.Я. Експериментальні дослідження сталефібробетонних та сталефіброзалізобетонних балок при одноразовому та малоцикловому навантаженні // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне, 2003. – Випуск 9: - с. 218-224.
3. Бабич Є.М., Дробишинець С.Я. Робота сталефібробетонних та сталефіброзалізобетонних балок при одноразовому та повторних малоциклових навантаженнях // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація // Збірник наукових статей. Випуск 6. – Кривий Ріг: КТУ, 2004. - с. 65-71.
4. Дробишинець С.Я. Вплив повторних малоциклових навантажень на механічні характеристики сталефібробетону та роботу згинальних елементів на його основі.: Дис ... канд. техн. наук. – Луцьк, 2005. – 192 с.

ANNOTATION

In the article proposed the method of determining the stress-deformation state and strength of normal cross sections of combined-reinforced bending elements with consideration of the dependencies between the stresses and strains in steelfiberconcrete based on deformational calculation model.

Keywords: mode of deformation, deformation model.

АННОТАЦИЯ

В статье предложена методика определения напряженно-деформационного состояния и прочности нормальных сечений комбинированно-армированных изгибаемых элементов с учетом зависимостей между напряжениями и деформациями в сталефибробетоне на основе деформационной расчетной модели.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, деформационная модель

УДК 624.012

д.т.н., професор Єфіменко В.І.,Паливода О.А.,
ДВНЗ "Криворізький національний університет"

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СТИСНУТИХ ТРУБОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗІ ЗМІЦНЕНИМИ ОСЕРДЯМИ КІЛЬЦЕВОГО ПЕРЕРІЗУ

Розглянуто проблеми, що обмежують застосування трубобетонних конструкцій підвищеної міцності. Виконано аналіз особливостей розвитку деформацій та характеру руйнування стиснутих трубобетонних елементів зі зміцненими осердями кільцевого перерізу при осьовому стиску в залежності від геометричних параметрів та конфігурації поперечного перерізу.

Ключові слова: *трубобетон; деформації; кільцевий переріз; осердя.*

Вступ. Однією з важливих задач, які виникають в сучасному будівництві, є пошук оптимальних рішень щодо застосування стиснутих елементів з високою несучою здатністю. Безперечно у вирішенні цього питання на перший план виходять сталезалізобетонні конструкції, зокрема трубобетонні. Проте, зважаючи на значні витрати сталі, що суттєво здорожує будівництво, звичайний трубобетон не завжди конкурентний за техніко-економічними показниками порівняно з іншими конструкціями. Тому оптимальні пропозиції щодо збільшення несучої здатності осердя дадуть можливість підвищити показники ефективності (в тому числі й економічної) трубобетонних елементів.

Таким чином, вивчення особливостей розвитку деформацій та характеру руйнування стиснутих трубобетонних елементів зі зміцненими осердями, які мають кільцевий переріз, є актуальним напрямком та дозволить наблизитись до вирішення задач, що розглядаються.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Зважаючи на ґрунтовність досліджень багатьох вчених щодо роботи звичайного трубобетону та все більш жорсткі вимоги щодо економії, все більше уваги концентрується на вивченні ефективних трубобетонних конструкцій підвищеної міцності. До таких належать і ті, що мають кільцевий переріз.

Одними з перших досліджень з вивчення трубобетонних елементів кільцевого перерізу відзначають роботи В.П. Ефімова [1].

У подальшому ґрунтовне вивчення наскрізних трубобетонних елементів було проведено в Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка В.М. Спільчуком [2]. Пізніше деякі дослідження даних елементів знаходили своє продовження у роботах представників полтавської та криворізької шкіл трубобетону [3,4].

З останніх робіт слід виділити дослідження трубобетону із кільцевими центрифугованими ядрами, що проведені в КНУ під керівництвом В.І. Єфіменка [5-7]. Виконані роботи показали, що в цьому випадку бетонне ядро працює дуже ефективно, а такі конструкції доцільно використовувати як при стиску з різними ексцентриситетами, так і при роботі на згин.

Важливі дослідження даних елементів відображені у роботах А.Л. Крішана [8,9], в яких ущільнення осердя досягається пневматичним методом, при цьому в ядрі утворюється вертикальна порожнина.

Постановка завдання. Метою проведення експериментальних випробувань є дослідження закономірностей характеру розвитку об'ємного напруженого стану, особливостей деформування та характеру руйнування трубобетонних елементів зі зміцненим осердям кільцевого перерізу при осьовому стиску в залежності від геометричних параметрів та конфігурації поперечного перерізу.

Основний матеріал і результати. Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість в достатній мірі судити про особливості роботи даних елементів при осьовому стиску в залежності від способу зміцнення осердя, необхідно запроектувати та виготовити наступні групи зразків:

Група Іа. Із центрифугованим осердям з внутрішньою порожниною.

Група Іб. Із центрифугованим осердям та внутрішньою порожниною, заповненою бетоном;

Група ІІа. Двотрубчасті з внутрішньою порожниною;

Група ІІб. Двотрубчасті з внутрішньою порожниною, заповненою бетоном.

При складанні програми експериментальних випробувань враховано, що несуча здатність трубобетонних елементів залежить від геометричних розмірів складових комплексної конструкції (геометричних характеристик сталевих труб та бетонного елемента) і фізико-механічних властивостей матеріалів – сталі й бетону.

Одночасно з відповідними основними зразками планувалося виготовлення зразків із порожніх труб для експериментального визначення коефіцієнту ефективності трубобетону. Ці зразки мали маркування, наприклад Т-ІІа-1 – труби для зразків першого діаметру другої групи. Механічні характеристики металу визначалися шляхом випробування порожніх труб на стиск і випробування на розтяг вирізаних зі стінок труб стандартних зразків-смужок.

Разом з відповідними основними зразками планувалося виготовлення трьох комплектів стандартних бетонних кубиків (150×150×150 мм) і призм

(150×150×600 мм) для визначення фізико-механічних властивостей бетону. Призми мали маркування, наприклад Б-***І***-1 – бетон першого складу для зразків першої групи.

Розглянемо особливості розвитку деформацій дослідних зразків під навантаженням роздільно для кожної з груп. Їхні геометричні розміри та проектні значення фізико-механічних характеристик сталі та бетону наведені в табл. 1.

Зразки мають позначення, наприклад ТБ-***ІІа***-1, яке вказує на характеристику прийнятих труб та бетону.

Таблиця 1.

Характеристика дослідних зразків груп ***І*** та ***ІІ***

Група зразків	Серія зразків	Характеристика зовнішньої труби $D \times t$, *мм*	Характеристика внутрішньої труби $D_в \times t_в$, *мм*	Міцність бетону кільця $f_{ck.prism1}$, *МПа*	Міцність бетону заповнення $f_{ck.prism1}$, *МПа*
І	Т-***І***-1	325,0×8,0	–	–	–
	ТБ-***Іа***-1	325,0×8,0	–	38,9	–
	ТБ-***Іб***-1	325,0×8,0	–	38,9	28,8
ІІ	Т-***ІІ***-1′	169,0×	–	–	–
	Т-***ІІ***-2″	–	89,0×2,8	–	–
	ТБ-***ІІа***-1	169,0×6,0	89,0×2,8	21,0	–
	ТБ-***ІІб***-1	169,0×6,0	89,0×2,8	21,0	18,8

При плануванні експерименту були прийняті певні обмеження. Довжина трубобетонних елементів визначалась за формулою $L = 4D$.

Всі зразки випробовувалися після 28 діб витримування, необхідного для набрання міцності бетону. Завантажувалися через шарніри по фізичній вісі. Ступені завантаження складали в основному 0,1 від руйнуючої сили на початку випробування і 0,05 – при досягненні граничного стану за несучою здатністю.

Поздовжні деформації при випробуванні зразків вимірювалися за допомогою індикаторів годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм та електротезорезисторів.

Для кріплення індикаторів і прогиномірів до дослідних зразків до металевої поверхні труби приварювали гайки. Електротензорезостори наклеювались за допомогою клею БФ-2. Для зняття показників використовувався прилад АИД-2М.

Для зразків групи І в якості труби-оболонки прийняти цільнотягнуті труби із зовнішнім діаметром D = 325 мм при товщині стінки труби t = 8 мм. У

результаті випробувань установлено, що для сталі труби межа плинності R_y = 253 МПа, тимчасовий опір R_u = 270 МПа, модуль пружності E_s = 2,08x10^5 МПа.

У цьому випадку використані два склади бетонів. Бетон складу 1 застосовувався для утворення центрифугованого кільця, а бетон складу 2 – для заповнення порожнини, що при цьому утворювалася. Фізико-механічні характеристики бетону для зразків групи ***I*** наведені у табл. 2.

Таблиця 2.

Фізико-механічні характеристики випробуваного бетону для зразків групи ***I***

Склад бетону	Кубикова міцність, МПа	Призмова міцність $f_{ck,prism}$, МПа	Модуль дефрмацій E_b x10^{-4} МПа	Коефіцієнт Пуассона ν
1	39,6	28.8	2,40	0,18
2	27,6	21,0	2,00	0,17

Для зразків групи ***II*** в якості зовнішньої труби-оболонки прийняті цільнотягнуті труби із зовнішнім діаметром D = 169 мм при товщині стінки труби t = 6 мм. У результаті випробувань установлено, що для сталі труби 1 межа плинності R_y = 253 МПа, тимчасовий опір R_u = 270 МПа, модуль пружності E_s = 2,08x10^5 МПа. В якості внутрішньої труби-вставки прийняти цільнотягнуті труби із зовнішнім діаметром D_2 = 89 мм при товщині стінки труби t_2 =2,8 мм. У результаті випробувань установлено, що для сталі труби 2 межа плинності R_y = 251 МПа, тимчасовий опір R_u = 281 МПа, модуль пружності E_s = 2,06x10^5 МПа.

У цьому випадку використані два склади бетонів. При цьому бетон складу 1 застосовувався для утворення кільця між зовнішньою та внутрішньою трубами, а бетон складу 2 – для заповнення порожнини внутрішньої труби.

Бетон складу 1 мав такі фізико-механічні властивості: кубикова міцність – 29 МПа, призмова міцність $f_{ck,prism}$, = 20 МПа. Бетон складу 2 у цьому випадку за своїми характеристиками відповідав бетону, що використовувався при виготовленні зразків Б-IIб-2 (склад 2 в табл. 2.).

Таким чином, під час експерименту вимірювалися поздовжні й поперечні деформації зразків при осьовому завантаженні, за результатами яких визначався їх напружений стан.

На рис. 1. наведена залежність поздовжніх і поперечних деформацій від навантаження N-ε для трубобетонних зразків серій ТБ-Іа-1, ТБ-Іб-1. Із аналізу графіків видно, що залежність носить криволінійний характер. Заповнення порожнини віброваним бетоном впливає на величину деформацій та характер їх розвитку. Відносні граничні поздовжні деформації мають великі значення та досягають 300x10^{-5} і більше.

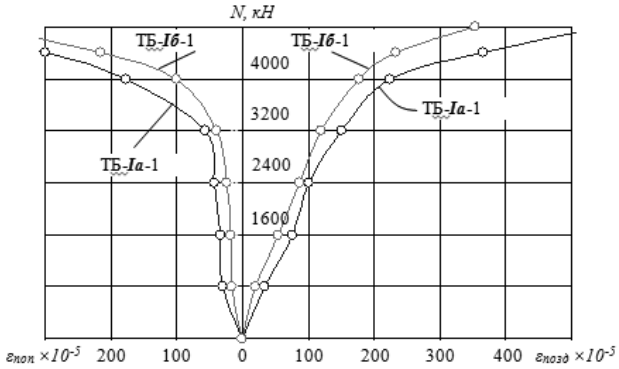


Рис. 1. Залежність деформацій ε від навантаження N в зразках серій ТБ-*Іа*-1, ТБ-*Іб*-1

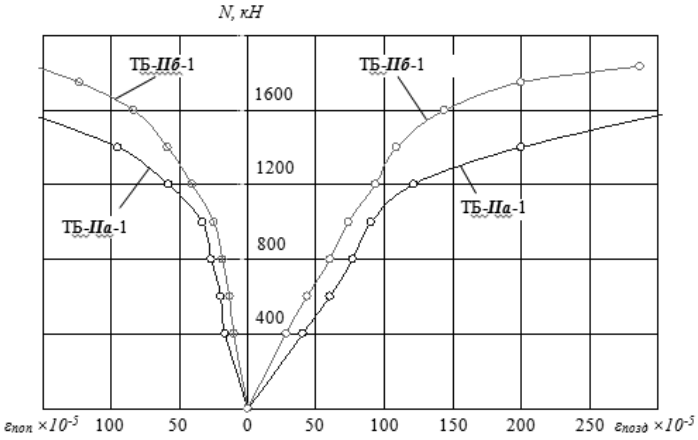


Рис. 2. Залежність деформацій ε від навантаження N в зразках серій ТБ-*Іа*-1, ТБ-*Іб*-1

На рис. 2. наведена залежність поздовжніх і поперечних деформацій від навантаження N-ε для трубобетонних зразків серій ТБ-ІІа-1, ТБ-ІІб-1. Із аналізу графіків видно, що залежність носить криволінійний характер. Зміцнення ядра внутрішньою трубою має вплив на величину деформацій та характер їх розвитку. Як і в попередньому випадку, відносні граничні поздовжні деформації мають великі значення та досягають 300×10^{-5} і більше.

Висновки. При зведенні трубобетонних конструкцій витрати сталі значно більші, ніж при виготовленні залізобетонних. Економії сталі можна досягти, влаштовуючи зміцнені осердя. Проте залишаються практично не дослідженими особливості роботи трубобетонних елементів з деякими способами зміцнення осердя. Відсутні рекомендації щодо їх розрахунку.

Заповнення бетоном поздовжньої порожнини як елементів з центрифугованим осердям, так і елементів з внутрішньої трубою впливає на розвиток поперечних деформацій, оскільки коефіцієнти поперечної деформації в граничному стані зразків із заповненими порожнинами в обох випадках приблизно на 10% менші, ніж в наскрізних елементах.

Таким чином, заповнення віброваним бетоном порожнин зразків обох груп впливає на об'ємний стан бетонного ядра. Це дає привід для аналізу несучої здатності досліджуваних елементів.

Список використаних джерел

1. Ефимов В.П. Прочность и устойчивость комбинированных сквозных элементов из стальных труб, заполненных высокопрочным бетоном: автореф. дис. канд. техн. наук / В.П. Ефимов. – Таллин, 1989. – 23 с.

2. Спильчук В.М. Оптимизация параметров трубоебтонных элементов кільцевого сечения: дис. ... канд. техн. наук / В.М. Спильчук. – Полтава, 1996. – 158 с.

3. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції. Дослідження, проектування, будівництво, експлуатація / Л.І. Стороженко, В.М. Сурдін, В.І. Єфіменко, В.І. Вербицький. – Кривий Ріг: КТУ, 2007. – 448 с.

4. Стороженко Л.И. Строительные конструктции из стальных труб, заполненных центрифугированным бетоном / Л.И. Стороженко, В.И. Ефименко, В.Ф. Пенц. – К.: "Четверта хвиля ", 2001. – 158 с.

5. Ефименко В.И. Центрифугированные трубобетонные конструкции / В.И. Ефименко. – Кривой Рог: КТУ, 2008. – 257 с.

6. Ефименко В.И. Напряженно-деформированное состояние в упругой стадии работы центрифугированных трубобетонных элементов при осевом сжатии / В.И.Ефименко, А.П.Сухан // Зб. „Будівельні конструкції". К.: НДІБК. – Вип. 70, 2008. – С. 96 – 102.

7. Єфіменко В.І. Несучі конструкції зі сталевих труб, заповнених центрифугованим бетоном: автореф. дис. … д-ра техн. наук / В.І. Єфименко. – Дніпропетровськ, 2009. – 38 с.

8. Кришан А.Л. Трубобетонные колонны с ядром из бетона на расширяющемся цементе / А.Л. Кришан, М.Н. Кошелев, К.С. Кузнецов, А.С. Мельничук // Мат-лы 66-й науч.-техн. конф.: Сб. докл. – Т.2. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. – С. 6 – 7.

9. Кришан А.Л. Прочность трубобетонных колонн с предварительно обжатым ядром: автореф. дисс. … докт. техн. наук: спец. 05.23.01 "Строительные конструкции. Здания и сооружения" / А.Л.Кришан. – Ростов-на-Дону, 2011. – 32 с.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено проблемы, которые ограничивают применение трубобетонных конструкций повышенной прочности. Выполнено анализ особенностей развития деформаций и характера разрушения сжатых трубобетонных элементов с упрочненными ядрами кольцевого сечения при осевом сжатии в зависимости от геометрических параметров и конфигурации поперечного сечения.

Ключевые слова: трубобетон; деформации; сердечник; кольцевое сечение.

ANNOTATION

The problems that limit the use of tube confined concrete are studied. The analysis of features of deformation development and fracture of compressed tube confined concrete elements of solid section with reinforced cores under axial compression, depending on the cross-sectional dimensions, wall thickness and strength of the concrete core is carried out.

Key words: tube confined concrete, deformations, reinforced core, circular section.

УДК 539.3

д-р техн. наук, доцент Іванченко Г.М.
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОЛИВАННЯ ЗРІВНОВАЖУВАЛЬНОГО КАНАТУ ШАХТНОГО ПІДЙОМНИКА ПРИ КОНТУРНОМУ РУСІ

Досліджується вплив величини швидкості контурного руху зрівноважувального канату шахтного підйомника на частоти власних коливань петлі канату.

Ключові слова: зрівноважувальний канат шахтного підйомника, контурний рух, власні коливання.

В підіймальних установках глибоких шахт для зрівноваження значної маси протяжних тягових канатів використовуються зрівноважувальні (хвостові) канати різної конструкції [1]. Зрівноважувальний канат підйомної установки кріпиться до шахтних підйомних клітей, створюючи петлю, що провисає в нижній зумпфовій частині шахтного стволу. Швидкість руху підйомних клітей досягає 20 м/с. В умовах експлуатації шахтних підйомників при динамічних навантаженнях [2] є загроза виникнення резонансів в зрівноважувальному канаті, що обумовлює потребу у вивченні впливу величини швидкості контурного руху тросової системи (швидкість кліті) на спектр частот власних коливань зрівноважувального канату.

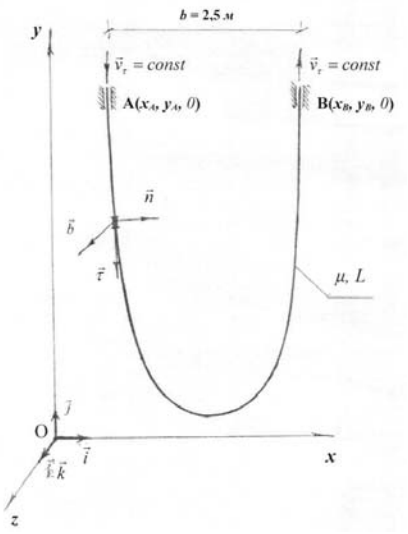


Рис. 1. Схема зрівноважувального канату, що здійснює контурних рух

Для визначення резонансних частот коливань канату при контурному русі він моделюється важкою нерозтяжною ниткою (рис. 1), довжина якої L а погонна щільність μ.

Рівняння контурного руху нитки має вигляд [3]:

$$\frac{d}{ds}\left[\left(T-\mu v_\tau^2\right)\vec{\tau}\right]+\vec{P}-\mu\left(\vec{a}^{\,r}+\vec{a}^{\,c}\right)=0, \quad (1)$$

де: T – сила натягу нитки, $\vec{\tau}$ – дотичний орт звичайного трьохгранника, s – ейлерова координата, $\vec{P}$– інтенсивність зовнішніх сил, $\vec{a}^{\,r}$ і $\vec{a}^{\,c}$ відносне і кориолісове прискорення.

Ввівши систему координат *xyz* з ортами $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$, в якій площина *xOy* паралельна площині руху тросової петлі, можна отримати проекції векторного рівняння (1) з урахуванням рівняння в'язі:

$$\begin{aligned}
&\frac{dO}{ds} = -\tau_{\tilde{o}}\left[Đ_{\tilde{o}} - \mu\left(à_{\tilde{o}}^r + à_x^c\right)\right] - \tau_y\left[P_y - \mu\left(a_y^r + a_y^c\right)\right],\\
&\frac{d\tau_x}{ds} = \frac{1}{Ò - \mu v_\tau^2}\left\{-\tau_y^2\left[Đ_x - \mu\left(à_x^r + à_x^c\right)\right] + \tau_x\tau_y\left[P_y - \mu\left(a_y^r + a_y^c\right)\right]\right\},\\
&\frac{d\tau_y}{ds} = \frac{1}{Ò - \mu v_\tau^2}\left\{\tau_x\tau_y\left[Đ_x - \mu\left(à_x^r + à_x^c\right)\right] - \tau_x^2\left[P_y - \mu\left(a_y^r + a_y^c\right)\right]\right\},\\
&\frac{dx}{ds} = \tau_x, \qquad \frac{dy}{ds} = \tau_y,
\end{aligned} \tag{2}$$

де: $P_x = 0$, $a_x^r = \ddot{x}$, $a_x^c = 2v_r\left(\dot{\tau}_x\tau_y^2 - \dot{\tau}_y\tau_x\tau_y\right)$,
$P_y = -\mu g$, $a_y^r = \ddot{y}$, $a_y^c = 2v_r\left(\dot{\tau}_y\tau_x^2 - \dot{\tau}_x\tau_x\tau_y\right)$.

Для дослідження малих коливань нитки система рівнянь (2) лінеаризована в околі ланцюгової лінії – форми, яку приймає ділянка лінії вдалого спокою рухомої вздовж себе нитки з натягом $T - \mu v_\tau^2$:

$$\begin{aligned}
&\frac{d\Delta O}{ds} = \mu\left(\tau_{\tilde{o}}\Delta\tilde{o} + \tau_{ó}\Delta\tilde{o} + g\Delta\tau_y\right),\\
&\frac{d\Delta\tau_x}{ds} = \frac{\mu}{Ò - \mu v_\tau^2}\left[\frac{g\tau_x\tau_y}{T - \mu v_\tau^2}\Delta T - g\left(\Delta\tau_x\tau_y + \tau_x\Delta\tau_y\right) - \tau_x\tau_y\Delta\ddot{y} + \right.\\
&\qquad \left. + \tau_y^2\Delta\ddot{x} + 2v_\tau\left(\Delta\dot{\tau}_x\tau_y^2 - \Delta\dot{\tau}_y\tau_x\tau_y\right)\right],\\
&\frac{d\Delta\tau_y}{ds} = \frac{\mu}{Ò - \mu v_\tau^2}\left[-\frac{g\tau_x^2}{T - \mu v_\tau^2}\Delta T + 2g\tau_x\Delta\tau_{\tilde{o}} - \tau_x\tau_y\Delta\ddot{x} + \right.\\
&\qquad \left. + \tau_x^2\Delta\ddot{y} + 2v_\tau\left(\Delta\dot{\tau}_y\tau_x^2 - \Delta\dot{\tau}_x\tau_x\tau_y\right)\right],\\
&\frac{d\Delta x}{ds} = \Delta\tau_x, \qquad \frac{d\Delta y}{ds} = \Delta\tau_y.
\end{aligned} \tag{3}$$

Ця система лінеаризованих рівнянь обмежена крайовими умовами

$$\Delta x(0) = \Delta y(0) = \Delta x(L) = \Delta y(L) = 0.$$

Розв'язок ліанеаризованої системи рівнянь (3) руху важкої нитки будується у вигляді

$$\begin{aligned}
&\Delta T = \Delta T^s \sin\omega t + \Delta T^c \cos\omega t,\\
&\Delta\tau_x = \Delta\tau_x^s \sin\omega t + \Delta\tau_x^c \cos\omega t,\\
&\Delta\tau_y = \Delta\tau_y^s \sin\omega t + \Delta\tau_y^c \cos\omega t\ ,\\
&\Delta x = \Delta x^s \sin\omega t + \Delta x^c \cos\omega t,\\
&\Delta y = \Delta y^s \sin\omega t + \Delta y^c \cos\omega t,
\end{aligned} \qquad (4)$$

де ω – частота коливань, t – часова координата.

З урахуванням побудованого розв'язку (4) вирішуюча система лінеаризованих диференціальних рівнянь (3) руху нитки набуває вигляду

$$\begin{aligned}
&\frac{d\Delta\dot{O}^s}{ds} = \mu\left(-\tau_{\hat{o}}\omega^2\Delta x^s - \tau_{\acute{o}}\omega^2\Delta y^s + g\Delta\tau_y^s\right),\\
&\frac{d\Delta\dot{O}^c}{ds} = \mu\left(-\tau_{\hat{o}}\omega^2\Delta x^c - \tau_{\acute{o}}\omega^2\Delta y^c + g\Delta\tau_y^c\right),\\
&\frac{d\Delta\tau_x^s}{ds} = \frac{\mu}{\dot{O}-\mu v_\tau^2}\left[\frac{g\tau_x\tau_y}{T-\mu v_\tau^2}\Delta T^s - g\left(\Delta\tau_x^s\tau_y + \tau_x\Delta\tau_y^s\right) + \right.\\
&\qquad \left. + \omega^2\left(\tau_x\tau_y\Delta y^s - \tau_y^2\Delta x^s\right) - 2v_\tau\omega\tau_y\left(\tau_y\Delta\tau_x^c - \Delta\tau_y^c\tau_x\right)\right],\\
&\frac{d\Delta\tau_x^{\tilde{n}}}{ds} = \frac{\mu}{\dot{O}-\mu v_\tau^2}\left[\frac{g\tau_x\tau_y}{T-\mu v_\tau^2}\Delta T^{\tilde{n}} - g\left(\Delta\tau_x^{\tilde{n}}\tau_y + \tau_x\Delta\tau_y^{\tilde{n}}\right) + \right.\\
&\qquad \left. + \omega^2\left(\tau_x\tau_y\Delta y^{\tilde{n}} - \tau_y^2\Delta x^{\tilde{n}}\right) + 2v_\tau\omega\tau_y\left(\tau_y\Delta\tau_x^s - \Delta\tau_y^s\tau_x\right)\right],\\
&\frac{d\Delta\tau_y^s}{ds} = \frac{\mu}{\dot{O}-\mu v_\tau^2}\left[-\frac{g\tau_x^2}{T-\mu v_\tau^2}\Delta T^s + 2g\tau_x\Delta\tau_x^s + \right.\\
&\qquad \left. + \omega^2\left(\tau_x\tau_y\Delta x^s - \tau_x^2\Delta y^s\right) - 2v_\tau\omega\tau_x\left(\tau_x\Delta\tau_y^c - \Delta\tau_x^c\tau_y\right)\right],\\
&\frac{d\Delta\tau_y^c}{ds} = \frac{\mu}{\dot{O}-\mu v_\tau^2}\left[-\frac{g\tau_x^2}{T-\mu v_\tau^2}\Delta T^c + 2g\tau_x\Delta\tau_x^c + \right.\\
&\qquad \left. + \omega^2\left(\tau_x\tau_y\Delta x^c - \tau_x^2\Delta y^c\right) + 2v_\tau\omega\tau_x\left(\tau_x\Delta\tau_y^s - \Delta\tau_x^s\tau_y\right)\right],\\
&\frac{d\Delta x^s}{ds} = \Delta\tau_x^s\ ,\ \frac{d\Delta x^c}{ds} = \Delta\tau_x^c\ ,\ \frac{d\Delta y^s}{ds} = \Delta\tau_y^s\ ,\ \frac{d\Delta y^c}{ds} = \Delta\tau_y^c\ .
\end{aligned} \qquad (5)$$

Система рівнянь (5) має крайові умови

$$\Delta\tilde{o}^s(0)=\Delta\tilde{o}^c(0)=\Delta y^s(0)=\Delta y^c(0)=0,$$
$$\Delta\tilde{o}^s(L)=\Delta\tilde{o}^c(L)=\Delta y^s(L)=\Delta y^c(L)=0. \qquad (6)$$

Сформульовану крайову задачу (5) з умовами на краях (6) можна перетворити в задачу з початковими умовами. Для цього розв'язок однорідної системи лінеаризованих рівнянь (5) подається у вигляді суперпозиції її розв'язків при почерговому збуренні початкових параметрів. Для задоволення крайових умов в точці В маємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{aligned}
&\Delta\tilde{o}_1^s\cdot\tilde{N}_1+\Delta\tilde{o}_2^s\cdot\tilde{N}_2+\Delta\tilde{o}_3^s\cdot\tilde{N}_3+\Delta\tilde{o}_4^s\cdot\tilde{N}_4=0;\\
&\Delta\tilde{o}_1^c\cdot\tilde{N}_1+\Delta\tilde{o}_2^c\cdot\tilde{N}_2+\Delta\tilde{o}_3^c\cdot\tilde{N}_3+\Delta\tilde{o}_4^c\cdot\tilde{N}_4=0;\\
&\Delta y_1^s\cdot\tilde{N}_1+\Delta y_2^s\cdot\tilde{N}_2+\Delta y_3^s\cdot\tilde{N}_3+\Delta y_4^s\cdot\tilde{N}_4=0; \qquad (7)\\
&\Delta y_1^c\cdot\tilde{N}_1+\Delta y_2^c\cdot\tilde{N}_2+\Delta y_3^c\cdot\tilde{N}_3+\Delta y_4^c\cdot\tilde{N}_4=0.
\end{aligned}$$

В цій системі $\Delta\tilde{o}_i, \Delta y_i$ (i = 1, 4) – розв'язки вирішуючої системи лінеаризованих диференціальних рівнянь руху нитки (5) в точці B ($s = L$) при одиничних незалежних збуреннях $\Delta\dot{O}^s(0)=1$; $\Delta\dot{O}^{\tilde{n}}(0)=1$; $\Delta\tau_{\delta}^s=1$; $\Delta\tau_{\delta}^c=1$ та нульових значеннях решти початкових умов; C_i , (i =1, 4) – невідомі початкові умови.

Значення частот збурень ω, при яких система рівнянь (7) вироджується, що свідчить про неєдиність розв'язку системи (5), відповідають власним частотам коливань нитки [4].

По методиці, викладеній вище, досліджено вплив величини швидкості контурного руху однорідної ідеальної нитки з погонною масою μ = 17,65 *кг/м* на спектр власних частот провисаючої тросової петлі довжиною L = 20 *м* при відстані між точками підвісу b = 2,5 *м*. Побудовані залежності детермінанту Δ системи алгебраїчних рівнянь (7) від величини частоти збурення тросової петлі ω (*рад/с*) при декількох значеннях швидкості поздовжнього руху троса $v_\tau = 0;1;10$ *і /с*. При нерухомому тросі в провисаючій петлі $v_\tau = 0$ функція $\Delta = f(\omega)$ набуває нульового значення при частоті ω, величина якої дорівнює кожній із власних частот системи, що розглядається. Ця залежність зображена на рис. 2 та рис. 3 суцільною лінією. Точки дотику графіку цієї функції до осі абсцис співпадають зі значеннями власних частот нерухомої тросової петлі. Пунктирною лінією на рисунках зображена зміна детермінанту Δ для тросової петлі, що рухається вздовж себе зі швидкістю $v_\tau = 1$ *і /с* (рис. 2) та $v_\tau = 10$ *і /с* (рис. 3). Порівняння характеру зміни детермінанту системи алгебраїчних рівнянь Δ, зображених суцільною і пунктирною лініями, дозволяє стверджувати, що контурний рух троса надає системі демпфуючих властивостей. Спектр сних

частот зміщується в бік збільшення.

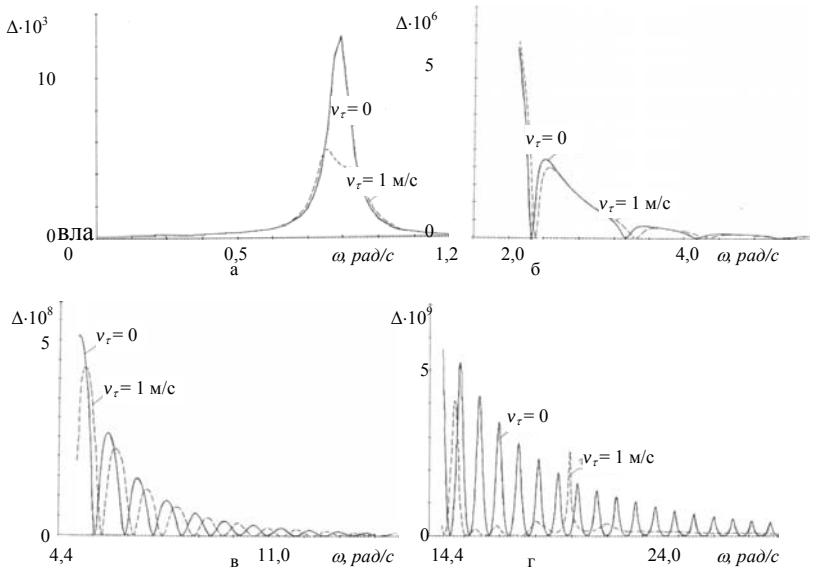


Рис. 2 Порівняння залежностей детермінанта Δ при нерухомому тросі і при v_τ= 1м/с

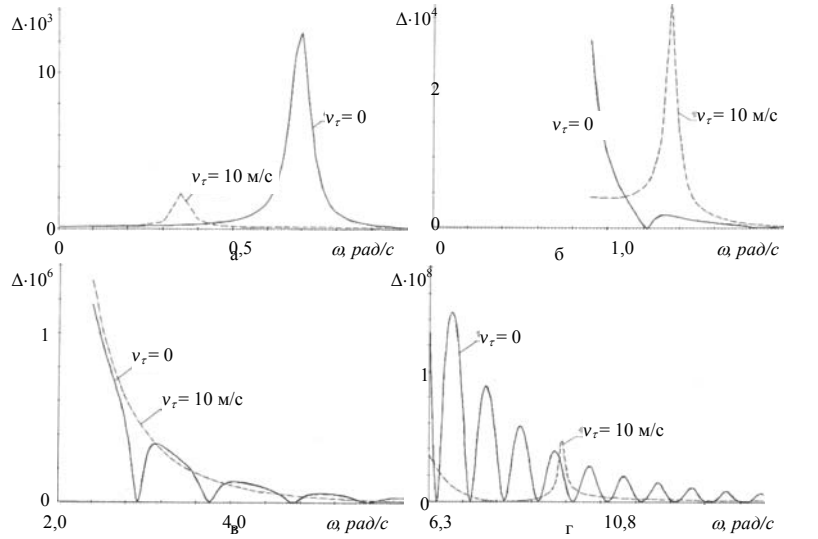


Рис. 3 Порівняння залежностей детермінанта Δ при нерухомому тросі і при v_τ= 10 м/с

Крім того, для кожної величини контурної швидкості існує поріг чуттєвос-

ті до високочастотних збурень. При $v_\tau = 1$ м/с він становить ω = 18,25 *рад/с*, а при $v_\tau = 10$ м/с тросова петля взагалі сприймає лише одну резонансну частоту збурення ω = 8,32 *рад/с*.

Література:

1. Найденко И.С., Белый В.Д. Шахтные многоканатные подъемные установки. Изд.2, перераб. и доп. – М.: Недра, 1979. – 391 с.

2. Алексеева Л.А. Теория и практика подъема. – К.: Наукова думка, 1975. – 357 с.

3. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука, 1980. – 240 с.

4. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1975. – 682 с.

Аннотация

Исследуется влияние величины скорости контурного движения уравновешивающего каната шахтного подъемника на частоты собственных колебаний петли каната.

Ключевые слова: уравновешивающий канат шахтного подъемника, контурное движение, собственные колебания.

Annotation

The response of dimension of contouring motion speed of balancing rope of shaft hoist on natural vibration frequencies of the rope splice is under investigation.

Key words: balancing rope of shaft hoist, contouring motion, natural vibration frequencies.

УДК 711.73

к.т.н., доцент Ільчук Н.І.,
к.т.н., доцент Парфентьєва І.О., к.т.н., доцент Гусачук Д.А.,
Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ЛУЦЬКА

Розглянуто заходи щодо можливих варіантів реконструкції та модернізації центральної вулиці міста Луцька. Проаналізовано методи для покращення умов руху транспорту та пішоходів.

Ключові слова: *організація дорожнього руху, транспортні засоби, індивідуальний транспорт, інтенсивність руху, пропускна здатність, центральна частина міст .*

Постановка проблеми. Однією з проблем великих міст, пов'язаною з функціонуванням їх транспортних систем, є скупченість транспортних засобів у центральній частині міста. Рівень автомобілізації постійно зростає, а розгалуженість та пропускна спроможність вулиць зростає не такими темпами, як того вимагає попит на пересування. Ця проблема притаманна і місту Луцьку [1].

Магістральна вулично-дорожня мережа м. Луцька є основою, ніби скелетом архітектурно-планувального рішення, і складається з доріг загальноміського та районного значення, основних площ міста. Вона утворилася поступово по мірі росту і розбудови.

Вирішення транспортної проблеми тісно пов'язане з вирішенням архітектурно-композиційних і планувальних задач, а також з максимальним забезпеченням безпеки руху транспорту, пішоходів та зниженням негативного впливу на навколишнє середовище.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Особливістю сучасної центральної частини міста Луцька є функціонування головних магістралей у стиснених умовах існуючої житлової забудови [2]. При таких умовах, у більшості випадків, пропускну спроможність вулиць та однорівневих перетинів не можна підвищити шляхом розширення проїзної частини (для збільшення кількості проїзних смуг, покращення умов каналізування транспортних потоків), а там, де можна – за рахунок зменшення пішохідної частини вулиці (небажаного прискорення росту щільності пішохідних потоків) [3]. Крім того, для більшості важливих ділянок головних магістралей характерна недостатня видимість (на перетинах та бічна), що знижує безпеку дорожнього руху.

Зважаючи на специфіку формування та функціонування вулично-дорожньої мережі центральної частини міста, на сьогодні найскладнішим є стан організації дорожнього руху на кільці: майдан Братський міст – вул. Глушець – вул. Паркова – пр. Волі – вул. Шевченка – вул. Богдана Хмельницького – майдан Братський міст. Найбільш завантаженими за інтенсивністю руху є три вузли: майдан Братський міст (сходження чотирьох головних магістралей під близькими до прямого кутами); два Т-подібні перетини біля ЦУМу: пр. Волі з вул. Парковою; пр. Волі з вул. Шевченка та Винниченка (сходження трьох головних магістралей під близькими до прямого кутами). Менш навантаженим вузлом є перетин вул. Глушець з вул. Замковою та Медвєдєва. Однак, враховуючи розташування цього вузла на ділянці вул. Глушець біля Центрального ринку, стан організації дорожнього руху на ньому бажано покращити.

Проведений моніторинг транспортних потоків на межах центральної частини міста показує, що значну частку транспортних потоків складають транспортні кореспонденції, які є транзитними для центральної ділової частини міста (ЦДЧМ).

Рух автомобілів між ЦДЧМ та периферійними районами відповідає добовому ритму людського життя. Вранці спостерігається перевищення інтенсивності доцентрових потоків над відцентровими, у вечірній час – навпаки. Отже, обсяг прибуття автомобілів з периферійних районів до ЦДЧМ можна визначити, провівши спостереження та виділивши ті години доби, коли спостерігається «пік» інтенсивності відцентрових та доцентрових потоків.

Мета дослідження. Головний напрямок у розробці системи міського транспорту – це створення комплексної схеми, взаємопов'язаної з усіма видами транспорту.

Один з критеріїв оцінки генеральних планів міст – це якість раціональної і зручної для населення організації руху транспорту.

Основний матеріал досліджень. Криза вуличного руху в Луцьку викликана переповненням міст автотранспортом і непристосованістю планувальної структури вуличної мережі до інтенсивного і швидкого руху сучасного транспорту [5].

Серед основних центральних вулиць міста, на яких помітне скупчення транспортних засобів можна виділити проспект Волі.

Проспект Волі – центральний проспект Луцька, який починається на центральному Театральному майдані і тягнеться до Київського майдану.

Довжина проспекту – 2260 м. Ширина коливається в межах від 10,5 м на відрізку вул. Чехова – Київський майдан і 14,5 м на відрізку ЦУМ – вул. Шопена.

Проспект має: 26 пересічень, 7 з яких – регульованого руху; 19 пішохідних переходів.

При поступовому щорічному зростанні інтенсивності дорожнього руху та зменшенні резервів збільшення пропускної спроможності головних магістралей центральної частини міста погіршується доступність для населення до громадських об'єктів центру, збільшуються радіуси пішохідної доступності. Для попередження такого явища потрібно коректно змінити ідею транспортної структури центру, щоб зберегти її значення в нових умовах міського життя. Зокрема, потрібно чітко розмежувати рух пішоходів і транспорту, формуючи системи зв'язків площ для пішохідного руху на території центральної частини міста.

При існуючому функціональному навантаженні уже складена вулично-дорожня мережа центральної частини міста Луцька не відповідає зростаючим об'ємам транспортно-пішохідного руху. Це обмежує і перешкоджає руху населення, збільшує затрати часу на поїздки. Задовільне вирішення цієї проблеми організації руху може забезпечити:

- світлофорне регулювання;
- існуючі вітки кільцевої магістралі в об'їзд центру;
- односторонній рух по вулицях Коперника, Б. Хмельницького та Парковій;
- заборона руху автомобілів (крім автівок жителів проспекту і автівок для магазинів) по пр. Волі з 7.00 до 22.00;
- заборона автостоянок в денний час;
- оптимізація маршрутів громадського транспорту (збільшення питомої частини транспорту великої пасажиромісткості: автобусів, тролейбусів, враховуючи зчеплені; обмеження транзитного руху автомобільного транспорту приміських маршрутів).

У Луцьку діє:

– 32 міських автобусних маршрути (25 маршрутів проходить через пр. Волі);

– 13 тролейбусних маршрутів (9 маршрутів проходить через пр. Волі).

Транспорту в місті стає більше, паркуватися ніде, а маленьке ДТП десь, наприклад, в районі вулиці Чехова здатне пригальмувати рух центральним проспектом до швидкості кількох кілометрів на годину.

Проблема постає не лише для автомобілістів та пасажирів, а й для жителів навколишніх багатоквартирних будинків, які страждають від загазованості.

Сьогодні 74% транспорту, який проїжджає по проспекту – приватний транспорт, 19% – маршрутні перевезення і 5% – тролейбуси (рис. 1).

Отже постає питання в реконструкції даного проспекту з врахуванням цінності даної вулиці, потреб мешканців міста та сучасних віянь в розвитку вулично-дорожньої мережі міст.

На основі проведених спостережень руху транспортних засобів в певні частини доби та розрахунку інтенсивності руху (згідно коефіцієнта завантаження вулиць з ДБН-В.2.3.5-2001.) [4] побудовано гістограму, на якій зображено завантаження автотранспортом по проспекту до та після реконструкції.

Тому головною проблемою пр. Волі на даний момент є перезавантаження транспортом. Було розглянуто декілька варіантів вирішення цього питання.

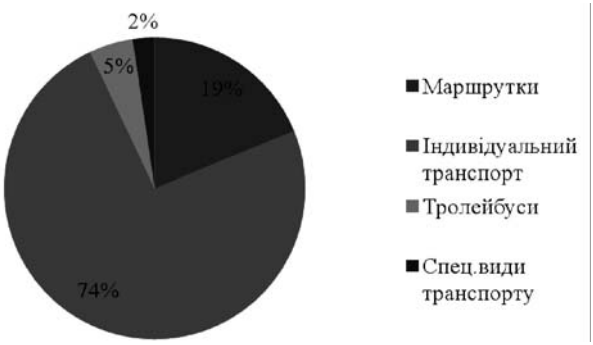


Рис. 1. Циклограма завантаженості пр. Волі транспортними засобами

Першим варіантом, який розглядався, була зміна руху тих маршрутів, які дублюються вздовж проспекту. Такими маршрутами громадських перевезень є: маршрутне таксі № 12, 16 та 17а (оскільки всі вони рухаються через проспект Волі, маючи заміну такими маршрутами, як маршрутне таксі № 10 в прямому і № 11 в зворотному напрямках, також №23). Ці маршрутки пропонувалось пустити по вул. Глушець – вул. Бринського – вул. Дубенська – вул. Рівненська замість вул. Глушець – вул. Паркова – пр. Волі – вул. Рівненська.

Але так розвантажувати вулицю недоцільно. Бо, як видно в гістограмі (рис. 2), найбільше на пр. Волі рухається саме автомобілів і забравши кілька маршрутів ми не тільки не змінимо ситуацію на краще, а й створимо

додаткові проблеми. Тому що на вул. Глушець немає відповідної кількості облаштованих зупинок громадського транспорту і людям, які живуть на проспекті, буде важко добиратись до зупинок відповідних маршрутів.

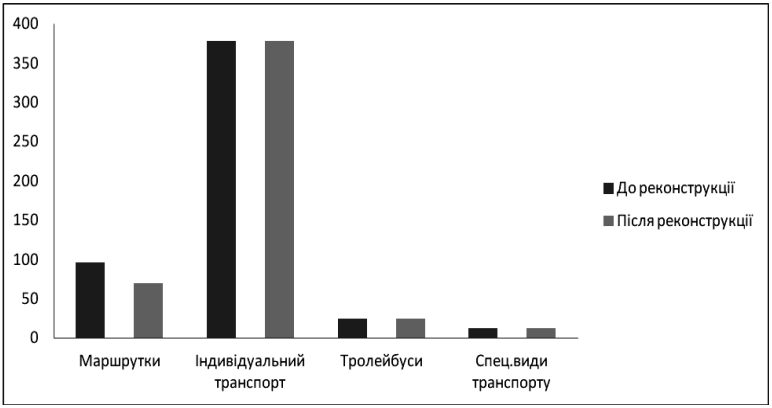


Рис. 2. Гістограма завантаженості пр. Волі транспортними засобами.

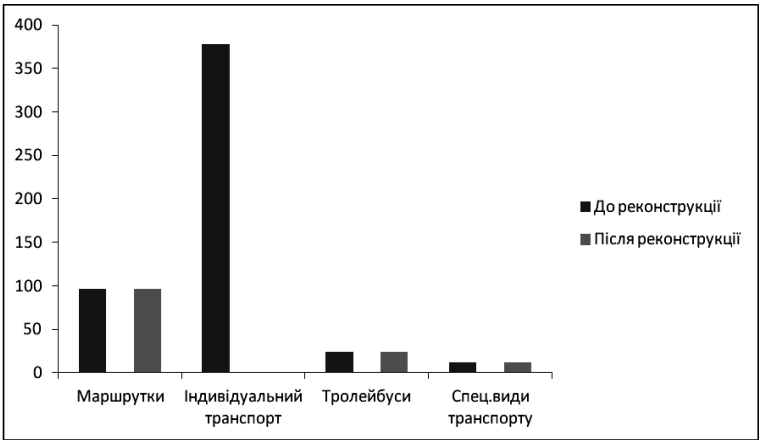


Рис. 3. Гістограма завантаженості пр. Волі транспортними засобами.

Другий варіант – розвантаження шляхом заборони руху індивідуального транспорту по проспекту з 7.30 до 22.00. При цьому власні авто пускаємо по вул. Глушець і вул. Коперника в об'їзд. В такому випадку ми уникнемо двох головних проблем першого варіанту:

- добирання до громадських зупинок по вул. Глушець,
- незначна розвантаженість проспекту.

Як видно в гістограмі (рис. 3), пр. Волі вдень повністю звільняється від власних автомобілів, які в години пік утворюють найбільше завантаження.

Це, безперечно, позитивно, але є суттєвий недолік – вул. Бандери і вул. Коперника надто вузькі для того, щоб пропустити велику кількість власних автомобілів, які будуть перенесені з пр. Волі. Тому цей варіант теж не вирішує всіх проблем, які виникають внаслідок перевантаження вулиці транспортними засобами.Третій варіант зменшення інтенсивності руху включає такі пропозиції:

1. Заборонити рух приватного транспорту (окрім спеціального транспорту) по проспекту Волі з 7:00 до 21:00.

2. Встановити 5 стоянок під приватний транспорт:

– на вул. Глушець напроти гімназії №4,
– на вул. Глушець біля АЗС Bil Oil,
– на вул. Глушець біля гуртожитку педагогічного коледжу),
– на вул. Бандери позаду СНУ, на пересіченні вул. Глушець і вул. Паркової.

3. Заборонити паркування власних авто по проспекту Волі за допомогою дорожніх знаків.

4. По вул. Бандери дозволити доїзди власного транспорту до місця проживання.

Так будуть усунуті усі недоліки перших двох варіантів, а також ми розвантажимо найбільш завантажені частини проспекту

Оскільки ми переносимо рух автомобілів із пр. Волі на вул. Коперника і вул. Глушець, то потрібно влаштувати парковки під власний транспорт. Це робиться для того, щоб власники автівок не залишали машини на узбіччі, якщо їм треба піднятись на проспект по справам, зменшуючи таким чином пропускну здатність основної проїзної частини.

Сумарна кількість авто на стоянці по вул. Бандери – 17 машин. Розмір одного парковочного місця – 2,5×5 м. Парковку на по вул. Глушець напроти 4 гімназії пропонується зробити на 38 авто. Парковку на вул. Глушець біля АЗС Bil Oil пропонується зробити на 31 авто. Сумарна кількість автомобілів парковки на перетині вул. Глушець і вул. Паркової складає 38 автомобілів. Сумарна кількість автомобілів запроектованої парковки по вул. Глушець біля гуртожитку педагогічного коледжу складає 30 автомобілів.

Паркувальні зони будуть повністю автоматизовані та оснащені в’їзними і виїзними терміналами, а також паркувальними автоматами.

Ділянки, де дозволено паркуватися, будуть оснащені паркоматами, при цьому здійснюватиметься ретельний контроль за дотриманням правил паркування і оплатою.

Паркування у пішохідній зоні і в'їзд у неї приватного автотранспорту буде повністю заборонено, за винятком певного часу доби.

Доступ автотранспорту в пішохідну зону буде обмежений фізичними перепонами – вазами, велостійками, огородженнями, встановленими по периметру.

Висновки. Отже, враховуючи вище сказана було запропоновано варіанти найбільш ефективної реконструкції проспекту Волі. В центральній частині міста повинен домінувати пішохід. Центр міста має стати дорогим для автомобілів і привабливим для пішоходів та велосипедистів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пояснювальна записка до проекту Генерального плану міста Луцька.
2. http://www.lutskrada.gov.ua/sites/default/files/moredesc_01.pdf
3. ДБН 360 - 92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. -К: Укрархбудінформ, - 1993. – 107 ст.
4. ДБН В.2.3-5-2001 Вулиці та дороги населених пунктів -К.: Держбуд України, 2001. – 50 с.
5. Ільчук Н.І. Міський транспорт: навчальний посібник. – Л.: РВВ ЛНТУ, 2010.- 130 с.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен опыт зарубежных стран о мерах по реконструкции и модернизации жилых зданий и инженерных сетей на основе энерго- и ресурсосбережения. Проанализированы соответствующие мероприятия архитектурного, строительного и управленческого характера.

Ключевые слова: комплексная реконструкция, модернизация, жилые дома, инженерные сети, мероприятия по энергоэффективности и ресурсосбережению.

ANNOTATION

The article considers experience of other countries on measures for the reconstruction and modernization of residential buildings and engineer communications on the basis of energy and resource saving. Analyzed the relevant activities of the architectural, construction and management type.

Keywords: complex reconstruction, modernization, houses, engineering communications, activities in energy efficiency and resource saving.

УДК 643

Кіриша К.В.,
Луцький національний технічний університет

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Розглядаються типи,влаштування та характеристики систем гідроізоляції та водовідведення.

Ключові слова: *гідроізоляція, водовідведення, гідроізоляційні матеріали.*

Постановка проблеми. В нинішньому часі,коли суспільство звикло до зручностей,люди роблять все для влаштування безпечних умов проживання та праці. Системи водовідведення та гідроізоляції є невід'ємною частиною будівель і споруд,що забезпечують нам так необхідний нам комфорт.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За результатами дослідження та узагальнення чинної нормативно-правової бази у сфері централізованого водопостачання та водовідведення та житлово-комунального господарства в цілому розроблені методичні рекомендації щодо вдосконалення законодавства України в цій сфері. Централізоване водопостачання та водовідведення належать до категорії комунальних послуг відповідно до Закону України «Про державне регулювання у сфері комунальних послуг» від 9 липня 2010 року №2479-VI. В зв'язку з цим на відносини, що виникають в сфері централізованого водопостачання та водовідведення, також розповсюджується дія норм права, що регулюють діяльність з надання комунальних послуг [5].

Згідно з українськими стандартами: для захисту будівельних конструкцій, будівель, споруд від проникнення рідин та їх негативного впливу на матеріал конструкцій використовують гідроізоляцію: 4 Січня 2012 для «Державні будівельні норми України» [1].

Мета дослідження. Мета даного дослідження полягає у тому,щоб дослідити основні технології влаштування та різновид систем гідроізоляцій та водовідведення.

Виклад основного матеріалу. Уявити сучасне місто без розвиненої системи водопостачання і водовідведення сьогодні неможливо. Альтернативи цьому немає, якщо йдеться про створення цивілізованих умов для мешканців міста. І щоб не відбувалося в соціально-економічному житті суспільства, функціонування життєво важливих для міського господарства сфер, і в першу чергу водоканалізаційного господарства повинно залишатися чітким і стабільним. Для своєчасного та організованого відведення промислових стоків, очистки та знешкоджування їх до необхідної степені з метою наступного використання або випуску у водойми (міську каналізацію), а також для обробки

та утилізації осадків на промислових підприємствах влаштовуються системи водовідведення.

Централізоване водовідведення – це:

- господарська діяльність із відведення та очищення комунальних та інших стічних вод за допомогою комплексу об'єктів, споруд, колекторів, трубопроводів, пов'язаних єдиним технологічним процесом (ст. 1 Закону України «Про питну воду та питне водопостачання»)

- послуга, спрямована на задоволення потреб споживача у відведенні стічних вод, яка надається виконавцем з використанням внутрішньобудинкових централізованих систем водовідведення (постанова Кабінету Міністрів України від 21 липня 2005 року №630) [6].

Системи водовідведення промислових підприємств складаються з водоприймальних ємностей, мереж водовідведення, насосів або спеціальних насосних станцій, очисних споруд, випусків.

За принципом відведення в залежності від їх категорії (побутові, промислові, атмосферні) сплавна система водовідведення може мати такі типи:

- Загальносплавна (система, за якою відведення всіх категорій з території об'єкту здійснюється по єдиній системі трубопроводів, а в період інтенсивних атмосферних опадів частина вод з колектора через спеціальні зливоскиди скидається у відкриті водойми);
- Роздільна (система, за якою відведення всіх категорій з території об'єкту здійснюється по єдиній системі трубопроводів, а атмосферні - дощовими трубопроводами або лотками.);
- Напівроздільна (атмосферні води при невеликих дощах через спеціальні дощозбірні камери надходять у побутову водовідвідну мережу і разом з побутовими і промисловими водами йдуть на очисні споруди.);
- Комбінована.

Вибір типу водовідведення здійснюється на підставі техніко-економічних розрахунків з врахуванням місцевих умов і економічних вимог [3].

Системи промислового водовідведення забезпечують нормальне та високоефективне функціонування промпідприємства; здійснюють очистку стічних вод до необхідного стану з метою їх послідуючого використання, що в решті решт охороняє водойми від забруднень і сприяє раціональному використанню води.

Водовідведення, відповідно, є невід'ємною частиною певної споруди чи будівлі довговічність якої залежить від багатьох факторів: грамотно виконаний проект, якість будматеріалів і міцність отриманої конструкції. Крім того, в наш час серйознішу увагу стали приділяти ще й якості гідроізоляційних робіт, що також сприяє продовженню терміну експлуатації будівлі.

Суть поняття гідроізоляція вже очевидна з її назви – відокремити (ізолювати) певну частину чого-небудь від дії вологи. Згідно науковим і енциклопедичним визначенням, гідроізоляція – це захист будівельних конструкцій, механізмів і споруд від негативних наслідків дії вологи і води. Залежно від особливостей поставлених завдань, гідроізоляція буває двох видів [2]:

• *антифільтраційна гідроізоляція* (має на своїй меті захистити елементи конструкцій будівель і споруд від проникнення води);

• *антикорозійна гідроізоляція* (захищає будівельні матеріали, які були використані для зведення будівель і споруд, від шкідливих наслідків їх регулярної взаємодії з водою або ж будь-якою іншою агресивною рідиною).

Не допустити проникненню вологи допоможе правильно підібраний матеріал і тип гідроізоляції,адже в наш час існує досить широка їх різноманітність. Щоб правильно вибрати необхідний тип гідроізоляції необхідно зробити аналіз ґрунтових вод. Рідина ділитися на класи по агресивності: слабоагресивні, середньоагресивні і високоагресивні.

Залежно від цього і вибирається тип гідроізоляції:

Мастики - це в'язко-пластичні маси, які отримують змішуванням органічних в'яжучих речовин з тонкодисперсними наповнювачами і спеціальними добавками, що володіють клеючою здатністю. Незважаючи на високу теплостійкість, еластичність і клеючу здатність, недоліком подібних матеріалів є їх недовговічність.

Обмазувальна гідроізоляція у вигляді мастик, герметиків, бітумів - найтрадиційніший спосіб боротьби з підвищеною вологістю. При простоті технології, що є безумовно перевагою, недоліки все ж занадто істотні. Оброблювана поверхня повинна бути сухою,до того ж мастики і герметики мають слабку опірність до гідростатичного тиску і механічних пошкоджень. Деякі склади бувають токсичні.

Рулонні і листові гідроізоляційні матеріали - активно використовувалися в радянський час. До них відносяться руберойд, склоруберойд, скловойлок, гідросклоізол, гідроізол, гідробутил і т.п. Недолік - складно підготувати поверхню. При цьому така гідроізоляція чутлива до механічних пошкоджень.

Плівкові матеріали - це, наприклад, всім добре відома поліетиленова плівка.

Порошкова гідроізоляція - готується на основі цементних в'яжучих з додаванням синтетичних смол і високоякісних пластифікаторів, регуляторів твердіння і т.д. На об'єкти поставляється у вигляді сухих сумішей. Недолік - коли порушена адгезія або є механічне пошкодження, гідроізоляція перестає працювати.

Гідрофобізатори - як порівняно новий вид гідроізоляційних матеріалів - мають високу адгезію, при нанесенні не вимагають сухої поверхні, якій надають водовідштовхувальні властивості. Але в тіло бетону гідрофобізатори проникають не більше ніж на 5 мм, тому з часом вони вимиваються [4].

Проблему захисту бетону від вологи і агресивних зовнішніх впливів десятиліттями вирішують різноманітними способами. Намагаються збільшити щільність бетону, зменшити його пористість, вводять до складу різні добавки. Звичайно, технічний прогрес завжди знаходить оптимальне рішення. В даному випадку, таким рішенням стали гідроізоляційні матеріали проникаючої дії. Завдання у проникаючої гідроізоляції непроста - вона повинна протистояти постійному тиску вологи, навколишнього бетон.

Проникаючі гідроізоляційні матеріали, які з високомарочного портландцементу, кварцового піску заданої фракції і модифікуючих хімічно активних добавок, в результаті хімічних реакцій утворюють нерозчинні кристали, які цілком заповнюють пори, мікротріщини, різні порожнини в бетоні. Зберігають проникність бетону для парів і повітря. Також важливо, що подібна гідроізоляція успішно працює як при новому будівництві, так і при ремонті будівель. Морозостійкість, довговічність, стійкість до вимивання, агресивних середовищ, ультрафіолету теж притаманні проникаючій гідроізоляції. При цьому вона пожежо- і вибухобезпечна. Незважаючи на індивідуальні особливості кожного виду, є загальні вимоги щодо їх застосування. Оброблювана поверхня до насичення зволожується чистою водою. При використанні розчин можна знову перемішувати, але без додаткового додавання води. Різновидів гідроізоляційних матеріалів проникаючого типу досить багато відомі: Акватрон, Гідротекс-В, Осмосил, Лахта, Кальматрон, Пенетрон [1].

Переваги проникаючої гідроізоляції:

• створення водонепроникного бар'єра усередині бетонного моноліту;

• нетоксичність. Склади проникаючої гідроізоляції виготовляються без застосування летких компонентів;

• висока ефективність протистояння агресивних середовищ.

Недоліки проникаючої гідроізоляції:

• висока вартість складів;

• відносно велика трудомісткість процесу при роботі зі старим фундаментом;

• не можна використовувати для роботи з фундаментами, які мають тріщини з шириною розкриття> 0,3 мм;

• не можна використовувати для фундаменту, який був залитий в кілька етапів і має характерні порожнини в моноліті;

• проникаюча гідроізоляція не є засобом для ліквідації напірної течі (на відміну від гідроізоляції фундаменту рідким склом).

Висновки. На теперішній час суспільство досягло чимало висот, інновацій у різних сферах, що відповідно, було, є і буде призначене для покращення життя. Не секрет, що нові технології приживаються нелегко, а в будівельній сфері – особливо, адже люди звикли до надійного, хоч і трішки застарілого. Так, наприклад, проникаюча гідроізоляція була розроблена в США вже кілька десятиліть тому, але в нашій країні вона досі не стала однозначно визнаною, хоча ефективність застосування доведена безліччю об'єктів у різних країнах світу.

Список використаних джерел

1. Міністерство регіонального розвитку,будівництва та житлово-комунального господарства України. Рекомендації щодо удосконалення законодавства у сфері центрального водопостачання та водовідведення.

2. Українська кооперативно-державна корпорація по агропромисловому будівництву Укрsuperпромбуд [Електронний ресурс]- режим доступу: http://www.ukragroprombud.com.ua/tupvidvod.html.

3. Губій М.М., Ахмеднабієв Р.М. «Проектування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій » Навч. посібник. – 2-ге вид. – Харків: Тимченко А.М., 2009. – 192 с.

4. Тетяна Слободяник за матеріалами журналу «Страйк. Уральський випуск».

5. Кульков В.М. «Водовідвідні системи промислових підприємств» Навч. посібник. – Іркутськ: Вид-во ИрГТУ, 2007.

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются типы, устройства и характеристики систем гидроизоляции и водоотвода.

Ключевые слова: гидроизоляция, водоотведение, гидроизоляционные материалы.

ANNOTATION

We consider the type, placement and characteristics of waterproofing and drainage.

Keywords: waterproofing, drainage, waterproofing materials.

УДК 624.012.25:539.319.00.24

к.т.н., доцент Клюка О.М.,
к.т.н., доцент Жорняк М.С.,
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

УТОЧНЕНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ МІЦНОСТІ ПРОСТОРОВИХ ПЕРЕРІЗІВ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРЯМОКУТНОГО ПРОФІЛЮ З ОДИНОЧНИМ АРМУВАННЯМ ПРИ ЗГИНІ З КРУЧЕННЯМ НА ОСНОВІ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Виходячи з аналізу власних досліджень запропонована уточнена методика визначення міцності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі.

Ключові слова: *міцність, просторовий переріз, попереднє напруження, прямокутний профіль, одиночне армування, згин з крученням, деформаційна модель.*

Аналіз останніх досліджень. Перші експериментально-теоретичні дослідження [1, 2] залізобетонних елементів, що працюють в умовах сумісної дії згинаючого та крутного моментів, виконані в середині минулого століття в науково-дослідному інституті бетону і залізобетону (НИИЖБ), дозволили, в першому наближенні, встановити схему їх руйнування та запропонувати розрахункові формули для визначення несучої здатності, які були внесені в чинний на той час нормативний документ [3]. Після певних коригувань [4], він залишався чинним в Україні до середини 2011 року, коли був введений в дію український нормативний документ [5]. При цьому вважалося, що нейтральна вісь розташовується біля стиснутої від згину грані по лінії, що з'єднує кінці похилої тріщини руйнування на протилежних гранях поперечного перерізу. В розрахункових формулах враховувалась поздовжня робоча арматура та тільки три гілки поперечної арматури, перетнуті руйнівною тріщиною.

Виконані в подальшому експериментально-теоретичні дослідження [6, 7] звичайно армованих та попередньо напружених залізобетонних елементів різних форм поперечного перерізу при більш складному (косий згин з крученням) напруженому стані дозволи уточнити схему розташування стиснутої зони бетону: вона розташовується не по лінії, що з'єднує кінці похилої тріщини руйнування на протилежних гранях перерізу (пряма залежність від розмірів поперечного перерізу), а під певним кутом α до

поздовжньої вісі елемента, величина якого залежить тільки від співвідношення діючих крутного та згинаючого моментів $\psi = T : M_d$ і визначається за залежністю [6, 7]

$$\alpha = arc\ tg(1+1/5\ \psi). \quad (1)$$

Що стосується величини напружень у верхній горизонтальній гілці поперечної арматури, то, як показали експериментальні дані [6, 7], в момент руйнування вони не досягали межі плинності, але були близькі до неї. Тому ця гілка поперечної арматури в розрахункові формули не включалася (відносилася до запасу міцності).

Стан проблеми. Враховуючи вище викладене виникла необхідність розробки методики визначення несучої здатності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням при згині з крученням з урахуванням усіх чотирьох гілок поперечної арматури.

Актуальність проблеми. В роботах [8, 9] запропоновані основні передумови і методика розрахунку міцності просторових перерізів звичайно армованих залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням, що зазнають згину з крученням, на основі деформаційної моделі. При цьому розташування стиснутої зони бетону визначається залежністю (1) і враховується як поздовжня арматура, так і три гілки поперечної арматури, пересіченої похилою тріщиною руйнування.

Слід зазначити, що в згинальних елементах, при наявності крутних моментів, обов'язково необхідно влаштовувати закриті хомути для створення внутрішнього крутного моменту для сприйняття розтягуючих напружень від крутного моменту, викликаного зовнішнім навантаженням. Внутрішній крутний момент повинен складатися із двох пар зусиль в стрижнях як вертикальних, так і горизонтальних гілок поперечної арматури, симетрично розташованих відносно центру кручення, який у прямокутному перерізі співпадає з його геометричним центром. Виходячи з цих міркувань, метою даної роботи є корекція розрахункових формул, запропонованих в роботах [10, 14] для визначення несучої здатності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням, що зазнають згину з крученням, на основі деформаційної моделі. Ця методика розрахунку базується на розрахунковій схемі (рис. 1, 2), в якій криволінійна епюра напружень в стиснутому бетоні висотою x_f замінюється прямокутною епюрою з умовною висотою $x \le x_f \le x_{fR}$, де x_{fR} – гранична висота стиснутої частини перерізу, і рівномірно розподіленим напруженням в бетоні f_{cd}.

Особистий вклад авторів. Рівнодіючу в стиснутому бетоні при прямокутній епюрі напружень пропонується визначати за скорегованою для згину з крученням формулою (28) [15]

$$N_{cd} = f_{cd}\, b_f / \sin\alpha\; d\; \xi_R, \qquad (2)$$

де ξ_R – відносна гранична висота вкороченої стиснутої зони x, що обчислюється за формулою (29) [15]

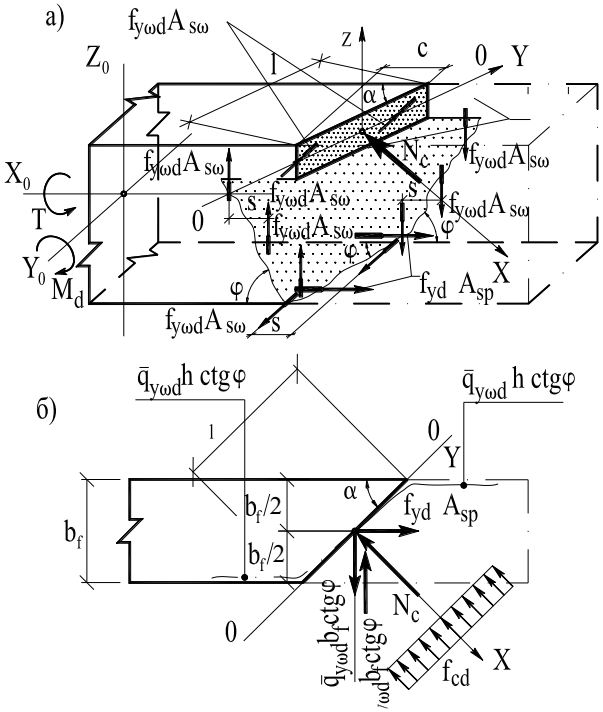


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення несучої здатності попередньо напруженого залізобетонного елемента прямокутного профілю з одиночною арматурою при згині з крученням на основі деформаційної моделі:
а – аксонометричний вигляд розрахункової схеми;
б – горизонтальна проекція залізобетонного елемента

$$\xi_R = \xi_{fR}\,\{L_1 / \varepsilon'_{cu} + [D_o + D_1\,\varepsilon'_{cu}/2 + D_2\,(\varepsilon'_{cu})^2/3] - L_2/\varepsilon'_{cu}\}\,/\,f_{cd}. \qquad (3)$$

В цій формулі ξ_{fR} – відносна гранична висота стиснутого перерізу, визначається за формулою (4.12) [16]

$$\xi_{fR} = \varepsilon'_{cu} / (\varepsilon_{su} + \varepsilon'_{cu}), \qquad (4)$$

де ε'_{cu} – гранична крайова деформація бетону, яка визначається в процесі ітераційного пошуку як значення, при якому згинаючий момент M_{dR}, що сприймається стиснутим бетоном, досягає максимуму;

$\varepsilon_{su} = f_{yd} / E_s$ – гранична відносна деформація розтягнутої арматури.

Значення L_i обчислюються за формулами (3.6) і (3.7) [16]:

$$L_1 = C_1 \varepsilon^2_{bR} / 2 + C_2 \varepsilon^3_{bR} / 3 + C_3 \varepsilon^4_{bR} / 4; \quad (5)$$

$$L_2 = D_o \varepsilon_{bR} + D_1 \varepsilon^2_{bR} / 2 + D_2 \varepsilon^3_{bR} / 3. \quad (6)$$

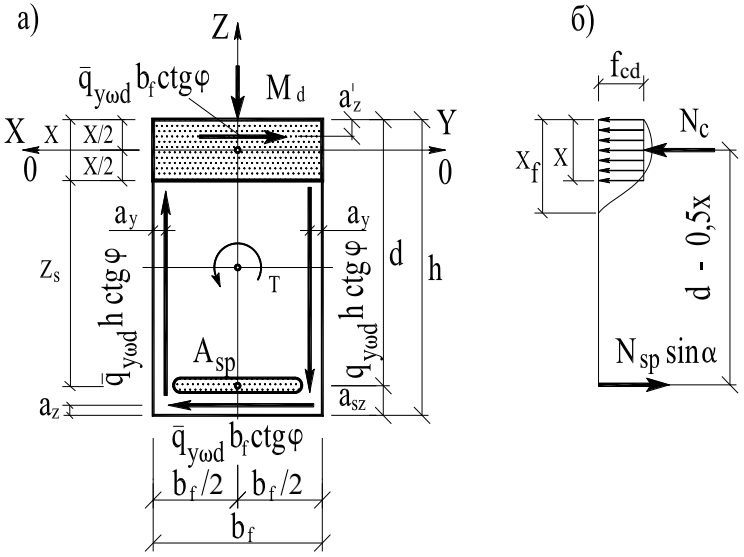


Рис. 2. До розрахункової схеми для визначення несучої здатності попередньо напруженого залізобетонного елемента прямокутного профілю з одиночною арматурою при згині з крученням на основі деформаційної моделі:
а – поперечний переріз залізобетонного елемента;
б – епюра внутрішніх зусиль в поперечному перерізі

Зазначені в цих залежностях сплайн-функції C_i знаходяться відповідно залежностям (1.9) – (1.11) [16]:

$$C_1 = E_{cm}\ ; \quad (7)$$

$$C_2 = (3 f_{cd} - 2 E_{cm} \varepsilon_{bR}) / \varepsilon^2_{bR}\ ; \quad (8)$$

$$C_3 = (E_{cm} \varepsilon_{bR} - 2 f_{cd}) / \varepsilon^3_{bR}\ . \quad (9)$$

Параметри D_i визначаються за формулами (1.12) – (1.14) [16]:

$$D_o = f_{cd} [\alpha_R \varepsilon^2_{bR} - 2 \varepsilon_{bR} \varepsilon'_{cu} + (\varepsilon'_{cu})^2] / (\varepsilon_{bR} - \varepsilon'_{cu})^2; \quad (10)$$

$$D_1 = 2\, f_{cd}\,(1 - \alpha_R)\,\varepsilon_{bR} / (\varepsilon_{bR} - \varepsilon'_{cu})^2; \quad (11)$$

$$D_2 = f_{cd}\,(\alpha_R - 1) / (\varepsilon_{bR} - \varepsilon'_{cu})^2. \quad (12)$$

Використаний у цих формулах параметр α_R визначається за співвідношенням (12) [15]

$$\alpha_R = f_{cd} / f_{cdu}\,, \quad (13)$$

де f_{cdu} – залишкова міцність бетону, що визначається, згідно з рекомендаціями [17], за формулою

$$f_{cdu} = (k\,n - n^2)\, f_{cd} / [1 + (k - 2)\,n]. \quad (14)$$

Наведені в цій формулі параметри n і k визначаються за формулами (14) і (15) [15]

$$n = \varepsilon'_{cu} / \varepsilon_{bR}\,; \quad (15)$$

$$k = E_{cm}\,\varepsilon_{bR} / f_{cd}\,. \quad (16)$$

В цих залежностях ε_{bR} – критична деформація бетону на вершині повної діаграми деформування, визначається за запропонованою авторами цієї роботи експериментально-теоретичною залежністю

$$\varepsilon_{bR} = 0{,}00074\, f_{cd}^{\,0{,}31}. \quad (17)$$

Для визначення місця розташування нейтральної вісі використовують умову $\sum X = 0$, де $\sum X$ – сума проекцій усіх зусиль на вісь, що проходить через центр ваги стиснутої зони бетону нормально її площині. Ця умова для даного розрахункового випадку в розгорнутому вигляді записується таким чином:

$$f_{yd}\, A_{sp}\, sin\alpha - f_{cd}\, b_f\, x / sin\alpha = 0, \quad (18)$$

і висоту стиснутої від згину зони бетону визначають за наступною формулою

$$x = N_{sp}\, sin^2\alpha / f_{cd}\, b_f, \quad (19)$$

в якій

$$N_{sp} = f_{yd}\, A_{sp}. \quad (20)$$

Після цього визначають відносну висоту стиснутої зони бетону

$$\xi = x / d \le \xi_R\,, \quad (21)$$

де ξ_R – гранична відносна висота стиснутої зони бетону, визначається за таблицею 1 [15].

Якщо умова (21) виконується, то за розгорнутою формою умови граничної рівноваги $\sum M_{o\text{-}o} = 0$, де $\sum M_{o\text{-}o}$ – сума моментів зовнішніх і внутрішніх зусиль відносно вісі $O - O$, що проходить через точку прикладення рівнодіючої стискуючих зусиль у бетоні паралельно нейтральній вісі, що лежить у площині стиснутої зони бетону, яка має наступний вигляд

$$\underline{M}_d\, sin\alpha + T\, cos\alpha = f_{yd}\, A_{sp}\, sin\alpha\,(d - 0{,}5x) +$$
$$+\ \overline{q}_{ywd}\, b_f\, ctg\varphi\, cos\alpha\,(h - a_z - a'_z) - \overline{q}_{ywd}\, h^2\, ctg\varphi\, sin\,\alpha, \quad (22)$$

визначають несучу здатність просторового перерізу елемента за формулою

$$M_d = [M_{sp} + M_{s\omega b}\, ctg\alpha - M_{s\omega h}\,] / (1 + \psi\, ctg\alpha), \quad (23)$$

в якій:

$$M_{sp} = N_{sp}\,(d - 0{,}5x), \tag{24}$$

$$M_{s\omega b} = N_{s\omega b}\,x_{s\omega b}, \tag{25}$$

$$N_{s\omega b} = \bar{q}_{ywd}\,b_f\,ctg\varphi, \tag{26}$$

$$\bar{q}_{ywd} = f_{ywd}\,A_{sw}\,/\,s, \tag{27}$$

$$x_{s\omega b} = h - a_z - a'_z, \tag{28}$$

$$M_{s\omega h} = N_{s\omega h}\,b_{s\omega h}, \tag{29}$$

$$N_{swh} = \bar{q}_{ywd}\,h\,ctg\varphi, \tag{30}$$

$$b_{s\omega h} = h\,sin\alpha\,. \tag{31}$$

Після цього, виходячи із залежності $\psi = T{:}M_d$, на підставі визначеного за формулою (23) значення згинаючого моменту M_d обчислюють величину крутного моменту T, що сприймається просторовим перерізом, за формулою

$$T = \psi\,M_d \tag{32}$$

При цьому кут нахилу похилих тріщин руйнування до поздовжньої вісі елемента φ при сумісній дії крутного T та згинаючого M_d моментів, за експериментальними даними авторів цієї роботи, складає близько 45º.

Якщо умова (21) не виконується, то приймають $\xi = \xi_R$ і розрахунок повторюють за вище наведеною методикою.

Висновок. Розроблена авторами методика дозволяє виконувати розрахунок міцності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням з урахуванням як поздовжньої, так і всіх чотирьох гілок поперечної арматури при сумісній дії крутного та згинаючого моментів на основі деформаційної моделі.

Список використаних джерел

1. Чиненков Ю.В. Исследование работы железобетонных элементов прямоугольного сечения, работающих на изгиб с кручением. /Ю.В. Чиненков // Исследование прочности элементов железобетонных конструкций// выпуск 5. – М.: НИИЖБ, 1959.

2. Лессиг Н.Н. Определение несущей способности железобетонных элементов прямоугольного сечения, работающих на изгиб с кручением. / Н.Н. Лессиг // Исследование прочности элементов железобетонных конструкций – М.: НИИЖБ, 1959.

3. СНиП II-В.1-62. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. – М. 1962.

4. СНиП 2.03.01-84*.Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. – М., 1986. – 79 стр.

5. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положенн. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
6. Кузьменко А. М. Экспериментально-теоретические исследования несущей способности предварительно напряженных железобетонных элементов прямоугольного сечения при косом изгибе с кручением. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Полтава, 1972. – 230 стр.
7. Жорняк Н. С. Экспериментально-теоретические исследования несущей способности предварительно напряженных железобетонных элементов таврового и двутаврового поперечных сечений на косой изгиб с кручением. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Полтава, 1973. – 170 стр.
8. Жорняк М. С., Клюка О. М. Основні передумови розрахунку міцності нормальних перерізів залізобетонних конструкцій прямокутного поперечного перерізу, що зазнають згину з крученням, на основі нелінійної деформаційної моделі. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 15. Збірник наукових праць. Рівне, 2007. – С. 161 – 167.
9. Жорняк М. С., Клюка О. М., Роговий С. І. Розрахунок несучої здатності залізобетонних елементів при згині з крученням. Будівельні конструкції. – К.: Будівельник, 2007. – Вип. 67. – С. 336 – 343.
10. Жорняк Н. С., Клюка Е. Н. Расчет несущей способности преднапряженных железобетонных элементов прямоугольного сечения с одиночной арматурой при изгибе с кручеим на основе деформационной модели. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 17. Збірник наукових праць. Рівне, 2008. – С. 156 – 162.
11. Жорняк Н. С., Клюка Е. Н. Расчет несущей способности преднапряженных железобетонных элементов прямоугольного сечения с двойной арматурой при изгибе с кручеим на основе деформационной модели. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 18. Збірник наукових праць. Рівне, 2009. – С. 207 – 214.
12. Жорняк М. С., Клюка О. М. Алгоритм розрахунку міцності просторових перерізів залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 20. Збірник наукових праць. Рівне, 2010. – С. 225 – 232.
13. Жорняк М. С., Клюка О. М., Роговий С. І. Блок схема та алгоритм розрахунку міцності просторових перерізів залізобетонних елементів прямокутного профілю з подвійним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі. Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. Випуск 2/2010 (61). Частина 1. – С. 97 – 103.

14. Жорняк М. С., Клюка О. М. Блок схема та алгоритм розрахунку міцності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі. Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2011 (66). Частина 1. – С. 98 – 104.
15. Роговий С. І. Посібник із розрахунку міцності нормальних перерізів елементів залізобетонних конструкцій на основі деформаційної розрахункової моделі. – Полтава: ПолтНТУ, 2004. – 42 с.
16. Роговой С. И. Нелинейное деформирование в теории железобетона и расчет прочности нормальних сечений. – Полтава: ПолтНТУ, 2002. – 183 стр.
17. CEB – FIP MODEL CODE 1990. DESIGN CODE.

АННОТАЦИЯ

Исходя из анализа собственных исследований предложена уточнення методика определения прочности пространственных сечений предварительно напряженных железобетонных элементов прямоугольного профиля с одиночным армированием при изгибе с кручением на основе деформационной модели.

Ключевые слова: прочность, пространственное сечение, предварительное напряжение, прямоугольный профиль, одиночное армирование, изгиб с кручением, деформационная модель.

ANNOTATION

Based on the analysis of their research suggested a refined technique for determining the strength of the spatial sections of prestressed concrete elements of a rectangular profile with a single reinforcement in bending with torsion on the basis of the deformation model.

Keywords: strength, spatial section, prestressing, rectangular profile, single reinforcement plies with twisting, deformation model.

УДК 656.073.1/5
Коваль М.І., к.т.н., професор Рейцен Є.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АУДИТ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ, ВИДІЛЕНОЇ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУ

Стаття присвячена особливостям розробки методів проведення аудиту міських вулиць і доріг, призначених для пропуску руху вантажних автомобілів.

Ключові слова: *Аудит, вантажні перевезення, вулично-дорожня мережа, безпеки дорожнього руху, аудиторські перевірки.*

У теперішній час в Україні вантажні перевезення виконуються різними видами транспорту. У таблиці 1 подана динаміка організації таких перевезень за період з 1940 по 2012 рік [1].

Зупинимося на періоді, починаючи з 1991 по 2012 рік. Як бачимо на графіку (рис. 1), найбільша частка вантажних перевезень припадає на автомобільний транспорт і змінюється наступним чином: у перші роки від встановлення незалежності України, динаміка перевезення вантажів різко спала, однак починаючи вже з 2000 року – поступово почала зростати, за винятком років, коли в Україні панувала економічна криза [1].

Зростання внутрішньоміських і зовнішніх вантажних перевезень супроводжується збільшенням парку вантажних автомобілів та завантаження вулично-дорожньої мережі міста. Це призводить до виникнення у місті серйозних проблем: збільшення інтенсивності вантажного руху, посилення впливу транспорту на міське середовище і умови життя мешканців міста, зростання ДТП, недостатньої оптимальності режимів, схем та маршрутів вантажоперевезень, неповного використання вантажопідйомності рухомого складу. Комплексне рішення перерахованих проблем можливе тільки на основі застосування системного підходу до організації дорожнього руху.

Диференціація магістральних вулиць і доріг за швидкостями руху, спеціалізація проїзних частин в даний час носять фрагментарне відображення транспортної обстановки, не відповідають вимогам системного управління рухом та пропуску концентрованих транспортних потоків.

У розвитку магістральної вулично-дорожньої мережі мають місце серйозні методичні упущення і помилки, що є наслідком недостатнього вивчення даної проблеми та недосконалої організації проектного процесу.

Різноманіття об'єктивних факторів, що впливають на планувальну організацію магістральної вулично-дорожньої мережі, не дозволяє виробити

загальні правила і вимоги їх розвитку, разом з тим спостерігаються певні тенденції та закономірності взаємозв'язку транспортних і територіальних факторів [2].

Таблиця 1

Перевезення вантажів за видами транспорту у 1940-2010 роках (млн. т (%)

Рік	Види транспорту				
	Усього	Залізничний[1]	Автомобільний[2]	Морський	Річковий
1940	397	200 (50,38)	187 (47,1)	5,4 (1,36)	4,6 (1,16)
1950	604,9	228 (37,69)	366 (60,51)	6,6 (1,09)	4,3 (0,71)
1955	1058,6	348 (32,87)	687 (64,9)	13,8 (1,3)	9,8 (9,26)
1960	2214,8	504	1678	20	12,8
1965	3071,4	663	2362	29	17,4
1970	3918,3	795	3058	38	27,3
1975	5121,3	976	4057	46	42,3
1980	5471,3	981	4392	47	51,3
1985	5164	1024	4727	56	57
1990	5990	974 (16,26)	4897 (81,76)	53 (0,88)	66 (1,1)
1995	2210	360	1816	21	13
2000	1310,6	357 (27,24)	939 (71,65)	6,3 (0,48)	8,3 (0,63)
2001	1362	370	977	8	7
2002	1356,4	393	947	8,8	7,6
2003	1437	445	973	9	10
2004	1510	462	1027	9	12
2005	1592	450	1121	8	13
2006	1669	479	1167	9	14
2007	1793	514	1255	9	15
2008	1785	499	1267	8	11
2009	1470	391	1069	5	5
2010	1612	433 (26,86)	1168 (72,46)	4 (0,25)	7 (0,43)
2011	1733	469	1253	4	6
2012	1730	457 (26,42)	1265 (73,12)	4 (0,23)	4 (0,23)

[1] До 1995 року – відправлення вантажів, з 2000 – перевезення вантажів

[2] З 1980 року – з урахуванням вантажних перевезень пікапами та фургонами на шасі легкових автомобілів, з 2002 року – з урахуванням вантажних перевезень, виконаних фізичними особами –підприємцями.

Наразі відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2013 року «Про затвердження Програми перегляду державних будівельних норм і правил на період до 2015 року» з метою їх гармонізації з Європейськими нормами з'явилися нові редакції і доповнення до цих норм, зокрема розглядається необхідність зміни класифікації вулично-дорожньої мережі міст, яка встановлена у ДБН 360-92** (додаток 7.1) [3]. Як бачимо, в цій класифікації немає такої категорії як «вулиці для вантажного руху» чи «швидкісні магістралі» [4].

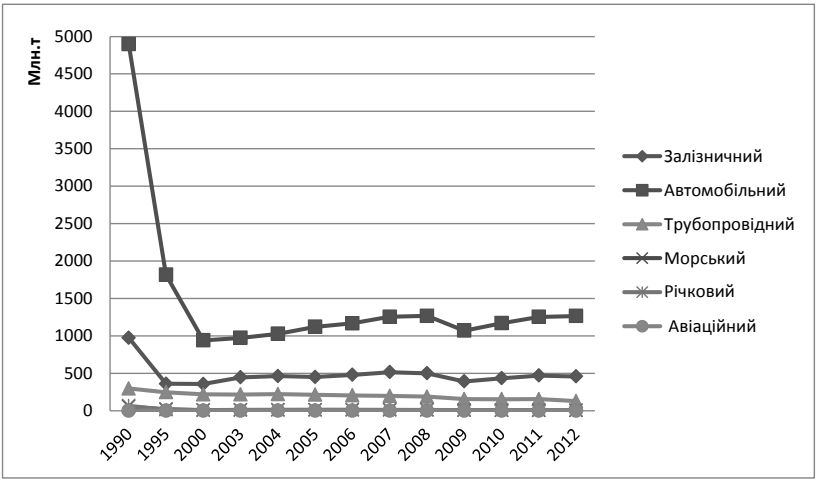


Рис. 1. Динаміка перевезення вантажів в Україні за видами транспорту.

Слід відразу ж відзначити, що класифікація вулиць і доріг [3, додаток 7.1] проведена, виходячи з їх функціонального призначення, а в класифікації автомобільних доріг [5, табл. 4.1] дається їх технічна класифікація в залежності від розрахункової перспективної інтенсивності руху транспорту. При цьому автомобільні дороги загального користування, згідно з Законом України «Про автомобільні дороги», підрозділяються на дороги державного і місцевого значення. В свою чергу, автомобільні дороги державного значення підрозділяються на міжнародні, національні і регіональні, а дороги місцевого значення на обласні і районні. В [6, табл. 1.2] для категорій вулиць і доріг, крім розрахункової інтенсивності руху, в приведених одиницях на смугу (в [4] цей же показник дається в приведених одиницях за добу), вводиться ще і розрахункова швидкість одиночного автомобіля, км/год. Як бачимо, про встановлення єдиного показника, що об'єднує автомобільні дороги України, їх підходи до міст і вулично-дорожню мережу останніх, говорити не приходиться, а шкода.

Взагалі досвід класифікації міських вулиць і доріг, прийнятий в Європі, вже аналізувався «Комітетом по міських територіях» Світової дорожньої асоціації (PIARC) [7, 8], і в рамках програм Європейської комісії виконувався спеціальний проект ARTISTS [9, 10]. Координатором проекту ARTISTS був університет шведського міста Лунда. Крім цього університету в роботі брали участь сімнадцять організацій з восьми європейських країн. Хоча метою проекту була розробка концепції «Стійких магістральних вулиць» (Sustainable Arterial Streets), в ньому міститься детальний аналіз європейських норм.

Природно, що європейські класифікації у порівнянні з діючими північноамериканськими відрізняються більшою різноманітністю класифікаційних ознак (табл. 2).

Таблиця 2

Основні критерії класифікації міських вулиць і доріг у країнах, які брали участь у проекті ARTISTS [9]

Критерій		Коментар
Характеристики, які використовуються систематично	1. Швидкість (Traffic speed)	Проектна швидкість чи максимально допустима швидкість
	2. Дальність поїздки (Trip length)	Дальність поїздки / кореспонденції, які обслуговуються вулицею
	3. Рівень зв'язку (destination status)	Між містами та між сусідніми районами міста
	4. Стратегічна роль (Strategic Role)	Рівень, значимість елементів ВДМ міста, які з'єднуються даною вулицею (тобто зв'язок між елементами одного чи різних рівнів)
	5. Швидкість / Доступ (Circulation v Access)	Вулиця, призначена для пропуску транспорту (руху) чи для обслуговування території, яка прилягає до вулиці
	6. Адміністрація (Administration)	Рівень адміністрації, в компетенції якої знаходяться вулиці даної категорії
Характеристики, які використовуються частково	7. Мережеві функції (Network role)	Належність до мережі магістральних вулиць і доріг або ж до місцевої мережі
	8. Контроль доступу (Access control)	Контроль в'їзду-виїзду, тобто дозвіл чи заборона улаштування примикань місцевих проїздів
	9. Інтенсивність руху (Traffic volume)	Авт./год., авт./добу
	10. Види руху (Transport mode)	Автомобілі, громадський транспорт, пішоходи і т. д.
	11. Інші користувачі (Other urban users)	Наявність / обслуговування користувачів забудови вулиці чи території, яка прилягає до вулиці
	12. Навколишнє середовище (Environment)	Стійкість навколишнього середовища
	13. Забудова (Built frontage)	Наявність забудови на межі вулиці
	14. Ширина вулиці / дороги (road width)	Ширина відводу

Порівняльний аналіз класифікацій, які використовуються тільки в країнах-учасницях проекту, дав наступні основні результати: кількість критеріїв, які використовуються для розділення вулиць і доріг на категорії – 6 (див. табл. 2.); кількість критеріїв, які використовують виділення деяких категорій вулиць – 8; число виявлених в класифікаціях типів вулиць і доріг – 55. У звіті [9], написаному С. Маршаллом, європейські класифікації оцінені таким чином: існуючі класифікації базуються на транспортних критеріях і критеріях організації руху, враховується відношення функцій «обслуговування руху – обслуговування доступу»; в цілому в класифікаціях слабо представлений громадський пасажирський транспорт. У майбутніх класифікаціях повинен

бути врахований рух пішоходів та велосипедистів, вони не повинні перебувати "... на дні ієрархії"; критерії, пов'язані з міським і природним середовищем, займає останні позиції ієрархії. Зокрема, відсутність такого критерію як наявність забудови (build frontage function), може призводити до дорожньої класифікації, а не містобудівної [11]. Виникає проблема, де ж місце питанням організації вантажного транспорту у ланцюжку містобудівної діяльності.

Останнім часом з'явився термін «аудит доріг».

Поняття ***аудит*** означає перевірку фінансової діяльності підприємства чи банку. Однак останнім часом цей термін все частіше використовується в значенні як контроль чи перевірка стану, наприклад, безпеки дорожнього руху на ВДМ міст та ін.

У 1992 р. в Україні було введено термін «місця концентрації ДТП» [12], до яких відносяться перехрестя або ділянки ВДМ, на яких протягом року виникла відповідна кількість ДТП. Наприклад, для такого міста як Київ – це три ДТП. За станом на 01.01.2012 у Києві виявлено 220 місць концентрації ДТП.

У 2011 р. Україна приєдналась до Резолюції Генеральної Асамблеї ООН про проголошення 2011 – 2020 рр. Десятиліттям дій за безпеку дорожнього руху.

Зараз щорічно у світі від ДТП гинуть майже 1,3 млн. чоловік і якщо не вживати ніяких заходів, то до 2020 р. їх кількість може досягти 2,5 млн. Тільки в Україні у 2010 р. загинуло 4709 чол. і травмовано понад 38 тис. чол., з яких більше 35% припадає на темний період доби.

Проста констатація причин ДТП без комплексного їх вивчення з наступним розробленням заходів щодо зменшення кількості ДТП в місцях їх концентрації вже є малоефективною. Необхідно вивчати відповідні логістичні ланцюжки і проводити аудит різних їх складових. Наприклад, при нормуванні – проектуванні – будівництві чи реконструкції – експлуатації.

У більшості випадків для проведення аудиту необхідна структуризація елементів явища чи процесу, який досліджується і їх моделювання.

Щоб вивчити цю особливість нами спільно з Асоціацією безпеки дорожнього руху України під час проведення Національного тижня безпеки дорожнього руху в листопаді 2012 р. було проведено аудит траси Київ – Чоп.

При цьому були виявлені наступні недоліки:

- Багато дорожніх знаків неправильно орієнтовані по відношенню до сучасників дорожнього руху;
- На підходах до населених пунктів у більшості випадків відсутні інформаційні дорожні знаки і знаки маршрутного орієнтування для пропуску вантажних автомобілів;

- Не забезпечена необхідна видимість дорожніх знаків в темний час доби;
- Відсутня розмітка на багатьох ділянках проїзної частини і каналізування дорожнього руху в місцях перетинів магістралей;
- Зупинки громадського транспорту у багатьох випадках не забезпечені відповідними інформаційними знаками чи неправильно розташовані по відношенню до перехресть.

У 2012 р. з'явилась Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг, але вона не підходить для проведення аудиту на міських вулицях і дорогах, який треба проводити на різних стадіях містобудівного проектування.

Наприклад, п.5.4 [13] встановлює вимоги безпеки, яким повинні відповідати дороги суміщені з міжнародними транспортними коридорами. Але до цього часу в ДБН з автомобільних доріг у їх класифікації зовсім нема поняття «транспортні коридори».

При проектуванні вулиць і доріг для багатьох показників (наприклад, величина інтенсивності, склад потоку та ін.) проводиться прогноз, для якого в умовах становлення ринкових відносин відсутні відповідні методики.

Тому, перш ніж проводити такий прогноз, необхідно виявити відповідні тенденції і дати їх пояснення для підвищення надійності прогнозу. Як бачимо із табл. 1, відсоток перевезень залізничним транспортом, починаючи з 2000 р., а морським і річковим з 1990 р. постійно зменшується, тоді як на автомобільному транспорті цей відсоток після досягнення максимуму у 1995 р. (82,17%) спочатку знизився, а з 2000 р. постійно підвищується. Це середні показники по Україні, але для окремих її регіонів тенденції можуть відрізнятися, причини чого треба встановлювати за допомогою проведення аудиту.

Ключовим моментом впровадження аудиту в практику забезпечення безпеки дорожнього руху є розуміння відмінності його від інших інструментаріїв, які традиційно застосовуються для забезпечення безпеки руху. Наприклад, при підготовці проекту будівництва ділянки магістралі (ТЕО), проектувальник може проводити оцінку безпеки руху, яка принципово відрізняється від її аудиту. Ці обставини необхідно чітко враховувати при проведенні аудиту усіх складових логістичного ланцюжка, вказаного вище. Ці дослідження будуть викладені у наступній нашій статті.

Література

1. Статистичний щорічний України за 2012 рік [Електронний ресурс]: за редакцією О. Г. Осауленка // Статистичний збірник – Київ: 2013 рік. – 552 с. Режим доступу до журналу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_zor_zb.htm.

2. Рекомендации по модернизации транспортной системы городов (МДС 30-2.2008) / ЦНИИП градостроительства РААСН. – М.: ЦНИИП градостроительства, 2008. – 75 с.

3. Державні будівельні норми / Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень – ДБН 360-92**: Держбуд України: - К., 2002. – 142 с.

4. Е.А.Рейцен, А.В.Степанчук. К вопросу о классификации улиц и дорог в городах Украины / Социально-экономичиские проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XIX Междунар. (двадцать второй Екатеринбургской) науч.-практ. Конф. 16-17 июня 2013 г.) / науч. ред. С.А. Ваксман. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2013. – с. 94-100.

5. Державні будівельні норми / Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів.- ДБН В.2.3-5-2001: Держбуд України: Київ, 2001. – 50 с.

6. Державні будівельні норми /Автомобільні дороги – ДБН В.2.3. – 4 – 2007: Держбуд України: Київ, 2007 – 115 с.

7. PIARC: The urban road network design. / Reference : 10.04.B, Routes/ Roads 1991. – P. 45 – 84.

8. PIARC : Urban road design and architecture / Reference : 10.08.B, Routes/Roads special issue II-1995. – P. 51 – 126.

9. D1. A First Theoretical Approach to Classification of Arterial Streets. Prepared by Stephen Marshall, Univ. of Westminster. http://www.tft.lth.se /artists/ deliverD1_1.htm

10. D1.2. A First Theoretical Approach to Sustainability Concepts and assessment Tools. Prepared by Ian Plowright, Univ. of Westminster. http://www.tft.lth.se/ artists/ publ/ D1_2.pdf.

11. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с., ил.

12. Головне управління ДАІ МВС України. Методичні рекомендації по визначенню місць (ділянок) концентрації ДТП на вулично-шляховій мережі міст. – К., 1992. – 22 с.

13. Укравтодор. Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування М03450778 – 700:2012. – К., 2012. – 63 с.

Аннотация

Статья посвящена особенностям разработки методов проведения аудита городских улиц и дорог, предназначенных для пропуска движения грузовых автомобилей.

Ключевые слова: Аудит, грузовые перевозки, улично-дорожная сеть, безопасность дорожного движения, аудиторские проверки.

Annotation

The article is devoted to the peculiarities of the development of methods of audit of city streets and roads designated for movement of trucks crossing.

Keywords: Audit, freight, road network, road safety audits.

УДК 624.074.04
к.т.н., доцент Колякова В.М., Божинський М,О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ і ДЕФОРМАЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ПРИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕОМ

Наведено дані моделювання одностороннього впливу підвищеної температури на залізобетонну колону з відображенням у моделі прогріву поперечного перерізу колони та моделюванням арматурного каркасу в програмному комплексі ЛИРА.

Ключові слова: *бетон, залізобетон, моделювання, температурні впливи, ПК ЛИРА.*

Вступ. Актуальним на даний час є розрахунки та моделювання конструкцій за допомогою програмних комплексів, що значно полегшує проведення складних та об'ємних розрахунків. При розрахунках з вогнестійкості, програмні комплекси дозволяють підвищити точність визначення напружено-деформованого стану окремих конструкцій, а також будівлі у цілому.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Під час аналізу літературних джерел [1,2,3] була виявлена недостатня обізнаність проблеми моделювання температурних впливів на залізобетонні конструкції за допомогою програмних комплексів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. З метою визначення залежності напружено-деформованого стану залізобетонної колони від дії підвищених температур, запропоновано чисельне моделювання зусиль і переміщень у залізобетонному елементі з використанням ПК ЛИРА [3]. При представленні залізобетонних конструкцій особливе значення має наближене до реального моделювання нагрівання поперечного перерізу конструкцій, та арматурного каркасу.

Моделювання за допомогою програмних комплексів може відкинути необхідність у проведенні натурних випробувань для нових конструкцій.

Постановка задачі дослідження. За дослідний зразок прийнята залізобетонна колона розміром 400х400х4000мм, яка виконана з бетону класу С 20/25 (В25) та арматура класу А400С діаметром 14мм. Використано чотири стержні по кутам перерізу з захисним шаром бетону 40мм (рис.1.). Защемлення колони жорстке знизу, та ковзна опора зверху з можливістю переміщення по осі Z. З метою більш достовірного моделювання умов роботі по осі Z прикладено навантаження в 784 кН. (рис.2).

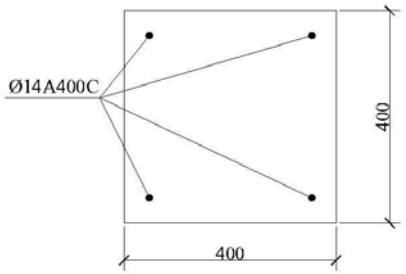


Рис. 1. Розрахунковий переріз колони.

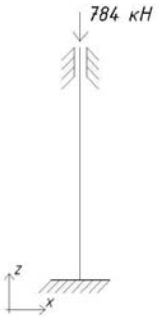


Рис. 2. Розрахункова схема защемлення колони.

Колону моделюють у лінійній постановці за допомогою об'ємних скінченних елементів №36, з 6-ма ступенями вільності у вузлі. Поперечний переріз колони поділено на 40 скінченних елементів по осі X та на 40 елементів по осі У, по осі Z колону поділено на 40 частин.

Для розрахунку температурного впливу на колону використано температуру при стандартному режимі пожежі. Температура зовнішньої грані колони при тривалості пожежі в 30, 60, 90, 120 хвилин, прийнята 900, 950, 1000, 1050 °С відповідно. Схема та величина прикладеного температурного навантаження для пожежі тривалістю 90 хвилин зображена на рис.3.

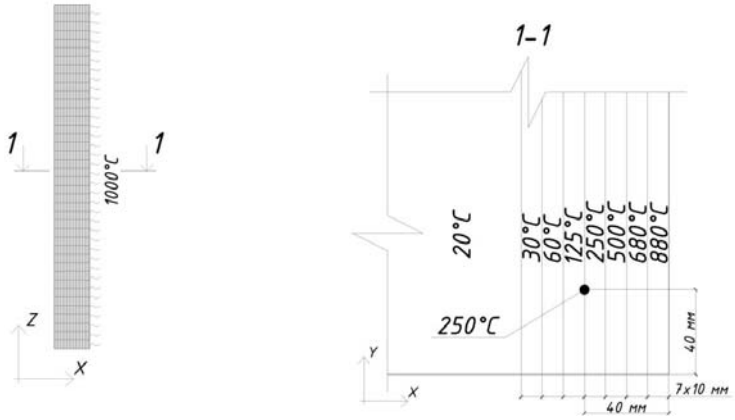


Рис.3. Схема прикладеного температурного навантаження для пожежі тривалістю 90 хвилин

З результатів розрахунків, отримані та побудовані графіки залежності переміщень та напружень від прикладеного температурного навантаження.

Графіки побудовані за значеннями переміщень та напружень, що виникають у вузлі №33903 та в елементі №780 під час моделювання (рис.4).

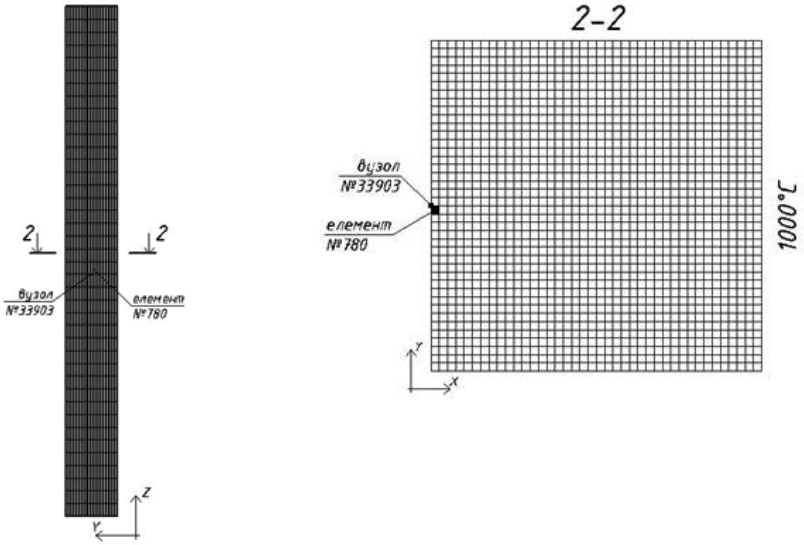


Рис. 4. Схема розміщення вузлів та скінченних елементів колони.

Розрахункова та деформована схема колони від нагрівання при тривалості пожежі в 90 хв наведені на рис.5 і 6. Для прикладу наведені ізополя переміщень по осі X та Z та ізополя напружень у перерізі 2-2 колони (рис.4.) при прогріві

Рис. 5. Розрахункова ѣхема колони.

Рис. 6. Деформована схема колони.

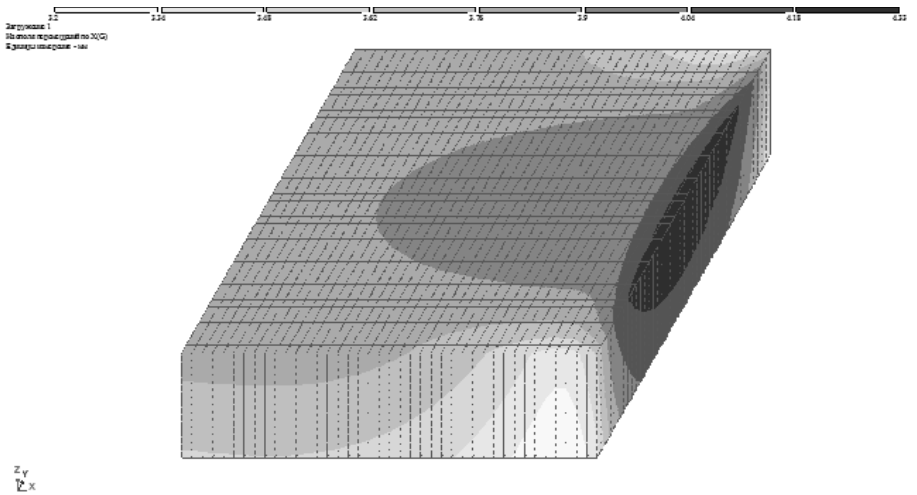


Рис.7. Ізополя переміщень уздовж осі X, мм перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

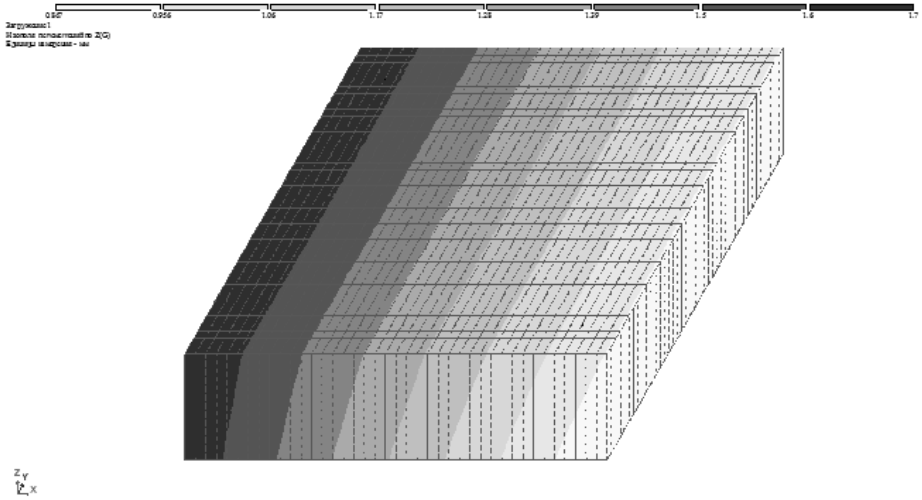


Рис.8. Ізополя переміщень уздовж осі Z, мм перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

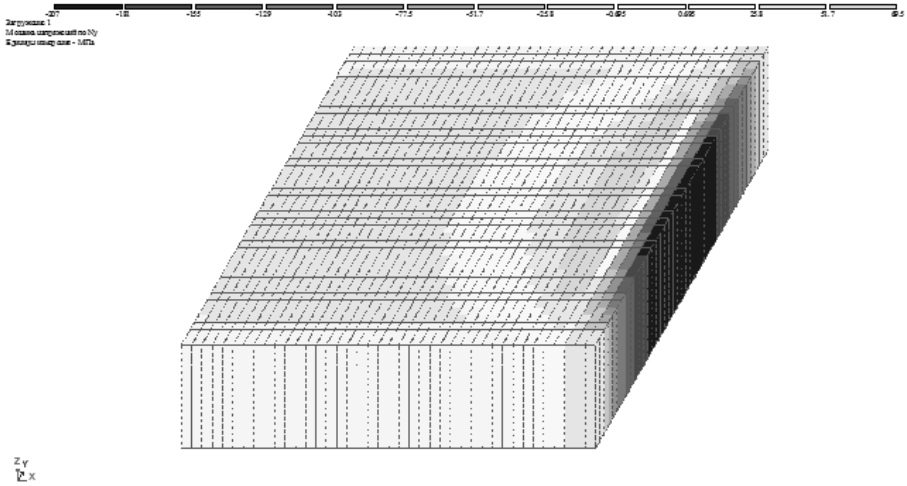


Рис.9. Ізополя напружень σ_y, *МПа* перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

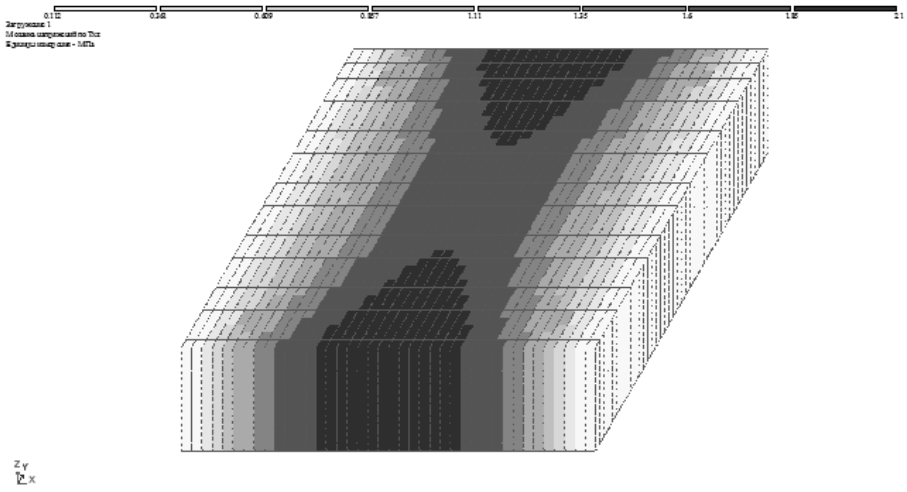


Рис.10. Ізополя напружень τ_{xy}, *МПа* перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

На рис. 11,12 наведені графіки залежності переміщень вузла №33903 вздовж осей X та Z від впливу температури при стандартній пожежі.

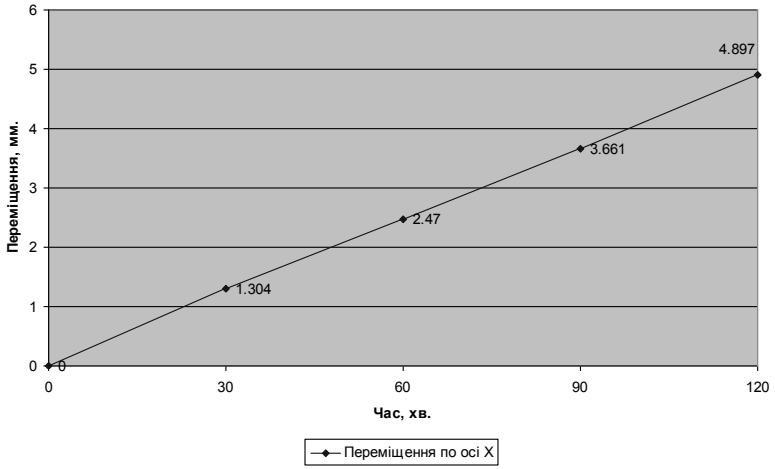


Рис. 11. Графік залежності переміщення вузла №33903 вздовж осі X в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

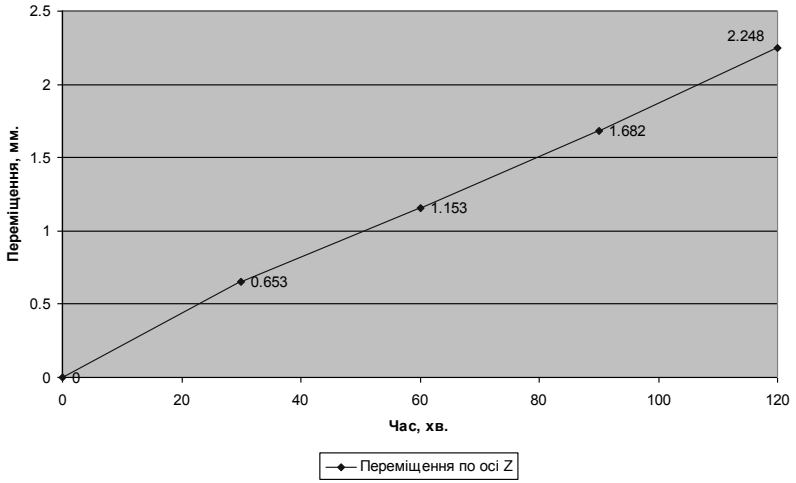


Рис. 12. Графік залежності переміщення вузла №33903 вздовж осі Z в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

На рис.13,14 наведені графіки залежності нормальних та дотичних напружень в елементі №780 від впливу температури стандартної пожежі.

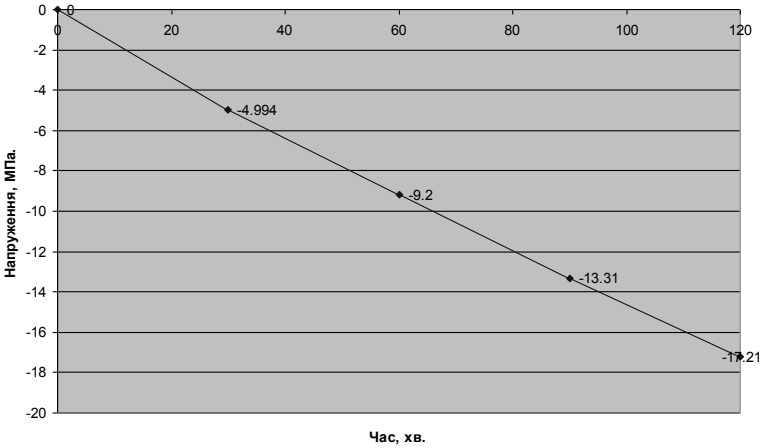


Рис. 13. Графік залежності напружень σ_y, *МПа* елемента №780 в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

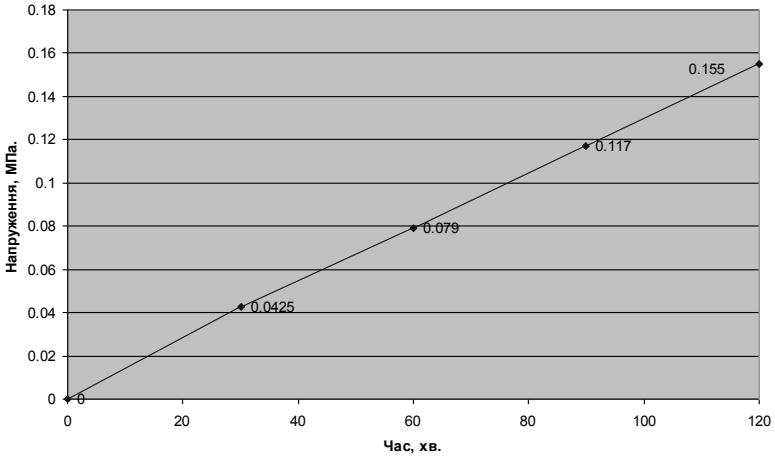


Рис. 14. Графік залежності напружень τ_{xy}, *МПа* елемента №780 в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

Після аналізу даних проведених розрахунків встановлено, що. Величина переміщення вузла №33903 при тривалості пожежі 90 хв. по осі X складає 3.661 мм, по осі Z складає 1,682 мм. Значення напружень σ_y в елементі №780 при тривалості пожежі 90 хв. склало -13,31 МПа, що майже у два рази менше

нормативного значення міцності на стиск бетону С20/25. Значення напружень τ_{xy} в елементі №780 при тривалості пожежі 90 хв. склало 0,117 МПа.

Висновки.

Отримані графіки залежностей переміщень та напружень від температурних впливів, мають лінійний характер це пов'язано з методом моделювання температурного навантаження у ПК ЛИРА.

Величина напружень σ_y у стиснутій зоні колони майже у два рази менша, за нормативне значення міцності на стиск бетону С20/25.

Можна зробити висновок, що бетон стиснутої зони колони при односторонньому нагріванні має значний запас міцності.

Список використаних джерел

1. Колякова В.М. Дослідження напружено-деформованного стану залізобетонних плит при дії температурних впливів за допомогою ПК ЛИРА 9.4 / Колякова В.М., Халік Наро, Клименко В.В // Зб. "Дороги і мости", вип.11.-К.:ДерждорНДІ, 2009,С. 186-190.
2. Колякова В.М. Дослідження напружено-деформованного стану залізобетонних колон при дії температурних впливів за допомогою ПК ЛИРА 9.6 / Колякова В.М., Божинський М.О,// «Комунальное хозяйство городов», вип. 109.-Р.: НТС, 2013, С.27-32.
3. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре.- М.: Стройиздат, 1998.-304с.
4. Городецкий А.С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций./ Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В.// Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 89с.

АННОТАЦИЯ

Приведены данные моделирования одностороннего воздействия повышенной температуры на железобетонную колонну с отражением в модели прогрева поперечного сечения колонны и моделированием арматурного каркаса в программном комплексе ЛИРА.

Ключевые слова: бетон, железобетон, моделирование, температурные воздействия, ПК ЛИРА.

ABSTRACT

Presented data modelling unilateral influence of high temperature on concrete columns with reflection in the model warming cross-section of the column and reinforcing cage in software system LIRA.

Keywords: Concrete, temperature influences, PC LYRA.

УДК: 528.23

к. геогр. н., доцент Король П.П., Тарасенко В.Ф.,
Східноєвропейський національний
університет імені Лесі Українки

ПЕРЕОБЧИСЛЕННЯ СИСТЕМ КООРДИНАТ СК-42 І СК-63 НА ПРИКЛАДІ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розглядаються особливості побудови і застосування систем координат СК-42 і СК-63, що використовуються у практиці вітчизняного топографо-геодезичного та землевпорядного виробництва, алгоритми та методики їх взаємного переобчислення.

Ключові слова: *переобчислення систем координат, розграфлення і номенклатура топокарт, ключі переходу.*

Актуальність та постановка проблеми. Одночасне використання в одній країні декількох систем координат для визначення місцеположення точок земної поверхні створює цілу низку проблем. В Україні офіційно використовуються дві системи координат: УСК-2000, що запроваджена Постановою Кабінету Міністрів України від 22.09.2004 р. №1259, що на практиці практично не використовується, і СК-42, що застосовується для створення усього масштабного ряду топографічних карт України. Крім цих систем, для вирішення завдань земельного і міського кадастру застосовуються місцеві системи координат і система координат СК-63, інтеграція яких у офіційні системи координат видається ускладненою або, у деяких випадках, неможливою.

Проблема вибору вихідних датумів і логічної дисфункції номенклатурного ряду окремих листів карт (для СК-63) зумовлюють необхідність виконання достатньо складних переобчислень. Проблема ускладнюється ще й тією обставиною, що виробничі підрозділи землевпорядних організацій і установ використовують картографічні матеріали (кадастрові плани, картограми агровиробничих груп ґрунтів, бонітування земель, інвентаризації земель тощо), що були створені на основі топографічних карт та планів в СК-63. Внаслідок цього, для узгодження позиційної та семантичної інформації про об’єкти на картографічних матеріалах, що створені в різних системах координат, виникає необхідність взаємного трансформування координат з метою подальшого інтегрування і створення цілісної інформаційної бази [1].

Аналіз попередніх досліджень. Теоретичні аспекти вирішення проблеми переобчислення систем координат викладені у класичних підручниках Л.М.

Бугаєвського і П.С. Закатова [2, 6], а методика взаємних трансформувань – у роботах Г.П. Герасимова [3, 4]. На даний час не існує єдиних методологічних засад створення уніфікованої системи координат на основі різнопланової картографічної інформації.

Мета і завдання дослідження. Оскільки при розробці місцевих систем координат, як правило, використовується лише паралельне перенесення осей координат, а система УСК-2000 на даний час не отримала широкого практичного застосування, то основна увага при вирішенні поставленої проблеми приділяється взаємному трансформуванню систем координат СК-63 і СК-42.

З метою узгодження геопросторової інформації у даній роботі здійснено спробу пошуку параметрів взаємного переходу між системами координат СК-63 і СК-42. На основі реалізації розробленої методики побудовано суміщену картосхему взаємного розміщення номенклатурних листів топографічних карт масштабу 1:100 000 на територію Волинської області в обох системах координат.

Виклад основного матеріалу. З метою адекватного вирішення поставлених завдань охарактеризуємо особливості обох систем координат.

Система координат СК-42 була впроваджена у практику топографо-геодезичних і картографічних робіт у 1946 році відповідно до Постанови Ради Міністрів СРСР від 07.04.1946 р. №760.

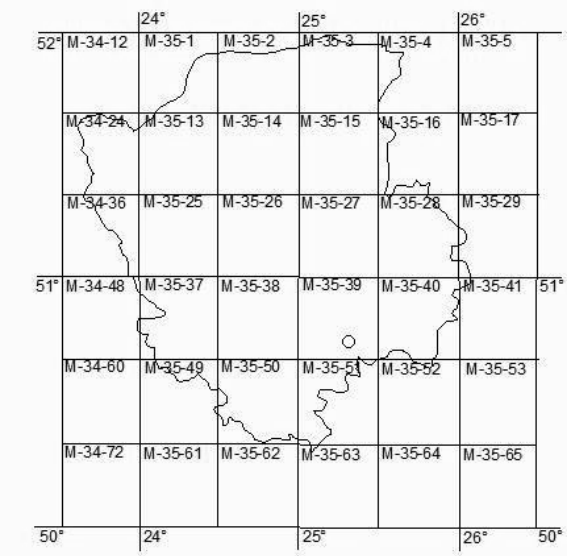


Рис.1 Картосхема покриття території Волинської області листами топографічної карти масштабу 1: 100 000 у СК-42

При побудові СК-42 використовується поперечна рівнокутна циліндрична проекція Гаусса-Крюгера на референц-еліпсоїді Красовського ($a = 6\,378\,245$ м, $\alpha = 1:298.3$) і Балтійська система висот. Вихідними аркушами топографічних карт є листи масштабу 1:1 000 000, що мають протяжність 4° по широті і 6° по довготі. Територія Волинської області розміщена у 34 і 35 шестиградусних зонах з осьовими меридіанами 21° і 27°. При топографічних зніманнях у масштабах 1:5 000 і крупніше, крім прямокутних координат у шестиградусних зонах, обчислюються прямокутні координати у триградусних зонах. Осьовими меридіанами цих зон у системі координат 1942 року для території Волинської області є меридіани з довготами 24° і 27°.

Система координат СК-63 була введена у дію в 1963 році Постановою ЦК КПРС та Ради Міністрів СРСР від 14.02.1963 р. №208-76.

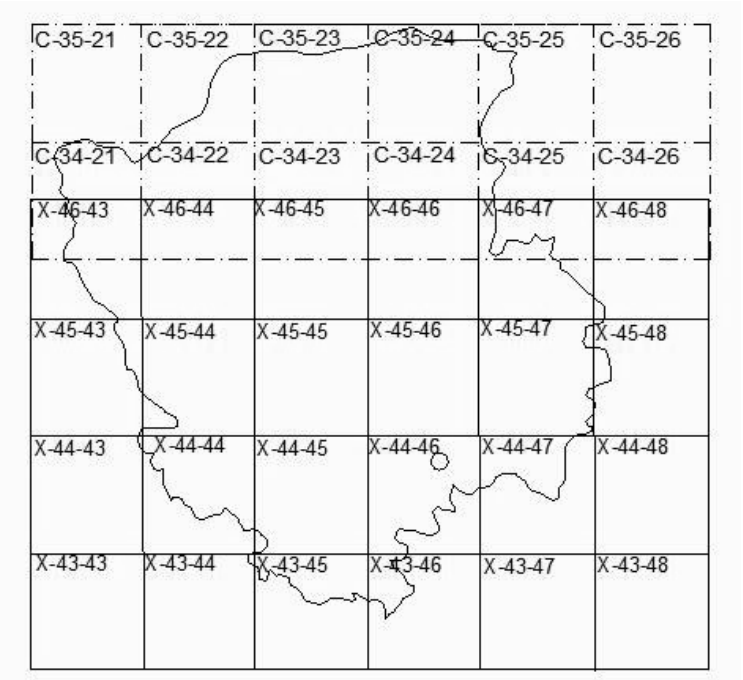


Рис.2 Картосхема покриття території Волинської області листами топографічної карти масштабу 1: 100 000 у СК-63

Побудова системи координат СК-63 базується на математичній основі системи координат СК-42, а особливості розграфлення і номенклатури її

аркушів зумовлені необхідністю дезординації умовного супротивника у період «холодної війни» між СРСР та США. Уся територія СРСР була розбита на регіони складної форми, яким присвоювались довільні позначення у вигляді букв латинського алфавіту. Більша частина України розміщена у ряді Х, а північна частина України, уся Білорусь та північний захід Росії — у ряді С. У переважній більшості випадків осьові меридіани зміщені на 30' на захід, а лінії координатної сітки розташовані під кутом до ліній сітки СК-42. Територія Волинської області розміщується у рядах Х і С, що перекриваються. Кожен з них розбивається на триградусні зони і має зміщений початок координат. Довготи осьових меридіанів і умовні координати x_0, y_0 є елементами ключів переходу.

Суміщена схема покриття території Волинської області листами топографічних карт масштабу 1:100 000 у системах координат СК-42 і СК-63 представлена на рис.3.

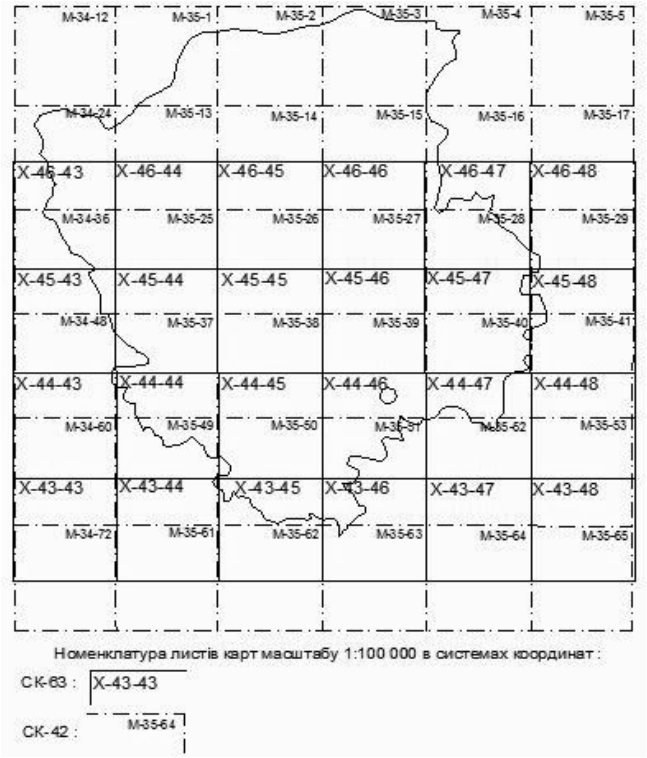


Рис. 3. Суміщена картосхема покриття території Волинської області листами топографічних карт масштабу 1:100 000 у СК-42 і СК-63

Взаємне переобчислення систем координат СК-42 і СК-63 здійснюється із використанням відомих ключів переходу, або шляхом визначення координат однойменних пунктів обох систем. Ключі переходу, як правило, є невідомими, тому, у більшості випадків, використовується інший варіант [3, 4]. Для його реалізації необхідно задати прямокутні координати двох точок, що визначені в обох системах координат: СК-42 $(x_A; y_A)$ і $(x_B; y_B)$ та СК-63 $(x_{A'}; y_{A'})$ і $(x_{B'}; y_{B'})$.

Для вирішення задачі взаємного переобчислення систем координат СК-42 і СК-63 використовується наступна послідовність дій:

1) розв'язок двох обернених геодезичних задач для AB і $A'B'$ обох систем, внаслідок чого обчислюються довжини геодезичних ліній S_{AB} і $S_{A'B'}$ та відповідні дирекційні кути напрямків α_{AB} , $\alpha_{A'B'}$:

$$S_{AB} = \sqrt{(x_B - y_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \tag{1}$$

$$\alpha_{AB} = arctg \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \tag{2}$$

$$S_{A'B'} = \sqrt{(x_{B'} - y_{A'})^2 + (y_{B'} - y_{A'})^2} \tag{3}$$

$$\alpha_{A'B'} = arctg \frac{y_{B'} - y_{A'}}{x_{B'} - x_{A'}} \tag{4}$$

2) обчислення кута розвороту однойменних осей координатних систем θ:

$$\theta = \alpha_{A'B'} - \alpha_{AB} \tag{5}$$

якщо $\theta = 0$, то осі є паралельними;

3) знаходження масштабного множника m :

$$m = S_{A'B'} / S_{AB} \tag{6}$$

4) знаходження коефіцієнтів k_1 і k_2 (якщо $\theta \neq 0$):

$$k_1 = m\cos\theta \tag{7}$$

$$k_2 = m\sin\theta \tag{8}$$

Таким чином, для взаємного переобчислення систем координат СК-42 і СК-63 при подальших обчисленнях використовуються координати однієї точки в обох системах. Переобчислення кожної наступної точки виконується ітераційним методом. Для обчислення прямокутних координат будь-якої точки $(x_{i'}; y_{i'})$ у новій системі координат через прямокутні координати точки $(x_i; y_i)$ вихідної системи необхідно виконати наступні перетворення:

$$\begin{cases} x_{i'} = x_{i'-1} + (x_i - x_{i-1})k_1 - (y_i - y_{i-1})k_2, \\ y_{i'} = y_{i'-1} + (y_i - y_{i-1})k_1 + (x_i - x_{i-1})k_2. \end{cases} \tag{9}$$

де i – номер точки.

Для верифікації роботи запропонованого алгоритму виконаємо взаємне переобчислення систем координат СК-42 і СК-63 за відомими прямокутними координатами трьох геодезичних пунктів (Селище ($x_A, y_A; x_{A'}, y_{A'}$), Туличів (x_B, y_B; $x_{B'}, y_{B'}$) і Поляна (x_C, y_C; $x_{C'}, y_{C'}$)) , що визначені, відповідно, в обох системах координат (обчислено координати $x_{C'}, y_{C'}$ пункту Поляна через координати $x_A, y_A, x_{A'}, y_{A'}$ пункту Селище, при цьому коефіцієнти трансформації k_1 і k_2 знайдено за відомими координатами пунктів Селище і Туличів в обох системах координат). Результати обчислень наведено у табл. 1:

Таблиця 1

Взаємне переобчислення систем координат СК-42 і СК-63

Відомі координати пункту Селище, м	в СК-42	x_A	5663104
		y_A	5325603
	в СК-63	$x_{A'}$	5651420,54
		$y_{A'}$	1370883,11
Відомі координати пункту Туличів, м	в СК-42	x_B	5652929
		y_B	5336283
	в СК-63	$x_{B'}$	5641767,83
		$y_{B'}$	1382064,86
Відомі координати пункту Поляна, м	в СК-42	x_C	5654539
		y_C	5345836
	в СК-63	$x_{C'}$	5643818,03
		$y_{C'}$	1391484,2
Горизонтальні прокладення, м		S	14751,03
		S'	14771,81
Дирекційні кути напрямків, °		α_{AB}	313,61
		$\alpha_{A'B'}$	310,80
Кут розвороту осей, °		θ	-2,81
Масштабний множник		m	1,014
Коефіцієнти трансформації		k_1	1,0002
		k_2	-0,0491
Обчислені координати пункту Поляна, м	в СК-63	$x_{C'}$	5643847,19
		$y_{C'}$	1391540,76
Похибки обчислень, м		Δx	-29,16
		Δy	-56,56

Обчислені похибки становлять 0.3 і 0.6 мм у масштабі топографічної карти 1:100 000, що не перевищує допустимих значень.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Результати досліджень засвідчують, що вирішення даної задачі є нетривіальною і кропіткою роботою. Описаний нами метод переобчислення систем координат

СК-63 і СК-42 хоча і не є універсальним, оскільки передбачає використання відомих координат точок в обох системах і обмежується розмірами однієї зони, однак може застосовуватись як основа для реалізації простих програм взаємного переобчислення систем координат.

Література

1. *Барановський В.Д., Карпінський Ю.О., Кучер О.В., Лященко А.А.* Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Системи координат і картографічні проекції /за заг. ред. Ю.О. Карпінського – К.: НДІГК, 2009. – 96 с.

2. *Бугаевский Л.М.* Математическая картография. – М.: Златоуст, 1998. – 400 с.

3. *Герасимов Г.П.* Золотой ключик. Как стать (или не стать) Буратино и решить проблему перехода от СК-42 и WGS-84 к СК-63 и местным системам координат // Геопрофиль. – 2010. – №3. – С. 24-30.

4. *Герасимов Г.П.* Ключ к системе. Об использовании систем координат СК-42, СК-63, WGS-84 и УКС-2000 // Геопрофиль. – 2008. – №3. – С.10-15.

5. *Демьянов Г.В.* Геодезические системы координат, современное состояние и основные направления развития // Геодезия и картография. – 2008. – № 9. – С. 17-20.

6. *Закатов П.С.* Курс высшей геодезии. – М.: Недра, 1976. – 511 с.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены особенности построения и использования систем координат СК-42 и СК-63, которые находят применение в практике отечественного топографо-геодезического и землеустроительного производства, алгоритмы и методики их взаимного перевычисления

Ключевые слова: перевычисление систем координат, разграфка и номенклатура топокарт, ключи перехода

ANNOTATION

The features of the construction and use of coordinate systems SC-42 and SC-63, which are used in the practice of topographic, geodetic and land surveying production, algorithms and methods of their mutual recalculation are considered

Key words: recalculation of coordinate systems, division and nomenclature of topographic maps, transition keys

УДК 539.3

д.т.н., професор Максимович О.В., Іванюк Т.В.,
Луцький національний технічний університет

КОНЦЕНТРАЦІЯ НАПРУЖЕНЬ У КУСКОВО-ОДНОРІДНІЙ ПЛАСТИНЦІ З ОТВОРАМИ

Розроблено алгоритм визначення концентрації напружень у кусково-однорідній пластинці з отворами. Виконано дослідження розподілу напружень у композитній пластинці з отворами залежно від відношення модулів зсуву.

Ключові слова. *Кусково-однорідна пластинка, отвір, напруження, композит.*

У будівництві широко використовуються композитні матеріали, що послаблені отворами. Для оцінки міцності елементів конструкцій, що виготовлені із таких матеріалів, необхідно дослідити концентрацію напружень біля отворів із врахуванням неоднорідності матеріалу, розміщення отворів та умов навантаження.

З цією метою розглянемо задачу про визначення концентрації напружень у кусково-однорідній пластинці з прямолінійною межею розділу. Приймається, що пластинка послаблена системою отворів, межі яких розміщені вздовж кривих L_j *(j=1, ...,I)*, пластинка розтягується на нескінченності зусиллями σ_x^∞, σ_y^∞ , зосередженими силами (P_{xj}, P_{yj}), які прикладені у точках (a_j,b_j) *(j=1,...,J)* та зусиллями $q_L = N_L + iT_L$, що прикладені до межі отворів. Тут N_L і T_L – проекції вектора напружень на контурі на зовнішню нормаль та дотичну.

Для знаходження напружень використаємо метод інтегральних рівнянь, в якому забезпечується тотожне виконання умов механічного контакту півплощин.

Загальні співвідношення для однорідної області. Для побудови загального розв`язку задачі розглянемо нескінченну область, яка обмежена замкненим контуром Γ. Позначимо на цій кривій переміщення та вектор напружень через (u,v) і $q_\Gamma = N_\Gamma + iT_\Gamma$. Вектор напружень на кривій визначається через комплексні потенціали Мусхелішвілі за формулами [4]

$$q_\Gamma(z) = \Phi(z) + \overline{\Phi(z)} + \overline{F(z,\bar{z})}d\bar{z}/dz, \qquad (1)$$

де $F = \bar{z}\Phi'(z) + \Psi(z)$, dz – диференціал змінної $z = x + iy, (x,y) \in \Gamma$.

Позначимо через X і Y - проекції вектора напружень на координатні осі Ox і Oy , при цьому $q_\Gamma = i(X + iY)ds/dz$.

Для потенціалів в нескінченній області справедливі інтегральні

зображення [2]

$$\Phi(z)=\frac{1}{2\pi(1+\chi)}\int_{\Gamma}\frac{(X+iY)-i(U+iV)}{t-z}ds+\Phi_S(z), \qquad (2)$$

$$\Psi(z)=\frac{1}{2\pi(1+\chi)}\int_{\Gamma}\left[\frac{-\chi(X-iY)+i(U-iV)}{t-z}-\bar{t}\frac{(X+iY)-i(U+iV)}{(t-z)^2}\right]ds+\Psi_S(z),$$

де $U+iV=2G\left(du/ds+idv/ds\right)$, $G-$ модуль зсуву, $\chi=(3-\mu)/(1+\mu)$ - для плоского напруженого стану і $\chi=3-4\mu$ - для випадку плоскої деформації, $\mu-$ коефіцієнт Пуассона.

Тут $\Phi_S(z)=\Phi_p(z)+\Phi_\infty(z)$, $\Psi_S(z)=\Psi_p(z)+\Psi_\infty(z)$, де $\Phi_\infty(z), \Psi_\infty(z)$ і $\Phi_p(z)$, $\Psi_p(z)-$ відповідно комплексні потенціали для нескінченної суцільної пластинки, які відповідають прикладеним на нескінченності зусиллям та зосередженим силам.

Перепишемо потенціали (2) у вигляді

$$\Phi(z)=\int_{\Gamma}\left[X(t)\Phi_1(z,t)+Y(t)\Phi_2+U(t)\Phi_3+V(t)\Phi_4\right]ds+\Phi_S(z),$$

$$\Psi(z)=\int_{\Gamma}\left[X(t)\Psi_1(z,t)+Y(t)\Psi_2+U(t)\Psi_3+V(t)\Psi_4\right]ds+\Psi_S(z), \qquad (3)$$

де $\Phi_j=\frac{A_j}{t-z}$, $\Psi_j=\alpha_j\frac{\overline{A_j}}{t-z}-\frac{\bar{t}A_j}{(t-z)^2}$,

$$A_1=\frac{1}{2\pi(1+\chi)}, A_2=\frac{i}{2\pi(1+\chi)}, A_3=-\frac{i}{2\pi(1+\chi)}, A_4=\frac{1}{2\pi(1+\chi)},$$

$\alpha_{1,2}=-\chi$, $\alpha_{3,4}=1$.

Інтегральні зображення для кусково-однорідної пластинки. Для запису інтегрального зображення для кусково-однорідної пластинки з тріщинами, з огляду на вигляд підінтегральних функцій у зображенні (3), знайдемо спочатку комплексні потенціали $\Phi_G(z), \Psi_G(z)$ для суцільної кусково-однорідної пластинки, коли ці потенціали мають особливості $\Phi_G(z)\sim\Phi_0(z), \Psi_G(z)\sim\Psi_0(z)$, де

$$\Phi_0(z)=\frac{A}{a-z}, \quad \Psi_0(z)=\alpha\frac{\bar{A}}{a-z}-\frac{\bar{a}A}{(a-z)^2}, \qquad (4)$$

A, a – довільні комплексні сталі, $\alpha -$ дійсна стала. Тут прийнято, що склеєні пружні пластинки займають області $y>0$, $y<0$.

Пружні сталі і розв'язки для цих півплощин будемо позначати з індексами 1 і 2 відповідно.

Розв'язки типу Гріна запишемо у вигляді

$$\Phi_G(z)=\Phi_I(z),\ \Psi_G(z)=\Psi_I(z)\ \text{при}\ \operatorname{Im} z>0,$$

$$\Phi_G(z)=\Phi_{II}(z),\ \Psi_G(z)=\Psi_{II}(z)\ \text{при}\ \operatorname{Im} z<0.$$

Умови механічного контакту при *y=0* запишемо у вигляді

$$\begin{aligned}&\Phi_I(x)+\overline{\Omega_I(x)}=\Phi_{II}(x)+\overline{\Omega_{II}(x)},\\ &G_2[\chi_1\Phi_I(x)-\overline{\Omega_I(x)}]=G_1[\chi_2\Phi_{II}(x)-\overline{\Omega_{II}(x)}],\end{aligned}\qquad(5)$$

де G_j,χ_j- пружні сталі. Тут введені комплексні функції $\Omega_j(z)=\Phi_j(z)+z\Phi_j'(z)+\Psi_j(z)$.

Задовольняючи умовам контакту, при *Im(a)>0* отримаємо

$$\Phi_I(z)=\Phi_0(z)+\beta_{21}\overline{\Omega}_0(z),\quad \Phi_{II}(z)=\alpha_{22}\Phi_0(z),\qquad(6)$$

$$\Omega_I(z)=\Omega_0(z)+\beta_{22}\overline{\Phi_0}(z),\qquad \Omega_{II}(z)=\alpha_{21}\Omega_0(z),$$

де $\alpha_{ij}=a_i/b_j,\ \beta_{ij}=\alpha_{ij}-1$. Тут $a_1=G_1(1+\chi_2),\ a_2=G_2(1+\chi_1),\ b_1=G_1+\chi_1G_2,$ $b_2=G_2+\chi_2G_1,\quad \chi_j=(3-\nu_j)/(1+\nu_j),\ \nu_j-$ коефіцієнти Пуассона, *j=1,2,* $\Omega_0(z)=\dfrac{\overline{A}}{a-z}+\dfrac{A(a-\overline{a})}{(a-z)^2}$.

Аналогічно при *Im(a)<0* маємо

$$\Phi_I(z)=\alpha_{11}\Phi_0(z),\quad \Phi_{II}(z)=\Phi_0(z)+\beta_{12}\overline{\Omega}_0(z),\qquad(7)$$

$$\Omega_I(z)=\alpha_{12}\Omega_0(z),\qquad \Omega_{II}(z)=\Omega_0(z)+\beta_{11}\overline{\Phi}_0(z).$$

Позначимо потенціали Φ_G,Ψ_G при $A=A_j,\alpha=\alpha_j$ через Φ_j^G,Ψ_j^G. Тоді комплексні потенціали для кусково-однорідної пластинки з отворами запишуться

$$\Phi(z)=\int_\Gamma\left\lfloor X(t)\Phi_1^G(z,t)+Y(t)\Phi_2^G+U(t)\Phi_3^G+V(t)\Phi_4^G\right\rfloor ds+\Phi_C(z),$$

$$\Psi(z)=\int_\Gamma\left\lfloor X(t)\Psi_1^G(z,t)+Y(t)\Psi_2^G+U(t)\Psi_3^G+V(t)\Psi_4^G\right\rfloor ds+\Psi_C(z),\qquad(8)$$

де $\Phi_C(z), \Psi_C(z)$ – комплексні потенціали для кусково–однорідної пластинки, що відповідають зосередженим силам та прикладеному навантаженню на нескінченності. За побудовою потенціали (8) автоматично задовольняють умовам контакту при y=0.

Підставимо граничні значення потенціалів (2) у формулу для визначення вектора напружень на контурі Γ. Після перетворень отримаємо систему сингулярних інтегральних рівнянь

$$\frac{X+iY}{2} = \int_L \left[X(t)Z_1^G(z,t) + Y(t)Z_2^G(z,t) + U(t)Z_3^G(z,t) + V(t)Z_4^G(z,t) \right] ds + Z_C(z), \quad (9)$$

Тут $Z_j^G(z,t)$ – вектор напружень $Z = X + iY$ на контурі L в точці z, які відповідають потенціалам $\Phi_j^G(z,t), \Psi_j^G(z,t)$, а $Z_C(z)$ – вектор напружень, який відповідає потенціалам $\Phi_C(z), \Psi_C(z)$.

Для чисельного розв'язування цього рівняння використано метод механічних квадратур [1,4]. Розглянемо більш детально випадок одного отвору.

Дискретні співвідношення. В формули (9) входять інтеграли вигляду

$$R = \int_\Gamma f(\xi,\eta) ds, \quad S(z) = \int_\Gamma \frac{f(\xi,\eta)}{t-z} ds, \; j = 1,2 \quad (10)$$

де Γ – гладкий контур, ds – диференціал дуги на контурі Γ, f – гладкі функції Інтеграл S розглядається в сенсі головного значення, тобто приймається, що точка $z \in \Gamma$. Будемо розглядати випадок, коли контур інтегрування заданий параметрично у вигляді $\xi = \alpha(\theta), \eta = \beta(\theta)$, $0 \le \theta \le 2\pi$. Функцію S будемо знаходити в точках $x = \alpha(\tau), \quad y = \beta(\tau), \quad 0 \le \tau \le 2\pi$. Тоді отримаємо [1]

$$R = H\sum_{k=1}^{N} f_k s_k', \; S(z_\nu) = H\sum_{k=1}^{N} \frac{f_k s_k'}{t_k - z_\nu}, \quad (11)$$

де $f_k = f(x_k, y_k)$, $s_k' = s'(\theta_k)$, $H = 2\pi/N$, $z_\nu = x_\nu + iy_\nu$, $t_k = x_k + iy_k$, $j = 1,2$,

$x_k = \alpha(\tau_k), y_k = \beta(\tau_k), \qquad x_k = \alpha(\theta_k), y_k = \beta(\theta_k), \qquad \theta_k = Hk, \tau_n = \theta_n - H/2,$

$s'(\theta) = \sqrt{\alpha'(\theta)^2 + \beta'(\theta)^2}$.

Використавши формули (11) для обчислення інтегралів в (9) при $z = z_\nu$, отримаємо систему алгебраїчних рівнянь відносно невідомих U_n, V_n

$$(X_\nu + iY_\nu)/2 = H\sum_{n=1}^{N} s_n' \left[X_n Z_{\nu n}^{(1)} + Y_n Z_{\nu n}^{(2)} + U_n Z_{\nu n}^{(3)} + V_n Z_{\nu n}^{(4)} \right] + Z_\nu^{(S)}, \; \nu = 1,\ldots,N \; . (12)$$

Тут $Z_{\nu n}^{(j)}$ – вектор напружень $Z = X + iY$ на дузі L в точці (x_ν, y_ν), який

відповідає потенціалам $\Phi_j^G(z)$, $\Psi_j^G(z)$. Коефіцієнти $Z_\nu^{(S)}$ – вектор напружень на дузі L в точці $\left(x_\nu, y_\nu\right)$, який відповідає потенціалам Φ_S, Ψ_S.

Можна показати, що в системі рівнянь (12) три рівняння лінійно залежні. Виключаємо в ній три рівняння [1]. Додаткові два рівняння отримаємо із умов однозначності переміщень [1]. Звідси отримуємо рівняння

$$\sum_{n=1}^{N} s_n' U_n = 0, \sum_{n=1}^{N} s_n' V_n = 0. \qquad (13)$$

Рівняння, яке замикає систему рівнянь буде [1, 4]

$$\mathrm{Re}\sum_{n=1}^{N} s_n' \overline{z_n}(U_n + iV_n) = 0 . \qquad (14)$$

Випадок системи отворів розглядається аналогічно.

Результати розрахунків. Розглянемо випадок, коли у верхній півплощині розміщений круговий отвір радіуса R, центр якого розміщений в точці $(0, y_c)$ за розтягу пластики паралельно межі, причому зусилля в верхній півплощині рівні p. Віднесені до p максимальні кільцеві напруження (коефіцієнти концентрації напружень – ККН) на межі отвору залежно від відношення модулів зсуву G_2 / G_1 при відносних відстанях центру $y_c / R = 1{,}25; 1{,}5; 2; 3$, коефіцієнтах Пуассона $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}3$ зображено на рис. 1.

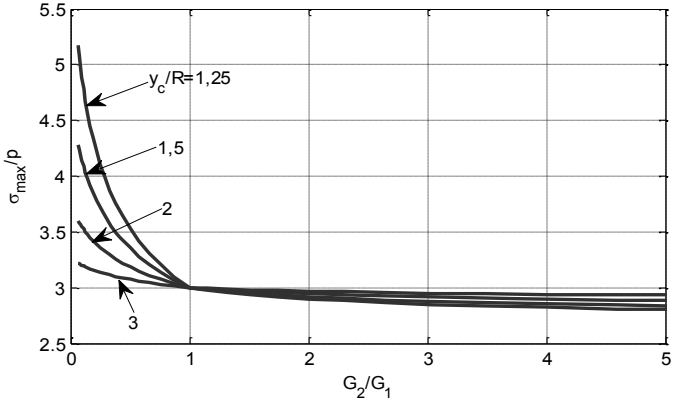


Рис. 1. Розподіл ККН у композитній пластинці з одним отвором залежно від відношення модулів зсуву за розтягу паралельно межі розділу

Як видно із рисунка, якщо модуль зсуву півплощини з отвором більший (менший) за модуль зсуву протилежної півплощини, то концентрація напружень біля отвору є більшою (меншою), ніж у однорідній при цьому за

наближення отвору до межі розділу концентрація напружень зростає (зменшується).

На рис.2 наведено ККН для випадку розтягу пластинки в поперечному відносно межі напрямку

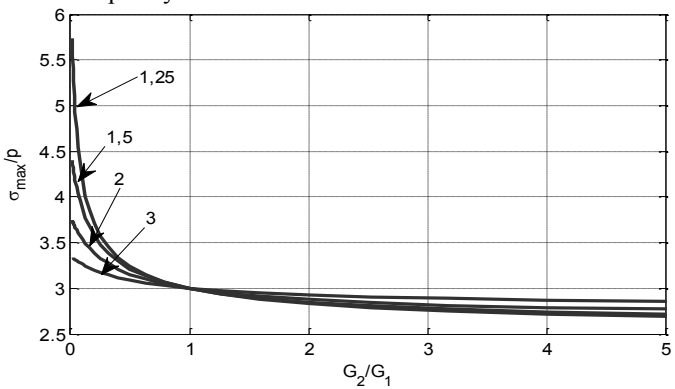


Рис. 2. Розподіл ККН у композитній пластинці з одним отвором залежно від відношення модулів зсуву за поперечного розтягу

Характер розподілу напружень у цьому випадку такий же, як і при розтягу пластинки в горизонтальному випадку.

Результати розрахунків для випадку, коли пластинка, що послаблена двома круговими отворами з центрами в точках $(0,\pm y_c)$ розтягується паралельно до межі зображено на рис.2. Тут суцільним лініям відповідають напруження для отвору в жорсткішій півплощині (нижній), а штриховими – на отворі у верхній півплощині. Аналогічні результати за розтягу зусиллями, що діють перпендикулярно до межі зображено на рис. 4.

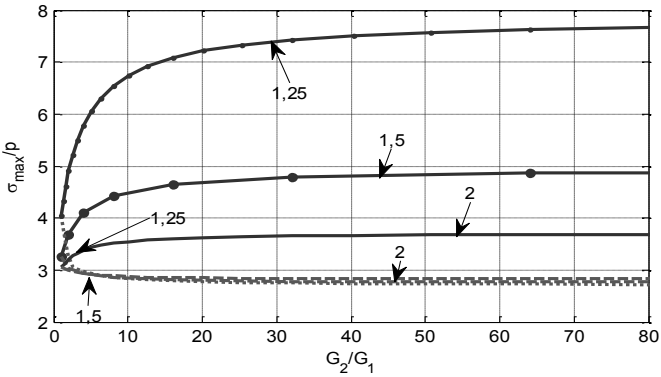


Рис.3. Розподіл ККН у композитній пластинці з двома отворами залежно від відношення модулів зсуву при дії зусиль в горизонтальному напрямку

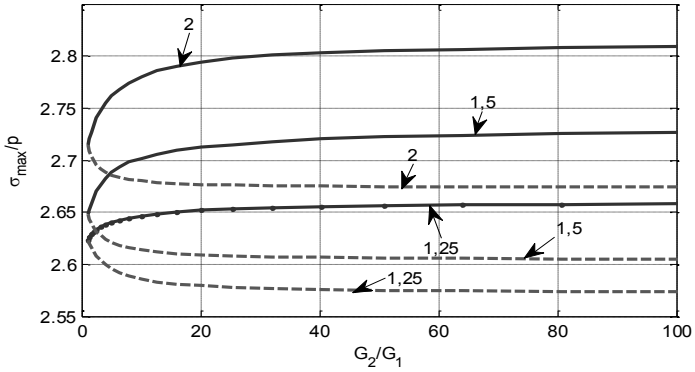


Рис.4. Розподіл ККН у композитній пластинці з двома отворами залежно від відношення модулів зсуву при дії зусиль в вертикальному напрямку

В обох випадках напруження більші в жорсткішій півплощині, причому вони зростають при збільшенні її жорсткості.

Розглянута кусково-однорідна пластинка з еліптичним отвором з півосями a (вздовж межі розділу) та b і центром на межі розілу матеріалів (у початку координат). Приймалось, що пластинка розтягується паралельно межі розділу. Розраховані кільцеві напруження σ_θ в точках $B_1(0,b)$ і $B_2(0,-b)$. На рис.5 зображено віднесені до ККН σ_0 в однорідній пластинці залежно від відношення G_2/G_1 при відношенні півосей $b/a = 1,2,5,10$ суцільними лініями – в точці B_1 і штриховими – в точці B_2.

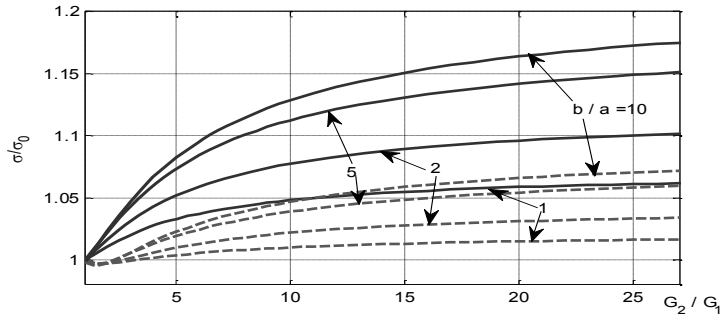


Рис.5. Відносні ККН для кусково-однорідної пластинки з еліптичним отвором із центром на межі розділу

На основі проведених розрахунків можна зробити наступні висновки.

При розтягу композитної пластинки: ККН більші для отвору, що розміщений у жорсткішій півплощині; при наближенні отвору до межі ККН

зростають, якщо отвір розміщений у жорсткішій півплощині і зменшуються у випадку розміщення отвору в м'якшій півплощині. Аналогічний характер має розподіл напружень у випадку, коли пластинка послаблена двома отворами, що розміщені симетрично відносно межі розділу.

Для еліптичного отвору, що перетинає межу розділу композитних матеріалів більші напруження виникають на частині межі отвору, який знаходиться в м'якшій півплощині.

Список використаних джерел

1. Божидарнік В.В. Пружна та гранична рівновага анізотропних пластинок з отворами і тріщинами / В.В. Божидарнік, О.В. Максимович // Монографія. – Луцьк: ЛДТУ, 2003. – С. 226.

2. Божидарнік В.В. Визначення напруженого стану біля крайових тріщин у пластині з отвором складної форми / Божидарнік В.В., Максимович О.В. // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2010, – №1. –С. 19–26.

3. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. –М.: Наука, 1966. –708 с.

4. Саврук М.П., Осив П.Н., Прокопчук И.В. Численный анализ в плоских задачах теории трещин. – К.: Наук.думка, 1989. – 248 с.

АННОТАЦИЯ

Концентрация напряжений в кусочно-однородной пластинке с отверстиями. Максимович О.В., Иванюк Т.В. В статье разработан алгоритм определения концентрации напряжений в кусочно-однородной пластинке с отверстиями, в том числе пересекающих границу раздела материалов. Выполнено исследование распределения коэффициентов концентрации напряжений в композитной пластинке с отверстиями в зависимости от отношения модулей сдвига.

Ключевые слова. Кусочно-однородная пластинка, отверстие, напряжения, композит.

ANNOTATION

Stress concentration in a piecewise homogeneous plate with holes. O. Maksymovych, T. Yvanyuk. In the article the algorithm of determining stresses concentrations in piecewise-smooth plate with holes, including crossing a section of material. The investigation of distribution coefficients of stress concentration in the composite plate with holes , depending on the ratio of the shear modulus.

Keywords: piecewise homogeneous plate, hole, stress, composite.

УДК 338.49:338.47(492+477)

Мишляєва Тетяна,
Варшавська Політехніка

SMART HIGHWAY – ДОРОГА МАЙБУТНЬОГО: ПРИКЛАД НІДЕРЛАНДІВ. ДОСВІД ДЛЯ УКРАЇНИ

Досліджено досвід впровадження розумних доріг у країнах світу. Визначено ключові характеристики розумної дороги на прикладі нідерландського проекту «Smart Highway». Проаналізовано перспективи використання нідерландського досвіду для створення мережі розумних доріг в Україні.

Ключові слова: *розумна дорога, люмінесцентна розмітка, динамічні позначення, інтерактивне освітлення, електромобіль, транспортна інфраструктура.*

Постановка проблеми. Smart highway є терміном, що характеризує різноманітні підходи до впровадження у дорожній інфраструктурі новітніх технологій щодо генерування сонячної енергії, вдосконалення операційності транспортних засобів, освітлення, а також для моніторингу стану дороги. Такий тип інфраструктури в поєднанні із новітніми автомобілями, здатними контактувати із дорогою, повинен стати реальністю для ефективного та безпечного використання в майбутньому [4].

Науковою метою статті є вивчення світового досвіду щодо розробки та впровадження технологій розумних доріг. Серед завдань статті:

- дослідити досвід впровадження розумних доріг у країнах світу;
- визначити ключові характеристики розумної дороги на прикладі проекту Studio Roosegaarde та Heijmans;
- проаналізувати перспективи впровадження нідерландського досвіду у створенні мережі розумних доріг в Україні.

Виклад основного матеріалу. Значним досвідом з будування розумних доріг володіють США. Там втілено проекти доріг з інтегрованими сонячними батареями, світлодіодами та керуючою електронікою замість звичайного асфальтового покриття. Така дорога виробляє енергію не тільки для власних потреб, але й для навколишніх будинків. Також у прозоре полотно можна вбудувати нагрівальні елементи, завдяки яким тане взимку сніг і лід [2].

У Японії працює система VICS (Vehicle Information and Communication System), що надає водієві в режимі реального часу інформацію про рух і навігацію. Отримані дані редагуються й обробляються в центрі VICS, а потім транслюються у вигляді тексту й картинок на навігатори водіїв. Система дозволяє водіям вибирати найкоротший, найзручніший доступний маршрут, гарантуючи плавний рух автомобілів на дорогах [1].

У країнах ЄС триває робота з розробки та впровадження розумних доріг. Наприклад, в Німеччині на великій кількості автомобільних доріг слабко

використовуються системи управління дорожнім рухом, проте більше уваги приділено системам інформування, зокрема інформаційним табло. Головним ініціатором впровадження смарт-систем в дорожньому русі є німецькі автомобільні концерни. Франція теж значну увагу приділяє вдоскналенню якості руху, вдосконаленню регіональних автомагістралей, розвитку динамічних заходів із підвищення комфорту і безпеки дорожнього руху. Великобританія володіє багатими традиціями динамічного управління дорожнім рухом. Британці концентрують увагу на отриманні дорожньо-транспортних даних через застосування технологій взаємодії дорожніх сенсорів та систем навігації автомобілів. Однією з передових в цьому аспекті європейських країн є Нідерланди. Розумні дороги тут мають широкий спектр інструментів для забезпечення комфорту руху на перевантажених голландських дорогах [3]. Використання новітнього європейського досвіду, а також його вдосконалення в українських умовах дозволить значно покращити вітчизняну транспортну інфраструктуру та створити комфортні умови дорожнього руху.

Одним із таких прикладів є проект «The Smart Highway», розроблений Studio Roosegaarde та інфраструктурною групою Heijmans.

Дизайнер Даан Роозегарде розробив пілотну версію проекту для впровадження на ділянці дороги N329 біля міста Осс в провінції Північний Брабант із використанням спеціальної люмінесцентної фарби – проте це тільки перший етап проекту. Він планує продовжити впровадження проекту, застосовуючи технології попередження водіїв про обледеніння дорожнього полотна та створення спеціальної електричної смуги руху, яка б дозволила заряджати електромобілі.

Д. Роозегаарде займається застосуванням люмінесцентних дорожніх ліній з подальшим застосуванням цієї технології як на суцільні, так і перервані дорожні лінії, як дешевої альтернативи використання дорожніх знаків. На магістралі N329 використано фото-люмінесцентну фарбу, яка поглинає світло протягом дня, а потім випромінює його протягом ночі.

Дизайнер у партнерстві з компанією Hejmans зосередився на впровадженні нових ідей щодо створення футуристичних, екологічно чистих доріг із залученням енергії від автомобілів, які по них рухаються. Тестовані ідеї включають застосування фарб-світловідбивачів на поверхні дороги з метою попередження водіїв про стан температури дорожнього полотна, а також дорожнього освітлення, яке вмикається лише тоді, коли транспортний засіб рухається повз, тим самим заощаджуючи кошти та енергію, коли автомобілів нема. Д. Роозегаарде також досліджує нові шляхи залучення енергії для дорожньої інфраструктури, оскільки лише сонячної енергії для цього недостатньо [5].

Smart Highway є інтерактивною та високоефективною дорогою, яка містить п'ять складових модернізації європейських доріг. Проект передбачає будування доріг з використанням технологій, які дозволяють повідомляти про наявну ожеледь, заряджають електромобіль та генерують струм для власного освітлення. Метою є створення більш ефективних та інтерактивних доріг з використанням світла, енергії та дорожніх знаків, які автоматично адаптуються до ситуації на дорозі. Нові концепції дизайну включають «Люмінесцентну розмітку», «Динамічні позначення», «Інтерактивне освітлення», «Електричну пріоритетну смугу» та «Освітлення з використанням енергії вітру» [6]. Розглянемо кожен із цих елементів детальніше.

Люмінесцентна розмітка поглинає енергію протягом дня і світиться в темряві. Світло випромінюється протягом десяти годин. Це є безпечною та стійкою альтернативою звичайного освітлення на темних дорогах. Варто відзначити, що в ході реалізації проекту з'ясувалось, що від надмірної кількості вологи здатність ліній світитись значно знижується. Проте розробники проекту пообіцяли якнайшвидше усунути цей недолік.

Динамічні позначення для контролю температури полотна проявляються або зникають в залежності від промерзання асфальту. Ці позначення попереджають учасників дорожнього руху про можливу ожеледь. Водії, таким чином, відчувають пряму взаємодію з дорожнім покриттям.

Інтерактивне освітлення контролюється сенсорами: вмикається тільки тоді, коли наближається транспортний засіб. Це є енергозберігаючою альтернативою безперервного освітлення.

Електрична пріоритетна смуга дозволяє заряджати електромобілі безпосередньо під час руху.

Освітлення з використанням енергії вітру. Вітер генерується проїжджаючими автомобілями, які приводять в рух невеликі вітряки вздовж дороги. Вітряки генерують енергію, яка використовується для освітлення ламп розміщених на них же [7].

Розумна дорога повинна заохотити водіїв робити вибір на користь екологічного транспорту, проект повинен дати початок новій хвилі зацікавленості електричними транспортними засобами, оскільки спеціальні смуги заряджатимуть автомобілі під час руху. Це вагома риса, оскільки короткий час автономної роботи і обмежений діапазон руху є однією з причин падінь купівлі електричних автомобілів сьогодні [6].

Щодо ситуації з українськими дорогами, то варто відзначити, що лише центральні траси (наприклад, бориспільська) має ознаки «розуму». Тим більше, що для ефективного впровадження світових розробок у галузі «розумних

доріг», українська влада повинна забезпечити належний стан дорожнього покриття.

Висновки. Таким чином, Smart Highway не є повністю новою дорогою, а швидше, набором компонентів, які можуть бути застосовані на існуючих автошляхах в міру необхідності. Ці компоненти сприяють підвищенню безпеки дорожнього руху. Сучасні дороги стають більш інтерактивними та інтелектуальними, а також дозволять позбутися більшої частини зайвої інфраструктури, в тому числі знаків, стовпів, ламп тощо, а також, запобігти екологічним проблемам в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Розумні дороги [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://archive.kontrakty.ua/gc/2012/45-46/15-galmivnijj-shlyakh.html?lang=ua
2. «Розумні дороги» Києва до Євро-2012 [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://stadion.lviv.ua/ua/smart_roads_of_Kyiv_to_EURO-2012
3. De slimme snelweg [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://publicaties.minienm.nl/download-bijlage/42432/slimmesnelweg.pdf
4. European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities Strategic Implementation Plan [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf
5. Glow in the dark ‘smart’ highway opens in Holland - and will soon charge your car [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://uk.news.yahoo.com/glow-in-the-dark--smart--highway-opens-in-holland---and-will-soon-charge-your-car-124322187.html#PvhCTbl
6. Highways re-imagined [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://designtoimprovelife.dk/smart-highway/
7. Smart Highway The intelligent and interactive roads of tomorrow [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.smarthighway.net/

АННОТАЦИЯ

Исследован опыт внедрения умных дорог в странах мира. Определены ключевые характеристики умной дороги на примере нидерландского проекта «Smart Highway». Проанализированы перспективы внедрения нидерландского опыта в создании сети умных дорог в Украине.

Ключевые слова: умная дорога, люминесцентная разметка, динамические обозначения, интерактивное освещение, электромобиль, транспортная инфраструктура.

ANNOTATION

The experience of smart highway’s creating in the world is investigated. The key characteristics of smart highway on the example of the Dutch project are identified. The prospects for implementation of Dutch smart highway’s experience in Ukraine is analyzed.

Keywords: smart highway, glow-in-the-dark road, dynamic paint, interactive light, electric car, transport infrastructure.

УДК 519.21

канд. ф-м. наук, доц. Наголкіна З.І.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТОХАСТИЧНІ РІВНЯННЯ В ЗАДАЧАХ НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД.

Досліджуються деякі наближення розв'язку стохастичного рівняння, що моделює процеси тепло-масопереносу з випадковим збуренням, які виникають в задачах надійності будівельних конструкцій.

Ключові слова. Будівельні конструкції, рівняння тепло-масопереносу, випадкові фактори, стохастичне рівняння, функціональний простір, замкнений оператор, еволюційна сім'я операторів, розрішаючий оператор, наближений розв'язок.

Сучасні будівельні споруди і конструкції включають в себе багато елементів і складових з різноманітним характером взаємодії. При оцінюванні надійності і довговічності об'єктів необхідно оцінювати фактори впливу атмосферних явищ, які мають випадковий характер. Негативний вплив метеорологічних процесів призводить до структурної деградації будівельних матеріалів і зміни їх фізико-хімічних властивостей. Під впливом випадкових коливань і сонячної радіації змінюється температура елементів конструкцій відкритих будівель і споруд, що в свою чергу викликає їх деформацію і переміщення. Саме мінливість в часі і складна взаємодія з навколишнім середовищем обумовлює необхідність моделювати динаміку деякої фізичної характеристики у вигляді стохастичного диференціального рівняння. Як відомо [1] процеси переносу речовини і тепла описуються відповідно рівняннями в частинних похідних

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\rho(\Delta v) \qquad (1)$$

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \nabla^2 T \qquad (2)$$

В правих частинах (1) і (2) знаходяться замкнені необмежені оператори. Будемо розглядати їх в найбільш загальному вигляді. Це дає можливість досліджувати відповідні диференціальні рівняння методами теорії полугруп і еволюційних операторів. А саме

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x(t) \qquad (3)$$

$x(t)$ - деяка фізична характеристика процесу (відповідно до рівнянь (1) або (2) це концентрація, або температура). Вплив випадковості будемо враховувати, як адитивну неоднорідність. В такому випадку рівняння, що описує процес, буде стохастичним

$$dx(t) = A(t)x(t)dt + a(t,x(t))dt + b(t,x(t))dw(t) + \int_H f(t,x(t),z)q(dz)dt \qquad (4)$$

При цьому $a(t,x)$ характеризує знесення, $b(t,x)$ - дифузію, $f(t,x,z)$ - стрибкоподібну компоненту випадкового збурення. Нехай виконуються наступні умови: H - функціональний простір Гільберта, $A(t)$ - замкнений невипадковий оператор з областю визначення D_A, яка не залежить від t і породжує сім'ю сильно неперервних еволюційних операторів $U(t,\tau)$, які задовольняють оцінці

$$\|U(t,\tau)x\| \le e^{\alpha(t-\tau)}\|x\| \qquad (5)$$

Тоді розв'язок рівняння (3) має вигляд $x(t) = U(t,s)x(s)$. При виконанні стандартних умов [2] існує єдиний з точністю до стохастичної еквівалентності розв'язок стохастичного рівняння, яке безпосередньо описує випадкове збурення процесу. Таким рівнянням є:

$$\xi(t) = \xi(t_0) + \int_{t_0}^{t} a(s,\xi(s))ds + \int_{t_0}^{t} b(s,\xi(s))dw(s) + \int_{t_0}^{t}\int_H f(s,\xi(s),z)\Pi(dz)ds \qquad (6)$$

Цей розв'язок породжує сім'ю стохастичних еволюційних операторів за формулою $\xi(t) = S(t,s,\xi(s)) = S(t,s)\circ\xi(s)$. Згідно з теорією еволюційних рівнянь розв'язок неоднорідного рівняння (4) має вигляд

$$x(t) = U(t,t_0)x_0 + \int_{t_0}^{t} U(t,s)a(s,x(s))ds + \int_{t_0}^{t} U(t,s)b(s,x(s))dw(s) + \int_{t_0}^{t}\int_H U(t,s)f(s,x(s),z)\Pi(dz)ds$$

Це рівняння породжує сім'ю стохастичних еволюційних операторів за формулою $x(t) = V(t,s,x(s)) = V(t,s)\circ x(s)$. Розглянемо розбиття відрізку $[t_0,\theta]$ точками $t_0, t_1, \ldots t_k, t_{k+1}, \ldots t_n = \theta$. На кожному елементарному відрізку $[t_k, t_{k+1}]$ розв'яжемо відповідні рівняння та розглянемо добуток розрішаючих операторів $U(t_{k+1},t_k)S(t_{k+1},t_k)\circ x(t_k)$. Має місце наступна теорема.

Теорема. В умовах існування єдиного розв'язку стохастичного рівняння (6) і при виконанні (5), існує єдиний з точністю до стохастичної еквівалентності

розв'язок диференціального рівняння (4), який допускає представлення у вигляді

$$x(t) = p - \lim_{n\to\infty} \prod_{k=0}^{n} U(t_{k+1}, t_k) S(t_{k+1}, t_k) \circ x(t_k) \qquad (7).$$

Доведення цієї теореми базується на перевірці умов еквівалентності двох мультиплікативних представлень [3]. Розв'язок вигляду (7) можна інтерпретувати, як наближений. Оскільки це представлення дає змогу покроково розв'язувати не повне рівняння, а окремо – його детерміновану і випадкову частини, що в свою чергу полегшує дослідження.

Література.

[1]. Лыков А.В. Тепломассообмен (справочник). М.,Энергия,1971. – 560 с.

[2]. Гихман И.И., Скороход А.В. Теория. случайных процессов, т. 3. Изд. Наука, М,1973г.

[3]. Белопольская Я.И., Наголкина З.И. О мультипликативных представлениях решений нелинейных стохастических уравнений, сб: Вероятностные распределения в бесконечномерном пространстве, К.,Наукова думка,1978.

Аннотация.

Исследуются некоторые приближенные решения стохастического уравнения, которое моделирует процессы тепломассопереноса со случайным возмущением, возникающие в задачах надежности строительных конструкций.

Annotation.

Some approximate solutions of the heat and mass transfer equation with random fluctuations are considered. This equation uses in the reliability assesments of the building constructions.

УДК 624.074.04

Нікітюк Ю.В., к. т. н., доцент Пасічник Р.В.,
Луцький національний технічний університет

ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

У статті розглянуто особливості обстеження бетонних і залізобетонних конструкцій. Наведені основні методи визначення технічного стану залізобетонних конструкцій. Споруда для дослідження – ротонда.

Ключові слова: *залізобетонні конструкції, обстеження, знос, технічний стан, експлуатація, показники експлуатаційної придатності, граничні стани.*

Вступ. Будівельні конструкції, як і усі складні системи, під час своєї експлуатації зазнають діїнавколишнього середовища (у вигляді навантаження та впливу самого середовища) та піддаються при цьому зносу. З іншого боку, до будь-якої конструкції пред'являються певні вимоги, порушення яких робить процес експлуатації або неможливим, або вносить в нього певні відхилення, тобто унеможливлюється їхнормальна експлуатація. Для визначення придатності до нормальної експлуатації конструкцій або необхідності ремонту, відновлення, підсилення чи обмежень в експлуатації, як окремих конструкцій, так і будівель в цілому необхідно уміти визначати технічний стан, для цього проводять обстеження технічного стану будівельних конструкцій.

Загальною метою обстежень технічного стану будівельних конструкцій є виявлення ступеня фізичного зносу, причин, які обумовлюють їх стан, фактичної працездатності конструкцій і розробка заходів щодо забезпечення їх експлуатаційних якостей. Очевидно, що обстеження будівель і споруд повинні виконуватися спеціалізованими організаціями та фахівцями, що володіють знаннями в самих різних областях будівельної науки, а також знають особливості технологічних процесів у виробничих будівлях.

Роботи з проведення обстеження доцільно виконувати поетапно:

- Ознайомлення зі станом конструкцій будівель і складання програми обстежень;
- Попереднє обстеження конструкцій будівлі;
- Детальне технічне обстеження для встановлення фізико-технічних характеристик конструкцій;
- Визначення міцності, а в необхідних випадках - жорсткості і тріщиностійкості конструкцій;
- Оцінка технічного стану конструкцій за результатами обстеження та умов експлуатації конструкцій об'єкта (наявність температурних впливів,

динамічних ударних навантажень, дотримань умов забезпечення просторової жорсткості і стійкості каркасу, оцінка стану грунтів основи);

- Попереднє виявлення конструкцій, що мають небезпечні дефекти, пошкодження і деформації, що знаходяться в аварійному стані, з видачею пропозицій щодо проведення першочергових протиаварійних заходів;
- Визначення безпечного способу доступу до конструкції (використання мостового крана, технологічних майданчиків, влаштування необхідних лісів, риштування, пристосувань, необхідність відключення енергоносіїв, аж до часткової або повної зупинки виробництва);
- Розробка в разі потреби заходів щодо забезпечення експлуатаційних вимог до обстежуваним будівлям [4].

Розроблені методи оцінювання технічного стану окремих конструкцій та будівель і споруд в цілому, а також основи розрахунку їх на надійність дають базу для розроблення загальної методології оцінювання технічного стану залізобетонних конструкцій, будівель та споруд.

В якості об'єкта розглянемо споруду в цілому. Виходячи з цього, до кожної (споруди) залежно від ряду факторів, а саме: призначення; нормативний термін експлуатації;матеріали, з яких виготовлені окремі конструкції; технологічного процесу; впливу навколишнього середовища, тощо, пред'являються певні вимоги для виконання спорудою функціонального призначення на проектний термін експлуатації.

Усі ці вимоги визначаються на стадії проектування та складають сукупність показниківексплуатаційної придатності (ПЕП). Виходячи з цього, всі показники експлуатаційної придатності рекомендується розділяти надві групи:

1- показники експлуатаційної придатності, перевищення яких призводить до руйнування конструкції (системи).

2- показники експлуатаційної придатності, перевищення значень яких вище ніж допустимі не призводить до руйнування конструкції, але унеможливлює нормальну експлуатацію їх.

Часто показники експлуатаційної придатності,віднесені до першої чи другої їх групи, співпадають з вимогами, які пред'являються до першої та другої групи граничних станів. Таке співпадіння найчастіше має місце для несучих конструкцій, але воно не є обов'язковим. Пропонується скоротити число технічних станів окремих конструкцій та будівель (споруд) в цілому до трьох:

І - задовільний. При цьому показники експлуатаційної придатності як першої, так і другої груп не перевищують своїх граничних значень.

Конструкції, які можуть бути віднесені до цього стану, відповідають вимогам розрахунків за I та II групою граничних станів;

II - непридатний до нормальної експлуатації. Деякі (або усі) ПЕП другої групи перевищують свої граничні значення, а показники експлуатаційної придатності першої групи не перевищують відповідних граничних значень. Конструкції, які мають цей технічнийстан, не відповідають вимогам, що пред'являються за II групою граничних станів, алевідповідають вимогам міцності (вимогам за I групою граничних станів);

III - аварійний, якщо один з показників експлуатаційної придатності першої групи перевищив своє граничне значення. Конструкціїне відповідають вимогам за I (або за I і II)групою граничних станів.

В ході експлуатації параметри будівельних конструкцій, природно, змінюються. Характер зміни окремих показників експлуатаційної придатності носить різноманітний характер. Для прикладу розглянемо ротонду, що знаходиться в парку культури та відпочинку ім. Лесі Українки в м. Луцьку(рис.1).

Рис.1. Загальний вигляд літнього театру в парку культури та відпочинку ім. Лесі Українки у м. Луцьку

Особливості обстеження бетонних і залізобетонних конструкцій. Ефективність захисних покриттів при впливі на них агресивної виробничого середовища визначається станом бетону конструкцій після видалення захисних покриттів.

1. У процесі візуальних обстежень проводиться орієнтовна оцінка міцності бетону. У цьому випадку можна використовувати метод простукування поверхні конструкції молотком масою 0,4-0,8 кг безпосередньо по очищеній ділянці бетону або по зубилу, встановленому перпендикулярно до поверхні елемента. При цьому для оцінки міцності приймають мінімальні значення, отримані в результаті 10 ударів. Більш дзвінкий звук при простукуванні відповідає більш міцному і щільному бетону.

2. При наявності зволожених ділянок і поверхневих висолів на бетоні конструкції визначають величину цих ділянок і причину їх появи.

3. Результати візуального огляду залізобетонних конструкцій фіксують у вигляді карти дефектів, нанесених на схематичні плани або розрізи будівлі або складають таблиці дефектів з рекомендаціями щодо класифікації дефектів і пошкоджень з оцінкою категорії стану конструкцій [4].

Контрольними параметрами для залізобетонних конструкцій є: геометричні розміри, ширина розкриття тріщин; вид арматури; прогини; товщина захисного шару бетону; міцність бетону конструкцій; проникність бетону; лужність бетону; морозостійкість бетону; діаметри, кількість і розташування арматури; міцність арматури; стан стиків або вузлів збірних конструкцій. Основними контрольованими параметрами дефектів і пошкоджень залізобетонних конструкцій є: ширина розкриття та глибина тріщин, їх розташування і характер; розміри і розташування відколів з оголенням і без оголення арматури; ступінь пошкодження арматури та стан її зчеплення з бетоном; ступінь пошкодження закладних деталей і стан стиків і вузлів сполучень збірних конструкцій; розміри і глибина просочення нафтопродуктами; глибина перетвореного шару бетону; температура нагріву бетону при пожежі.

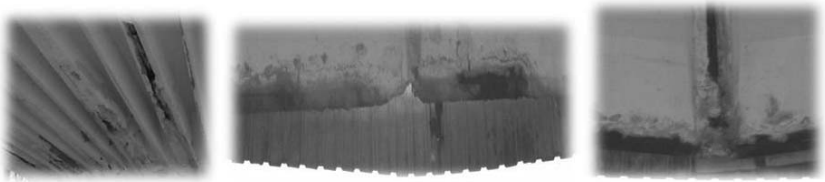


Рис. 2. Корозія бетону на зовнішньому кільці ротонди та в місцях стикування збірних елементів

Відомо, що в кислотному середовищі складові цементного каменю, що містять кальцій, вступають у реакцію з кислотою з утворенням при цьому гіпсу. Такий бетон практично не має міцності, тому прореагований шар повинен бути виключений з розрахунків. На (рис.3) наведений характер зміни площі бетонної призми, що знаходиться під дією навантаження та випробовувався за стандартною методикою в середовищі 10% розчину сірчаної кислоти [6].

Аналогічний (затухаючий) характер носить і зміна швидкості корозії арматури. При цьому продукти корозії є перешкодою для впливу середовища та активність корозії з часом (за постійності умов) зменшується. Однак тут треба мати на увазі, що за однакової глибини корозії в арматурних стержнях площа, а значить і несуча здатність, зменшується непропорційно.

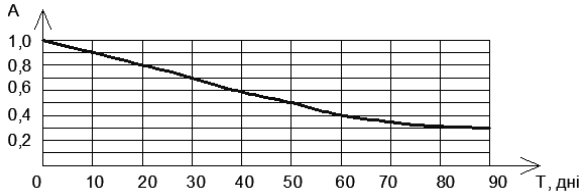


Рис.3. Зниження несучої здатностібетонних призм в агресивному середовищі.

За умови розгляду інтегрального показника (наприклад, несучої здатності залізобетонного елемента або ймовірності його відмови) виявляється, що його зміну в часі можна описати гладкою випуклою кривою другого порядку (рис. 4)

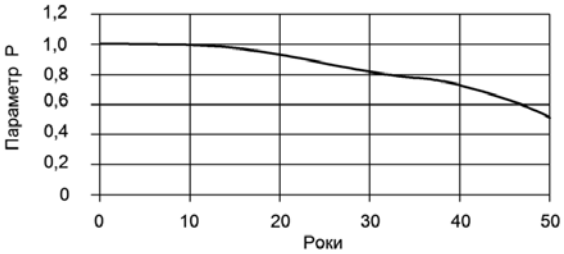


Рис.4. Зміна параметру, що досліджується, з часом

$$P(t) = P_0 - a \times (t - t_0)^2 \qquad (1),$$

де P_0 - значення характеристики на момент виміру,

t_0 - момент часу виміру,

t - час,

$P(t)$ - значення характеристики на момент часу

a - параметр, що характеризує швидкоплинність зміни характеристики *P(t)*.

Характер зміни, описаний кривою (рис. 4), аналогічний кривій зносу складних систем, що певною мірою підтверджує правильність опису кривої. Отримувати таку залежність будемо на підставі трьох обстежень конструкцій, рознесених у часі. Кожне наступне обстеження вносить корективи у форму кривої експлуатації, змінюючи параметр у виразі (1).

Крива на (рис.4) описує знос системи, що не обслуговується. У випадку, якщо до конструкції застосовувалися зовнішні впливи у вигляді поточного (коли характеристики окремих показників експлуатаційної придатності не поліпшуються, а лише зменшується швидкість їх погіршення) чи капітального ремонтів або реконструкції (коли окремі показники експлуатаційної придатності поліпшуються) крива експлуатації буде мати інший вигляд (рис. 5). Математичних ускладнень з описом кривої в даному випадку немає.

Методологічною основою процесу переходу від апріорної інформації, формалізованою у вигляді апріорного розподілу, до апостеріорної шляхом додавання отриманих дослідним шляхом нових даних про роботу системи є метод Байєса. Процес цей представляє, власне кажучи, уточнення початкових уявлень про властивості об'єкта на підставі результатів, отриманих в процесі спостереження, тобто накопичення інформації.

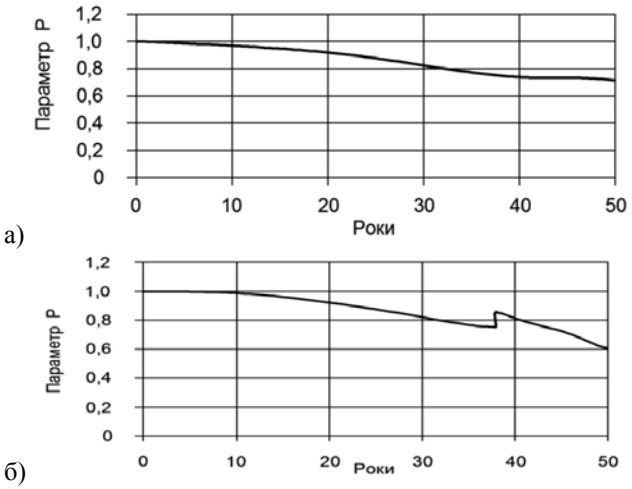


Рис. 5. Зміна параметра P при: а - поточному ремонті;
б - капітальному ремонті (реконструкції)

Висновки. Запропоновані методи оцінювання технічного стану залізобетонних конструкцій, по-перше, зменшують кількість технічних станів та формалізують процес їх визначення у кожному конкретному випадку. По-друге, дають можливість описувати процес експлуатації на підставі отриманих в ході експерименту даних і уточнювати його в ходіспостережень. Все це призводить до більш достовірного оцінювання технічного стану залізобетонних конструкцій, а значить, і до прийняття своєчасних адекватних заходів щодо їх нормальної експлуатації. При цьому слід враховувати, що на рівень технічного стану впливають зміна умов експлуатації, функціонального призначення споруди, нормативних вимог. Особливу групу складають об'єкти, що знаходяться на стадії незавершеного будівництва, тривалий час не експлуатуються, "законсервовані" і т.п. У процесі експлуатації будівель внаслідок різних причин відбуваються фізичний знос будівельних конструкцій, зниження і втрати їх несучої здатності, деформації як окремих елементів, так і будівлі в цілому. Для розробки заходів щодо відновлення експлуатаційних

якостей конструкцій, необхідно проведення їх обстеження з метою виявлення причин передчасного зносу зниження їх несучої здатності.

Список використаних джерел

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держкомітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Держнаглядохорони праці України. - К .,1997. -145 с.
2. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій: Монографія. -Полтава: Полтавський НТУ і м. Юрі я Кондратюка,2004. - 320 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-223:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 16 с.
4. СП-13-102-2003. Правила обстеження несучих будівельних конструкцій будівель і споруд. М: ФГУП ЦПП, 2003.
5. Селезньов В.С. та ін Спосіб визначення фізичного стану будівель і споруд, Патент РФ № 2140625, G01M7/00, 1998.
6.http://donnasa.edu.ua/publish_house/journals/spgs/20062/08_klimenko_dorofeev.pdf

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности обследования бетонных и железобетонных конструкций. Приведены основные методы определения технического состояния железобетонных конструкций. Сооружение для исследования - ротонда.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, обследование, износ, техническое состояние, эксплуатация, показатели эксплуатационной пригодности, предельные состояния.

ANNOTATION

This article surveys the features of concrete and reinforced concrete structures. Consider the basic methods of technical condition of concrete structures. Building for research - rotunda.

Keywords: concrete structures, survey, depreciation, technical condition, operation, serviceability parameters, boundary conditions.

УДК 624

Нікітюк Ю.В., Шевченко С.Ю., Струк О.О.,
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА СПОСОБИ ЇХ ЗМІЦНЕННЯ

Розглянуто основні причини та ознаки руйнування фундаментів. Виконано вибір і порівняння декількох методів зміцнення старих фундаментів та наведено поради для будівництва нових.

Ключові слова: *фундамент, тріщина, руйнування, проектування, бетон, будівельні роботи.*

Одним з найважливіших процесів у будівництві є закладання фундаменту. Для того, щоб гарантувати міцність та тривалу експлуатацію будівлі, необхідно виконати всі роботи з улаштування фундаменту точно та грамотно, виконуючи усі технологічні вимоги. Проте, ніщо не є вічним та ідеальним, тому з плином часу навіть самий якісний фундамент може руйнуватися. Для того, щоб конструкція остаточно не втратила міцності та цілісності необхідно негайно встановити причину та запобігти руйнуванню.

До основних причин руйнування фундаменту можна віднести: порушення будівельних норм; порушення технології виконання будівельних робіт; неправильний вибір типу і розмірів фундаменту на стадії проектування; неправильний вибір будівельних матеріалів або їх пропорції; погана якість сировини або її надмірна економія; природні явища, що призводять до руху ґрунту; зволоження та набухання грунту та зміна рівня ґрунтових вод; зовнішні або внутрішні вібраційні впливи; відсутність гідроізоляційного шару; недостатнє армування фундаменту; фундамент не може сприйняти всі навантаження, що діють на будівлю; неграмотне проведення геологічного дослідження ґрунту; проведення біля фундаменту земляних робіт, прокладання комунікацій, зведення поблизу нових будинків; збільшення ваги будівлі за рахунок добудови поверху, зведення мансарди, зміни даху, а також виконання фасадних робіт з використанням важких будівельних матеріалів; неправильна експлуатація будинку або споруди.

Проте, головна причина руйнування фундаменту – вода. Бетон вбирає вологу, яка при замерзанні розширює його пори, а при потеплінні тане. Збільшені отвори заповнюються новою вологою, і все повторюється спочатку. У міжсезоння цей процес відбувається досить часто, ризик руйнування підошви збільшується, тому необхідно подбати про дренажну систему і теплоізоляцію, інакше з часом будь-який, навіть найміцніший фундамент зруйнується.

Навіть якщо технологія будівництва не була порушена і використано якісні матеріали та правильну технологію зведення, то, на жаль, і це не може стати гарантією того, що після зими у фундаменті не з'являться тріщини. Причина цьому – усадка бетону, просідання ґрунту. Усадкові тріщини, як правило, горизонтальні, утворюються на новому бетоні, повторюються приблизно через рівну відстань і мають порівняно невелике розкриття (до 2 мм). Просадні (вертикальні) тріщини з'являються в результаті закономірних процесів набухання ґрунтів при їх зволоженні. Вони утворюються як на новому, ще ненавантаженому фундаменті, так і на вже усталених конструкціях. Як правило, ці розколи поодинокі, мають поступово звужене розкриття, яке вказує на місце вигину фундаменту [1].

Перші ознаки руйнування фундаменту поділяють на явні і приховані. До явних ознак деформації відносять тонкі тріщини, які з'являються на цоколі, а також безпосередньо на стінах будівлі, будь-які ознаки руйнування оздоблення, часткові обвалення будівлі, а також руйнування деяких ділянок фундаменту. Виявити приховані ознаки руйнування не так легко, як явні. Для їх діагностики використовується спеціальне обладнання. Але якщо провести ретельний огляд фундаменту, то виявити їх все-таки можливо. Щоб продовжити термін експлуатації фундаменту і будівлі в цілому, потрібно періодично оглядати фундамент, стіни, а також елементи оздоблення будинку.

Для оцінки стану та інтенсивності руйнування фундаменту потрібно поспостерігати за тріщиною протягом 15-20 днів: встановити на неї «маячок», що являє собою звичайний круглий пласт з гіпсу, піщано-цементного розчину або наклеєного паперу. Такі мітки допоможуть відстежити збільшення розкриття тріщини. Перевірити, чи відбувається подовження тріщини, можна, періодично заміряючи її лінійкою. Якщо смужка розірвалася, значить, тріщина розширюється. Отже, таке пошкодження становить підвищену небезпеку. А це означає, що треба невідкладно приступати до ремонту фундаменту. Якщо ж протягом тривалого часу стрічка не рветься, то можна робити висновок, що кладка стабілізувалася. У такому випадку можна уникнути серйозного ремонту. При цьому буде цілком достатньо зволожити і заповнити тріщини цементним розчином. Відновлення фундаменту – досить трудомісткий і дорогий процес, оскільки необхідно не лише повернути міцність і стійкість, а й зберегти будівлю в первісному вигляді, не порушивши при цьому систем комунікацій, а також не допустити навіть найменшого його руйнування.

Деформація фундаменту будинку може бути різної складності, інтенсивності та масштабності. Виходячи з цього, фахівці в цій області шляхом досліджень вирішують, який саме ремонт потрібен певній ділянці або

фундаменту взагалі. Існують такі складні деформації, при яких рекомендується побудувати зовсім новий фундамент [2].

Посилення фундаменту будинку – необхідність, з якою люди стикаються з давніх часів. Ще майже 150 років тому були закладені перші наукові основи проведення таких робіт. Це зробив в 1889 році Н.І. Де-Рошефор – російський інженер і архітектор. У своїй книзі «Урочні положення» він дуже докладно розглянув різні способи зміцнення фундаменту. За минулі роки вони мало змінилися. За основу береться принцип збільшення площі, на яку спирається будівля. Але тепер з'явилися нові матеріали, яких не було раніше. Це бетон і залізобетон [3]. Крім того, завдяки сучасним технологіям, з'явилися й інші способи зміцнення фундаменту цегляного будинку. Наукові дослідження в цій області продовжуються досі. У XXI столітті наука працює у двох напрямках: розвиток традиційних способів посилення; розробка інноваційних методів, пов'язаних з примусовою зміною властивостей ґрунту [3].

Для забезпечення безпеки проведення робіт потрібно дотримуватися певних вимог. У разі необхідності провести відкриття фундаменту. Робити це потрібно тільки з одного боку. Закінчивши роботу з однієї сторони можна переходити до наступної. Посилення проводять невеликими ділянками – захватками довжиною не більше 3 м. Роботи на наступному відрізку потрібно починати не раніше 7 днів після завершення робіт на попередній ділянці.

Розглянемо декілька способів зміцнення фундаментів:

1. Зміцнення торкретбетоном. Для посилення поверхні, яка була ослаблена через випадання частин розчину, застосовують торкретування. Воно не тільки підсилює конструкцію, але також підвищує її водонепроникність. Для цього вздовж фундаменту проривають траншею шириною 1 – 2 м. Очищають кладку. За допомогою перфоратора або відбійного молотка роблять на ній додаткові насічки (вони потрібні для збільшення адгезії бетону). Крім того, можна встановити армуючу сітку, вона дозволить зробити всю конструкцію ще міцнішою. Далі на поверхню методом торкретування наносять бетон. Робиться це за допомогою бетонної гармати.
2. Посилення фундаменту «залізобетонною сорочкою». Так називають обойму із залізобетону, яка опирається на обтиснутий ґрунт. З її допомогою можна підсилити не тільки підземну конструкцію, але й частину стіни. Причому, це може бути як зовнішня стіна, так і внутрішня, розташована в підвалі, між підлогою і верхнім перекриттям. Інструкція з проведення такої роботи виглядає наступним чином: фундамент обкопують з вулиці до самої основи; бетон чистять, щілини розшивають, а сам фундамент свердлять наскрізь, щоб потім вставити в ці отвори арматурні стержні; до виступаючої частини стержнів приварюють арматурний каркас і замонолічують бетоном;

виставляють опалубку і заливають її. Ділянка має бути не менша одного метра по довжині фундаменту. У підсумку виходить конструкція, здатна серйозно збільшити несучу здатність.

3. Встановлення захисних стінок із цегли. Першим кроком для цього служить виїмка ґрунту біля фундаменту на глибину приблизно 1м; очищається деформована область підошви; наявні пошкодження закладають цементним розчином; влаштовують гідроізоляцію; з цегли викладають захисну «сорочку»; наявну виїмку закладають жирною глиною.

4. Цементація. Її використовують у тих випадках, коли монолітність кладки порушена по всій її товщині. Для застосування даного способу в ґрунті і у фундаменті роблять отвори. Через них за допомогою спеціальних пристроїв під високим тиском подається рідкий бетон, який не тільки заповнює отвори, а ще й утворює напливи. Завдяки цьому підвищується міцність конструкції.

5. Метод розширення підошви. Це старий і перевірений спосіб зміцнення фундамент цегляного будинку. Для його реалізації, спочатку проводять розмітку конструкції на захватці. Далі розкопують фундамент. Роблять це по черзі, через захватку, щоб не допустити випирання грунту. Потім поверхню фундаменту чистять. Між цегляною стіною і фундаментом встановлюють металеві балки. До них приварюють поздовжні сталеві елементи. У ґрунт, який буде знаходитися під новим фундаментом, додають щебінь і добре втрамбовують, встановлюють опалубку і замонолічують бетоном.

6. Використання збірних залізобетонних відливів для фундаменту – інший спосіб зміцнення підошви. Процес виконання робіт включає: від фундаменту видаляють ґрунт; з одного та з іншого боку кладки ставлять збірні елементи; встановлені відливи стягують за допомогою стяжок - анкерів; зазор між верхом фундаменту і основною конструкцією зміцнюють арматурою і бетоном; проводиться зворотна засипка і трамбування ґрунту.

7. Технологія буроін'єкційних паль. Спосіб полягає у тому, щоб передати навантаження від споруди на буроін'єкційні палі. Це один з найсучасніших методів зміцнення, досить дорогий, і домашніми засобами його здійснити неможливо, зате в найскладніших випадках – це найкращий варіант. З двох сторін фундаменту бурять похилі свердловини потрібного діаметру і необхідної глибини; у ці отвори вставляють арматурні каркаси; в отримані порожнини методом ін'єкціювання невеликими порціями вливають бетон; подібним чином відбувається зміцнення і стрічкової підошви. Навколо неї попередньо викопують ґрунт, утворюючи при цьому пазухи; бурять конусні отвори і створюють буроін'єкційні палі; після тужавіння бетонного розчину саме палі починають сприймати більшу частину навантаження від цегляної стіни. На завершення, необхідно засипати пазухи ґрунтом.

Висновок: Проблеми з фундаментом будинку можуть виникнути з різних причин. Це помилки проектування, порушення технології виробництва, зміна стану ґрунту. Для того щоб вчасно встановити причину, яка може призвести до руйнування фундаменту, варто звернути увагу на такі основні ознаки:

1. На стінах або на цоколі починають з'являтися тріщини. Якщо вони досить довгі, то це свідчить про те, що відбувається нерівномірна усадка.
2. Цілісність оздоблення була порушена. Якщо відбувається часткове відшарування фундаменту, то це означає, що неправильно вибрано матеріал для зведення конструкції або ж використано неякісну сировину.
3. Якщо в підлоговому покритті з'явилися провали, то це говорить про те, що відбувається усадка, яка може бути викликана або технічними, або природними явищами.

Посилити основу будинку можна наступними способами: використання торкретбетону, розширення підошви, посилення залізобетонною сорочкою, пальовий спосіб та багато інших. Якщо ви тільки збираєтеся споруджувати будинок, то пам'ятайте, що помилка може коштувати надто дорого. Краще не допускати виникнення проблеми, ніж потім її вирішувати. Фундамент – це основа будівлі, тому потрібно приділити особливу увагу дослідженню ґрунту, на якому він буде влаштований, відведенню води, якості матеріалів, складанню проекту. Таким чином, зводячи фундамент, виконуйте всі будівельні норми. Під час роботи використовуйте тільки якісні будівельні матеріали.

Список використаних джерел

1. http://porady2vsim.blogspot.com/2014/03/blog-post_5383.html
2. http://economstroy.com.ua/stroypomochs/3201 oznakiruynuvanafundamenty.html
3. http://montagnik.com/bydivnuztvo/3257-yak-zmiznyty-fundament-zeglanogo-bydynky.html
4. http://montagnik.com/bydivnuztvo/2888-metody-posylena-fyndamentiv.html
5. http://itport.kiev.ua/prichini-rujnuvannya-fundamentu/

АННОТАЦИЯ

Исследование причин разрушения фундаментов и способы их укрепления. В данной статье рассмотрено основные причины и признаки разрушения фундаментов. Выполнено выбор и сравнение нескольких методов укрепления старых фундаментов и приведены советы для строительства новых.

Ключевые слова: фундамент, трещина, разрушение, проектирование, бетон, строительные работы.

ANNOTATION

Research the causes of destruction of foundations and how to strengthen them. In this paper we considered the main causes and signs of destruction of foundations. Selected and compared several methods of strengthening the foundations of the old and some tips for building new ones.

Keywords: foundation crack, fracture, design, concrete construction.

УДК 69.059

к.т.н., доцент Опанасюк И.Л., Данилов С.В.,
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»,
г. Могилев, Республика Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ НАГРУЖЕНИЯ УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

Рассмотрены способы нагружения усиленных железобетонных колонн. Приведены теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций для модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием при различных способах нагружения. Выполнен анализ результатов исследований и даны рекомендации по применению.

Ключевые слова: *способ нагружения, модель железобетонной колонны, стальная обойма усиления с обетонированием.*

Предпосылкой теоретических исследований явилось предположение о том, что несущая способность железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием может изменяться в зависимости от способа ее нагружения – по всему сечению усиления либо через её бетонное ядро [1–3].

Решение этой задачи выполнено с использованием метода конечных элементов [4], позволяющего учесть конструктивно-технологические особенности, характер взаимодействия элементов усиления и усиливаемой колонны и перераспределение нагрузок между ними.

Задача решалась в контактной постановке с учетом упругопластических характеристик материалов. Для исключения необходимости определения внутренних усилий в системе, передаваемые между её элементами, а также создания адекватного нагружения, были использованы конечно-элементные модели, сформированные объемными элементами. Исследуемая конструкция модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием приведена на рис. 1, а. Для сопоставления результатов также была создана модель железобетонной колонны, усиленной только обетонированием (рис. 1, б).

Для определения напряженного состояния элементов теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций вычислялись для моделей усиленных железобетонных колонн со следующими характеристиками.

Геометрические характеристики усиленной железобетонной колонны: сечение квадратное 400×400 мм; высота 3600 мм (рис. 1).

Характеристики бетона колонны [5, 6]: класс бетона С30/37; нормативное

сопротивление осевому сжатию f_{ck} = 30 МПа; нормативное сопротивление осевому растяжению f_{ctk} = 2 МПа; расчетное сопротивление сжатию f_{cd} = 20 МПа; расчетное сопротивление растяжению f_{ctd} = 1,33 МПа; модуль упругости $E_{cm} = 33\times10^3$ МПа; коэффициент поперечных деформаций (Пуассона) ν_c = 0,2; плотность – 2400 кг/м^3. Характеристики арматуры колонны: класс продольной арматуры S500, нормативное сопротивление $f_{yk}(f_{0,2k})$ = 500 МПа, расчетное сопротивление f_{yd} = 450 МПа; класс поперечной арматуры S240, нормативное сопротивление $f_{yk}(f_{0,2k})$ = 240 МПа, расчетное сопротивление f_{yd} = 218 МПа; модуль упругости арматуры $E_s = 2\times10^3$ МПа. Характеристики стали обоймы усиления [7]: R_y = 240 МПа; R_u = 360 МПа; $E = 2{,}06\times10^5$ МПа. Обетонирование конструкции усиления запроектировано из бетона аналогичного бетону усиливаемой колонны. Коэффициент трения стали по бетону – 0,45 [8].

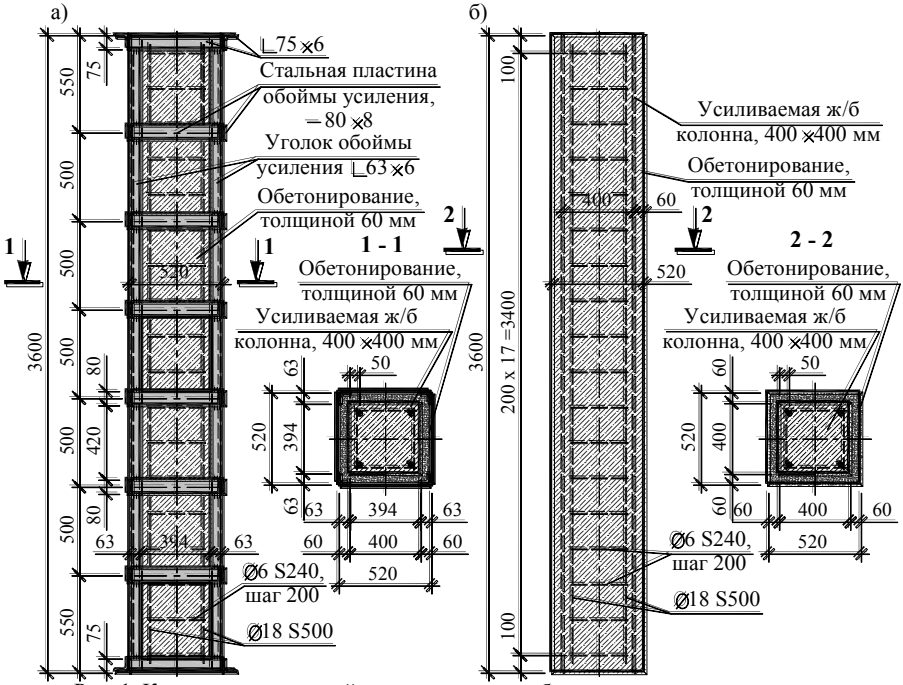


Рис. 1. Конструкции моделей усиленных железобетонных колонн: а – модель железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием; б – модель железобетонной колонны, усиленной только обетонированием

Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием проводилось двумя способами.

Способ 1. Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению (рис. 2). На рис. 3, приведена картина распределения эквивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций при данном способе нагружения при предельных нагрузках.

Способ 2. Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро, без нагружения стальной обоймы усиления (рис. 4). На рис. 5, приведена картина распределения эквивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций при данном способе нагружения при предельных нагрузках.

Для сопоставления исследуемых данных также проводилось нагружение модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием с аналогичными геометрическими и прочностными характеристиками (рис. 6). На рис. 7, приведена картина распределения эквивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций для данной модели усиленной железобетонной колонны при предельных нагрузках.

Исследование упругопластического деформирования моделей усиленных железобетонных колонн проводилось с использованием «пошагового» метода нагружения. С помощью данного подхода удалось получить зависимости результирующих деформаций и эквивалентных напряжений при различных способах нагружения, приведенных на рис. 8, 9.

Рис. 2. Схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению (способ 1)

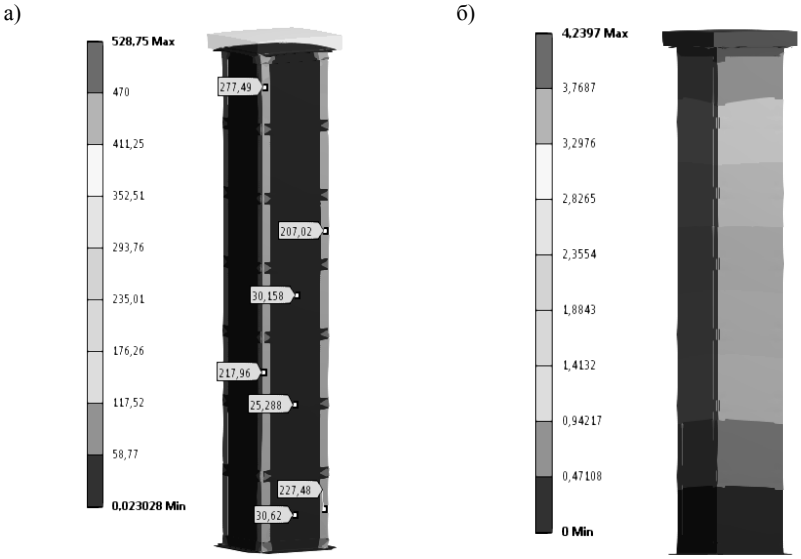


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений и результирующих деформаций при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению (способ 1):
а – эквивалентные напряжения, МПа; б – результирующие деформации, мм

Рис. 4. Схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро (способ 2)

а) б)

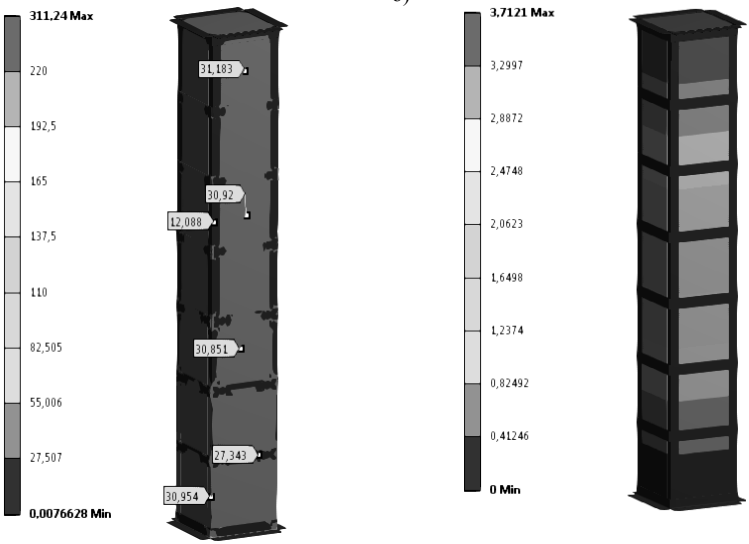


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений и результирующих деформаций при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро (способ 2):
а – эквивалентных напряжения, МПа; б – результирующие деформации, мм

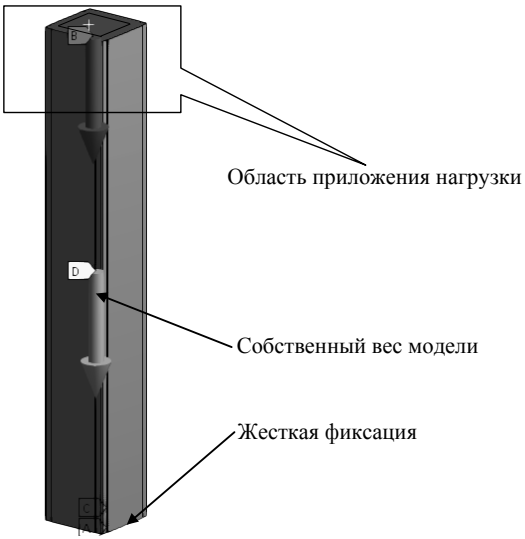


Рис. 6. Схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием

а) б)

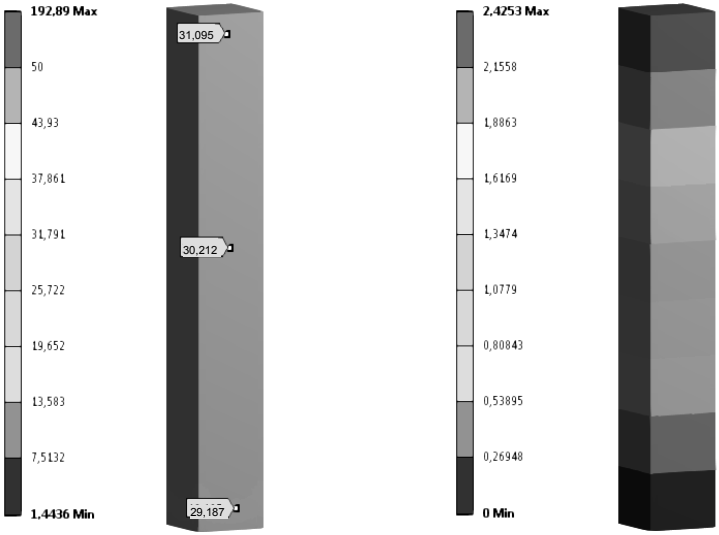


Рис. 7. Распределение эквивалентных напряжений и результирующих деформаций при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием:
а – эквивалентные напряжения, МПа; б – результирующие деформации, мм

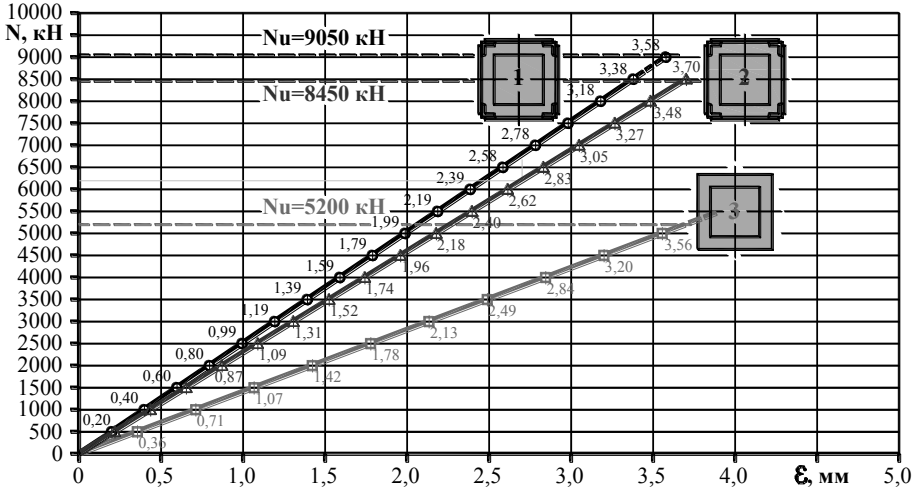


Рис. 8. Изменение результирующих деформаций с ростом нагрузки при различных способах нагружения: 1 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению;
2 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро; 3 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием

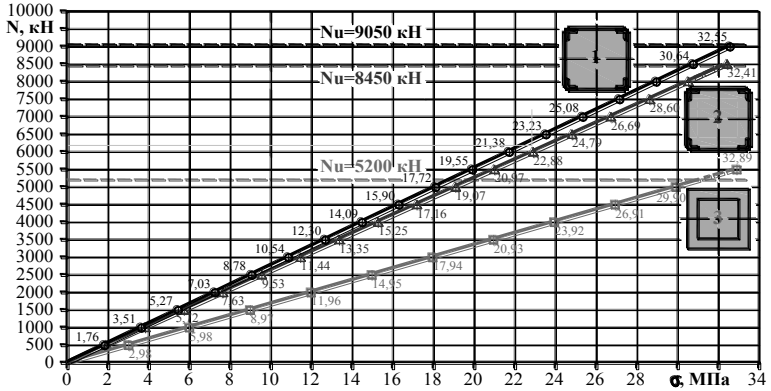


Рис. 9. Изменение эквивалентных напряжений с ростом нагрузки при различных способах нагружения: 1 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению;
2 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро; 3 – при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием

Анализ полученных результатов показал, что наибольшей несущей способностью обладает модель железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием при первом способе нагружения. При этом нагружении предельное напряженно-деформированное состояние наступает в усиленной модели колонны при достижении нагрузки *9050* кН, что на 74 % больше, чем при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием. Характер распределения эквивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций при данном способе нагружения представлены на рис. 3.

Исследования модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием при втором способе нагружения позволили установить, что предельное напряженно-деформированное состояние наступает при достижении нагрузки 8450 кН, что на 63 % больше, чем при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием. Деформирование бетонного ядра модели усенной колонны и стальной обоймы усиления происходило совместно на всех этапах нагружения. Характер распределения эвивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций при данном способе нагружения представлены на рис. 5.

При нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием предельное напряженно-деформированное состояние наступает при достижении нагрузки *5200* кН. на Характер распределения эквивалентных напряжений и развитие результирующих деформаций при

данном способе нагружения представлены на рис. 7.

Сравнение деформации по высоте исследуемой модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием при различных способах нагружения дало возможность установить, что результирующие деформации в бетоне больше у нагружаемого оголовка модели, а к опоре модели они уменьшаются (рис. 3, 5, 7). Изменение поперечных деформаций, установленных внутри бетонного ядра, имеет скачкообразный характер, что свидетельствует об образовании в бетоне микро- и макротрещин. Поперечные деформации бетона и стальной обоймы усиления практически совпадают, что говорит о совместной их работе.

Анализ полученных зависимостей (рис. 8, 9) при различных способах нагружения позволил установить, что при небольших нагрузках стальная обойма усиления деформируется упруго, а в бетоне начинают проявляется пластические деформации. С возрастанием нагрузки в бетоне образуются микротрещины, увеличивается боковое давление на стальную обойму. При дальнейшем росте нагрузок напряжения в стальной обойме достигают предела текучести, в бетонном ядре продолжается процесс трещинообразования в плоскостях, параллельных плоскости действующего усилия. Некоторое превышение напряжений предела текучести в элементах стальной обоймы усиления обусловлено наличием концентратов напряжений (ввиду пластического деформирования стали в зонах концентрации и как следствие перераспределения напряжений их можно не учитывать). В таком состоянии исследуемая модель железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием способна воспринимать возрастающую нагрузку, хотя при этом наблюдаются весьма значительные деформации. Наряду с этим, результирующие деформации в случае нагружения модели колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению при одних и тех же нагрузках ниже, чем в случае нагружения рассматриваемой модели на бетонное ядро, а также при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием.

Таким образом, результаты проведенных теоретических исследований позволили установить, что при передаче нагрузки только на бетонное ядро модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием (второй способ нагружения), разрушающая нагрузка составила *8450* кН, что на 63 % больше, чем при нагружении модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием. При передаче нагрузки на все сечение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием (первый способ нагружения), разрушающая нагрузка составила *9050* кН, что на 7 % больше, чем при передаче нагрузки на

бетонное ядро исследуемой модели железобетонной колонны (второй способ нагружения), и на 74 % по сравнению с моделью железобетонной колонны, усиленной только обетонированием. Таким образом, происходит перераспределение усилий в сечении исследуемой модели железобетонной колонны с бетона на упругоработающую стальную обойму усиления.

Результаты выполненных исследований способов нагружения железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием, свидетельствуют о том, что наиболее эффективным является первый способ нагружения – приложение нагрузки по всему сечению усиления одновременно на бетонное ядро и стальную обойму усиления.

Список использованных источников

1. Стороженко, Л.И. Расчет трубобетонных конструкций / Л.И. Стороженко, П.И. Плахотный, А.Я. Черный. – Киев : «Будівэльнык», 1991. – 120 с.
2. Баташев, В.М. Прочность, трещиностойкость и деформации железобетонных элементов с многорядным армированием / В.М. Баташев. – Киев, 1978. – 120 с.
3. Барашиков, А.Я. Расчет железобетонных конструкций на действие длительных переменных нагрузок / А.Я. Барашиков. – Киев, 1977. – 156 с.
4. Бондаренко, В.М. Инженерные методы нелинейной теории железобетона / В.М. Бондаренко, С.В. Бондаренко. – М. : Стройиздат, 1982. – 288 с.
5. Бетонные и железобетонные конструкции (с изменениями) : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 01.07.03. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2003. – 144 с.
6. Бетоны. Классификация. Общие технические требования : СТБ 1310-2002. – Введ. 09.07.01. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2001. – 13 с.
7. Нормы проектирования. Стальные конструкции : СНиП II-23-81*. – Введ. 14.08.81. – М : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.
8. Нормы проектирования. Каменные и армокаменные конструкции : СНиП II-22-81. – Введ. 31.12.81. – М : Стройиздат, 1983. – 40 с.

АНОТАЦІЯ

Розглядаються способи завантаження підсилених залізобетонних колон. Наведені теоретичні значення еквівалентних напружень і результуючих деформацій для моделі залізобетонної колони, підсиленої сталевою обоймою з обетонуванням при різних способах навантаження.

Ключові слова: спосіб навантаження, модель залізобетонної колони, сталева обойма підсилення з обетонуванням.

ANNOTATION

The methods of loading of reinforced concrete columns. The theoretical values of equivalent stresses and strains Resultant-RATE model for reinforced concrete columns reinforced with steel clip with concreting at various ways of loading. The analysis of the research results and recommendations for use.

Keywords: way to load model concrete columns, steel reinforcement.

УДК 69.059

Опанасюк И.Л., к.т.н., доцент, Силин Р.В., инженер
(ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь)

СПОСОБЫ АНКЕРОВКИ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ К ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КОЛОННАМ

Аннотация. Рассмотрены способы анкеровки опорных конструкций к железобетонным колоннам. Приведены теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций для модели железобетонной колонны с навесной опорной обоймой при различных способах анкеровки обоймы. Выполнен анализ результатов исследований и даны рекомендации по применению.

Ключевые слова: *способы анкеровки, модель опорной обоймы железобетонной колонны, стальная обойма.*

Работающие на центральное (и при малых эксцентриситетах) сжатие железобетонные конструкции имеют, значительный запас прочности сечения и по результатам расчета часто армируются только конструктивно. При восстановлении эксплуатационных качеств зданий и сооружений наличие такого запаса прочности у железобетонных колонн позволяет запроектировать и опереть на них элементы усиления через дополнительные опорные стальные столики. В литературе приводится большое количество технических решений узла опирания балочной конструкции на колонну при усилении.[1,2]. Все эти решения заведомо предполагают разрушение защитного слоя бетона рабочей арматуры, ее электродуговую сварку с устанавливаемыми опорным элементом и дополнительными нагрузками на арматуру, значительно превышающие расчетные.

Очевидно, что конструктивные решения, подобные приведенному на рис. 1, имеют тот недостаток, что передают на арматуру колонны усилия, отличающиеся от расчетных, нарушая расчетную схему работы арматуры в конструкции, и сопряжены с разрушением ее защитного слоя бетона и применением по ней сварки, что может повлечь пережег арматуры и ее коррозию, и как следствие снижение несущей способности колонны. Несущая способность таких конструктивных решений опорных элементов не может быть обеспечена расчетными методами, т.к. согласно типовой расчетной схеме закладной детали, приведенной на рис.2 [3] ее анкеры воспринимают изгибающий момент, поперечную силу и растягивающее усилие. продольная арматура железобетонных колонн на эти нагрузки не рассчитывается и не

может работать в виде анкеров навешиваемой на колонну опорной конструкции.

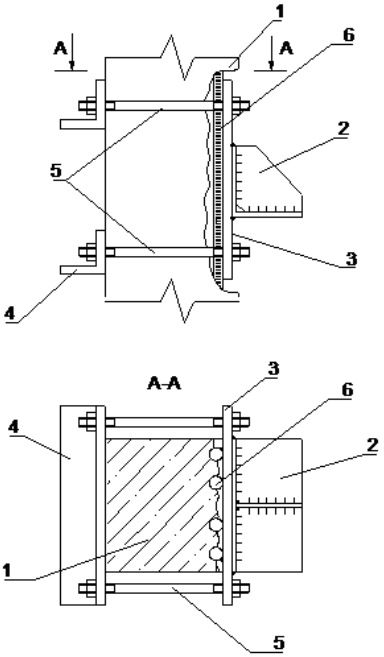


Рис. 1. Крепление опорных столиков к колоннам для опирания стеновых панелей: 1-колонна; 2-опорный столик из уголка с ребром жесткости; 3-пластина с отверстиями для болтов; 4-анкерный уголок-шайба; 5-стяжные болты; 6-обнаженная арматура колонны (после приварки пластины зачеканить цементно-песчаным раствором).

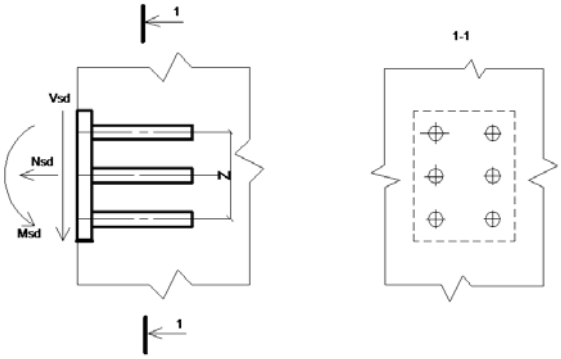


Рис. 2. Схема усилий, действующих на закладную деталь

С учетом расчетной схемы закладной детали нами предложены два варианта конструкции опорной обоймы, предназначенной для передачи усилий, возникающих в узлах опирания горизонтальных несущих элементов на колонны. Опорная обойма образована двумя стальными пластинами, расположенными на противоположных гранях колонны, соединенных стяжными болтами и установленными анкерами в виде стальных штырей (вариант А, рис3) или стальных сегментов (вариант Б, рис.4). Фиксирование обоймы на теле колонны происходит за счет сил трения, пропорциональных усилию, создаваемому затяжкой работающих на разрыв стяжных болтов, а также за счет работающих на срез и смятие анкеров.

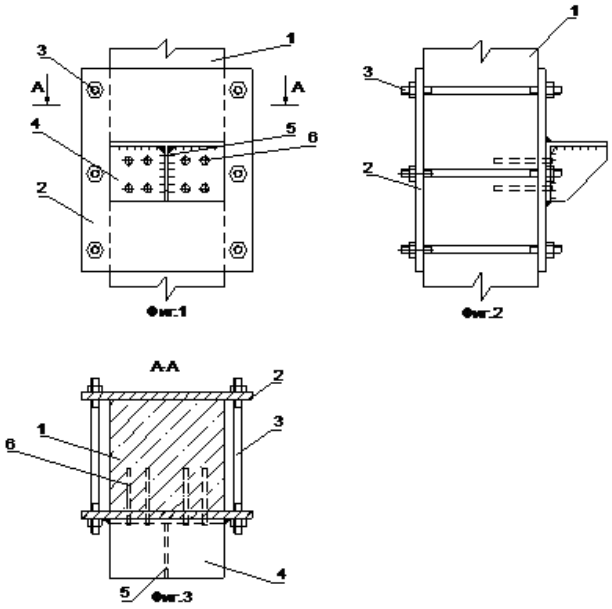


Рис. 3. Вариант А опорной обоймы
1-железобетонная колонна; 2-прижимная пластина; 3-стяжные болты; 4-опорный столик; 5-ребро жесткости; 6-стержневые анкеры.

Для определения несущей способности предлагаемых навесных анкерных опорных конструкций были проведены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния отдельных ее элементов, а именно: стяжных болтов, опорного столика, прижимных пластин, и анкеров методом конечных элементов.

Теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций вычислялись со следующими характеристиками железобетонной колонны [3,4]: сечение квадратное 400×400 мм; класс бетона $C^{30}/_{37}$; нормативное сопротивление осевому сжатию f_{ck} = 30 МПа; нормативное сопротивление осевому растяжению f_{ctk} = 2 МПа; расчетное сопротивление сжатию f_{cd} = 20 МПа;

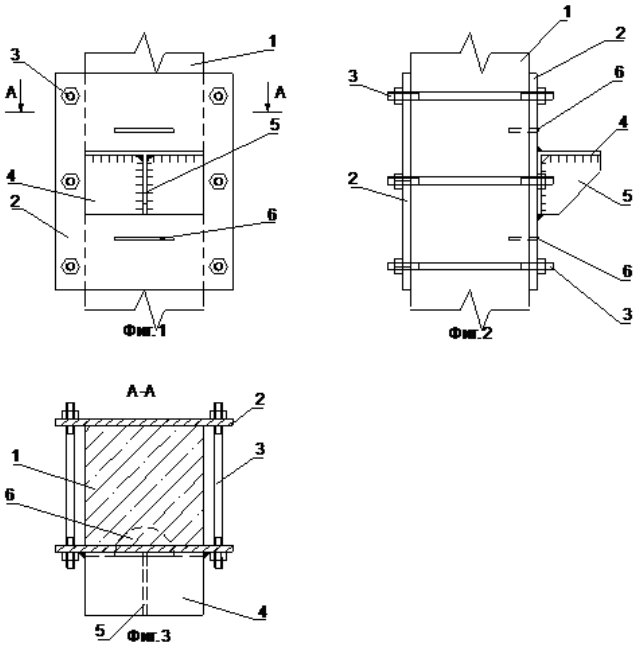


Рис. 4. Вариант Б опорной обоймы
1-железобетонная колонна; 2-прижимная пластина; 3-стяжные болты; 4-опорный столик; 5-ребро жесткости; 6-фиксирующие сегменты.

расчетное сопротивление растяжению f_{ctd} = 1,33 МПа; модуль упругости E_{cm} = 33×10^3 МПа; коэффициент поперечных деформаций (Пуассона) ν_c = 0,2; плотность – 2400 кг/м^3. Характеристики арматуры колонны: класс продольной арматуры S500, нормативное сопротивление $f_{yk}(f_{0,2k})$ = 500 МПа, расчетное сопротивление f_{yd} = 450 МПа; класс поперечной арматуры S240, нормативное сопротивление $f_{yk}(f_{0,2k})$ = 240 МПа, расчетное сопротивление f_{yd} = 218 МПа; модуль упругости арматуры $E_s = 2\times10^3$ МПа. Характеристики стали марки С235 прижимных пластин опорной обоймы и фиксирующих сегментов [5]: R_y = 230

МПа; R_u = 350 МПа; E = 2,06×10^5 МПа. Стяжные болты из стали марки С235[5]: R_{bt} = 185 МПа; E = 2,06×10^5 МПа.

По варианту А анкеры приняты в количестве 8 штук диаметром 16 миллиметров из арматуры класса S500. Стяжные болты приняты диаметром 20 миллиметров в количестве 6 штук. Прижимная пластина толщиной 20мм.

По варианту Б определены фиксирующие сегменты диаметром 210мм и толщиной 4мм изготовленные из листовой стали в количестве двух штук, установленные в прорезях прижимной пластины выше и ниже опорного столика.

На рисунках 5, 6 представлены картины распределения результирующих деформаций, и эквивалентных напряжений в элементах опорной обоймы (вариант Б).

а) б)

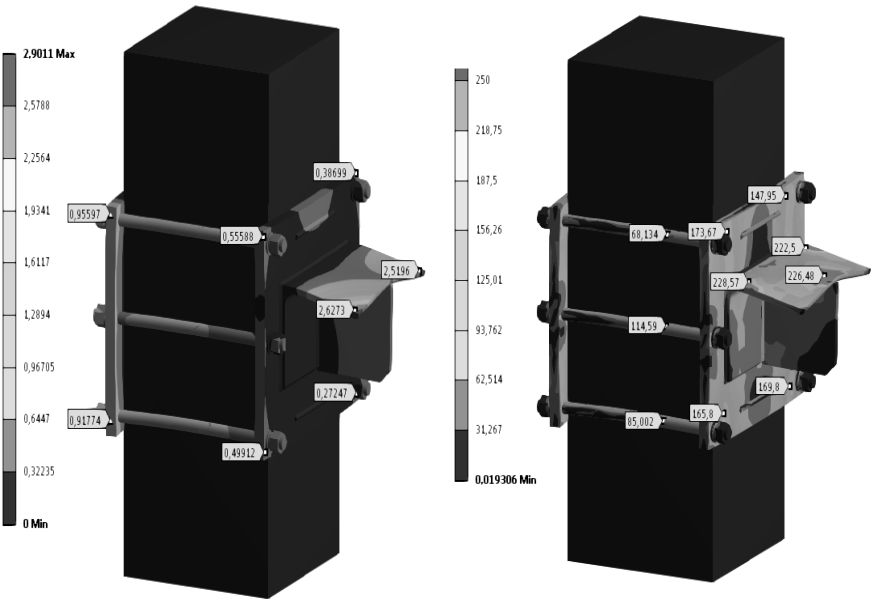


Рис. 5. Распределение результирующих деформаций и эквивалентных напряжений при нагружении модели опорной обоймы (Вариант Б): а – результирующие деформации, мм; б – эквивалентных напряжения, МПа

Аналогичные исследования выполнены для навесной опорной обоймы, выполеннной по варианту А. Полученные результаты свидетельствуют о том,

что наиболее загруженными являются средние стяжные болты. Зависимость воспринимаемых усилий анкерными элементами от усилий, создаваемых на стяжных болтах приведена на рис.7

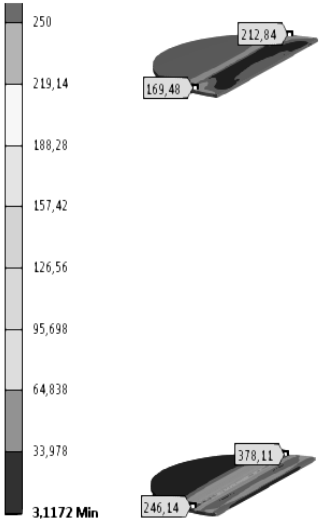


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений в фиксирующих сегментах опорной обоймы, МПа (Вариант Б).

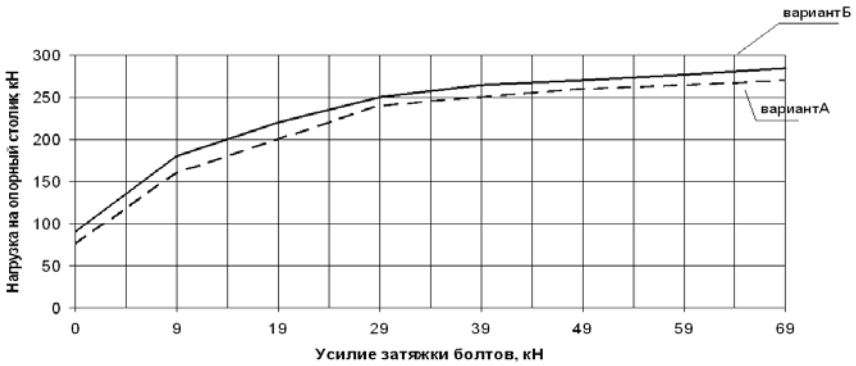


Рис.7. Зависимость нагрузки на опорный столик, при которой напряжения в анкерных сегментах достигли предела текучести, от усилия затяжки болтов для двух вариантов исполнения обоймы

Как видно из полученных результатов Вариант Б при практически равной площади поперечного сечения, работающих на срез анкерующих элементов обладает несколько большей несущей способностью чем вариант А. Несущая способность опорной обоймы может быть увеличена за счет увеличения числа стальных фиксирующих сегментов, размещаемых в теле колонны выше и ниже опорного столика, что с учетом очевидной технологичности данной конструкции опорной обоймы обеспечивает возможность ее практического применения.

Технологический процесс устройства стальной опорной обоймы железобетонной колонны включает: подготовку рабочего места, подготовку и подачу на рабочее место конструктивных элементов опорной обоймы, обеспечение рабочего места требуемым нормокомплектом механизированного и ручного инструмента, требуемыми материалами и устройствами, обеспечивающими безопасное производство работ. Работы предусматривают: установку на заданной проектной отметке элементов стальной опорной обоймы и ее временное закрепление к колонне с помощью стяжных болтов; сверление отверстий в теле бетона колонны (вариант А) или прорезание дисковой пилой в теле колонны щелевых отверстий под сегменты (вариант Б), установку в них на клеевом составе стальных анкеров или сегментов и после высыхания клеевых составов электродуговую сварку стальных анкеров с опорным столиком или сегментов с прижимной пластиной. После чего производят окончательную натяжку стяжных болтов.

Для реализации предлагаемого технического решения были проведены экспериментальные исследования по устройству опорной обоймы на железобетонную призму сечением 300х300 миллиметров. Элементы обоймы предварительно изготавливались в заводских условиях. Трудоемкость технологических процессов и операций, выполняемых при устройстве стальной опорной обоймы ж/б колонны приведены в таблице 1.

По результатам теоретических исследований и практических испытаний данная технология была применена при реконструкции складов на ОАО «Кричевцементошифер» (рис. 8) для анкеровки закладных деталей стальных ферм пролетом 36 метров.

Таблица 1

№ п/п	Наименование технологической операции	Порядок выполнения технологической операции	Трудоемкость работ, чел.часа
1	2	3	4
1	Разметка места установки опорной обоймы		0,08
2	Выверка и установка элементов опорной обоймы		0,12
3	Высверлива-ние отверстий в теле бетона для установки анкеров с помощью перфоратора		0,12

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
4	Установка анкеров в тело бетона на клеевом составе		0,08
5	Окончательное закрепление анкеров электродуговой сваркой		0,15
6	Установленная конструкция опорной обоймы		
	ИТОГО:	Суммарная трудоемкость работ по монтажу обоймы	0,35 чел.часа

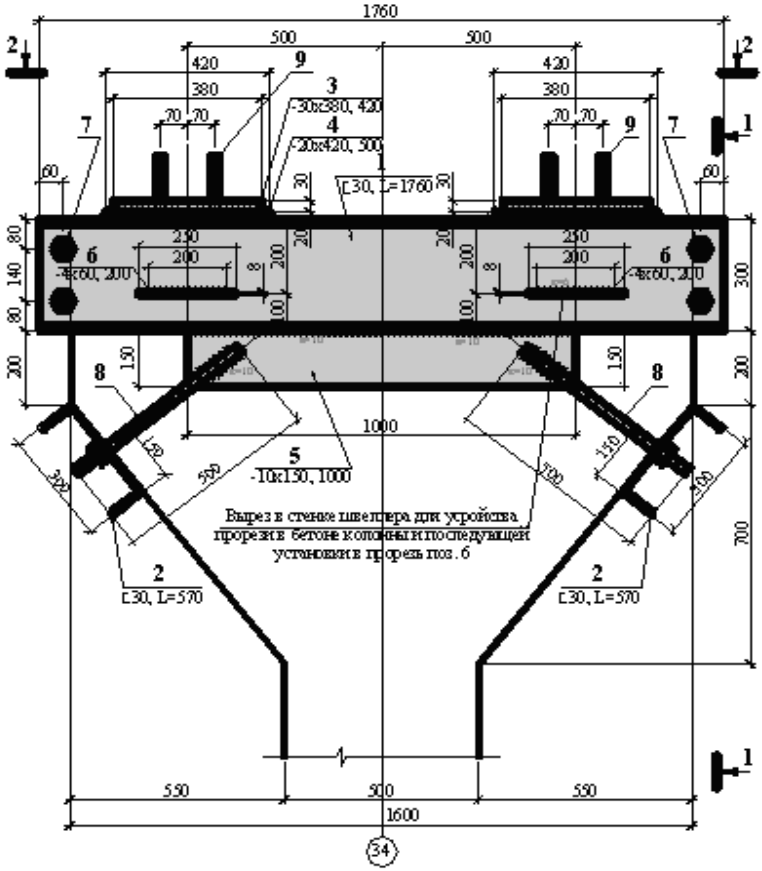


Рис. 8. Восстановление оголовка одноветвенной колонны

Список использованных источников

1. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Востановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей) – Межотраслевой ЦНТИ Томск, 1990.– 320с.
2. Голышев А.Б., Кривошеев П.И., Козелецкий П.М. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований – К.: Логос, 2004. – 219с.: ил. – Библиогр.
3. Бетонные и железобетонные конструкции (с изменениями) : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 01.07.03. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2003. – 144 с.

4. Бетоны. Классификация. Общие технические требования : СТБ 1310-2002. – Введ. 09.07.01. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2001. – 13 с.
5. Нормы проектирования. Стальные конструкции : СНиП II-23-81*. – Введ. 14.08.81. – М : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.

АНОТАЦІЯ

Розглянуто способи анкерування опорних конструкцій залізобетонних колон. Наведено теоретичні значення еквівалентних напружень і результуючих деформацій для моделі залізобетонної колони з опорною обоймою при різних способах анкерування обойми. Виконано аналіз результатів досліджень і дані рекомендації щодо застосування.

Ключові слова : способи анкеровки, модель опорної обойми залізобетонної колони, сталева обойма.

ANNOTATION

The methods for anchoring the support structure of reinforced concrete columns have been analyzed in the paper. Some theoretical values of equivalent stresses and resultant strains within various ways of anchoring the casing of a reinforced concrete column have been reported. The analysis of the research has been done as well as some recommendations for the prospective application have been provided.

Keywords: anchoring methods, models bearing cage reinforced concrete columns, steel ferrule.

УДК 725

Парасюк Б.О.,
Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАМ'ЯТНИКІВ ПРОМИСЛОВОЇ АРХІТЕКТУРИ КІНЦЯ XIX – ПОЧАТКУ XX СТОЛІТТЯ НА ТЕРИТОРІЇ ВОЛИНІ

Стаття присвячена проблемі збереження та подальшого функціонування промислових будівель на території Волині кінця XIX – початку XX століття.

***Ключові слова**: промислова архітектура, промислові будівлі, збереження, пристосування.*

Постановка проблеми. Бурхливий розвиток промислового виробництва у кінці XIX – початку XX століття на території Волині супроводжувався відповідними темпами будівництва. Архітектура промислових будівель передусім враховувала вимоги та особливості технологічних процесів виробництва, і є прикладом адаптації поширеної на той час стилістики, використовуваної у будівлях і спорудах іншого призначення. У цьому полягає архітектурна цінність промислових будівель кінця XIX – початку XX століття, які відображають досвід формування їх стилів.

Однак, слід відзначити, що архітектурна спадщина промислової забудови цього історичного періоду є не достатньо повно досліджена, що в свою чергу зумовило актуальність проведення відповідних досліджень, результати яких наведені у даній статті.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні проблеми реновації, реставрації, реконструкції будівель та споруд кінця XIX – початку XX століття висвітлені у багатьох працях, однак переважно - на прикладах житлової та громадської забудови. Промислова забудова цього історичного періоду вивчена недостатньо, оскільки промислові будівлі та споруди відрізнялися простотою архітектурних стилів і вважаються менш архітектурно цінними.

Варто відзначити, що на сьогодні набуває популярності відновлення стилістики історичних промислових будівель у окремих об’єктах промислового будівництва, які повинні підкреслити давність традицій виробництва конкретного виробника, стають «візитними картками» торгових брендів. Особливо це стосується давніх виробництв харчової промисловості, які повинні підкреслити спадковість традицій «органічного» (екологічно чистого) виробництва.

На території Волині збереглися окремі будівлі пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття, які знайшли застосування у сучасному промисловому виробництві [1-4 та ін.]. Однак, вони були частково чи суттєво видозмінені під впливом розвитку промислових технологій в наступні історичні періоди.

Відомі дослідження пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття, що збереглися на території Волині є досить незначними, недостатньо структурованими і потребують подальшого продовження. Значна частка мало дослідженого документального матеріалу знаходиться у фондах Волинського архіву.

Мета - дослідження збереження та подальшого функціонування промислових будівель на території Волині кінця XIX – початку XX століття.

Основний матеріал досліджень. Збереження та відновлення первинного стилю будівель та споруд пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття є важливим архітектурним завданням, додатково актуалізованим комерційними потребами та очікуваннями сучасних виробників промислової продукції. Однак, на жаль ще досить часто трапляються випадки, коли збереження архітектури будівель та споруд пам'ятників промислової архітектури зводиться до бутафорного відновлення їх стилю замість заходів реновації, реставрації, реконструкції, направлених на відновлення автентичності усіх архітектурних особливостей конкретного об’єкта.

Перш за все виникають проблеми, пов'язані із збереженням архітектурної зовнішності споруд. Також, демонтаж устаткування та зміна призначення виробничих приміщень часто спричиняють утрату первинних інтер'єрів.

Загалом, зміна функціонального профілю, оновлення технології виробництва створюють певну загрозу збереженню архітектурних особливостей для історичних промислових будівель. Враховуючи, що для ще існуючих на сьогодні будівель та споруд пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття характерним є багаторазове проведення таких змін, важливим завданням є дослідження їх первинних архітектурних ознак.

Розглянемо розвиток пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття на прикладі будівель Павлівського пивзаводу за архівними та сучасними фотоматеріалами (рис. 1, 2).

Датою початку будівництва пивзаводу вважається 1904 р., за висіченим знаком на камені, що зберігся у лагерному відділенні будівлі пивзаводу [4]. Власником земель та броварні був польський шляхтич Тадей Чацький. Цей цех функціонував на околиці міста Порицьк, а тому вцілів в часи Другої світової війни, коли майже все місто було зруйноване, і на його місці засноване село Павлівка.

Рис. 1. Пивоварний цех смт. Павлівка. Архівне фото.

Завод відновлено у 1950-х роках (реконструкція завершена 1958 року), на ньому було налагоджено виробництво пива, солоду, мінеральної води та інших безалкогольних напоїв.

а

б

в

Рис. 2.
Сучасний
вигляд
будівель
Павлівського
пивзаводу
з боку прохідної.
(Фото авторські, виконані
у 2010 р.):
а, б - будівля варниці;
в – фрагмент фасаду

Колишній пивоварний цех адаптовано у комплекс промислових будівель броварні у Павлівці (Волинська обл., Іваничівський р-н, с. Павлівка). Будівлі цього цеху перебудовані і мають численні добудови. Загальні обриси первинних архітектурних рішень читаються складно. Порівнюючи архівні матеріали можна побачити як період експлуатації впливає на зовнішній і внутрішній вигляд цих будівель, зумовлюючи видозміну їх архітектури.

Висновок. Таким чином, на основі проведеного аналізу результатів досліджень промислової архітектури, враховуючи і [1-3], що стосуються об'єктів кінця XIX – початку XX століття саме на Волині, потрібно відзначити, що історично сформований контекст сучасного об'єкта промислової архітектури неможливий без його наповнення автентичними архітектурними ознаками пам'ятників промислової архітектури, які виключно у фахово обґрунтованих випадках можуть коректуватися окремими архітектурними доповненнями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Всеобщая история архитектуры. Архитектура России, Украины и Белоруссии XIV – первая половина XIX вв.

2. Парасюк Б. О. Промислова архітектура Волині XIX – поч. XX ст. Луцький пивоварний завод Вацлава Земана [Текст]. / Б. О. Парасюк // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2009. - Вип. 33. – С. 283-289.

3. Парасюк Б. О. Проблеми збереження і використання пам'ятників промислової архітектури кін. XIX – поч. XX ст. на території Волині / Б. О. Парасюк // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2011. - Вип. 40. – Ч 2. – С. 151-155.

4. Павлівський пивзавод [Електронний ресурс] - Режим доступу: uk.wikipedia.org/wiki/Павлівський_пивзавод

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена проблеме сохранения и последующего функционирования промышленных зданий на территории Волыни конца XIX – начала XX столетия.

Ключевые слова: *промышленная архитектура, промышленные здания, сохранения, приспособления*.

ANNOTATION

The article is devoted to the problem of preserving and further operation of industrial buildings in the territory of Volyn late XIX - early XX century.

Keywords: industrial architecture, industrial buildings, storage, adaptations.

УДК УДК 533.6.05

к.т.н., доцент Пахолюк О.А., Шмігель О.І.,
Луцький національний технічний університет

ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД РОЗВИТКУ АЕРОДИНАМІЧНИХ ТРУБ

Проаналізована історія розвитку аеродинамічних труб, недоліки конструкцій та загальні принципи роботи. Визначені їх основні типи і різновиди. Наведені вимоги, яких необхідно дотримуватись при роботі з аеродинамічними трубами.

Ключові слова: *аеродинамічна труба, установка, відкрита, закрита, потік, пульсації*

Аеродинамічна труба - це установка, призначена для моделювання впливу повітряного потоку на стаціонарні та рухомі тіла. Вона є основним обладнанням для дослідних аеродинамічних інститутів та лабораторій. Призначення аеродинамічної труби (надалі АТ) полягає в створенні штучного рівномірного, прямолінійного, сталого повітряного потоку, який з визначеною швидкістю обтікає досліджуваний об'єкт.

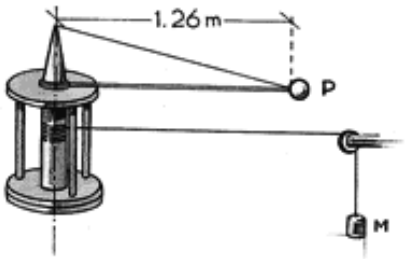


Рис. 1. Центрифуга Бенджаміна Робінса

Ще в далекому минулому дослідники розуміли, що для точних результатів не можна опиратись на природні вітри. Леонардо да Вінчі та Ісаак Ньютон припускали, що обдування вітром є набагато вигіднішим для проведення експерименту, ніж природнє проходження вітрів. Тому, досліджувані моделі поміщали на гребені гір або в печери чи ущелини, що продуваються, але через непостійні природні умови чистота експерименту була втрачена.

Бенджамін Робінс (1707-1751рр.), блискучий англійський математик, був першим, хто застосував ефект обертового важеля. Його перша машина мала важіль довжиною 4 фути (~ 1,26 м), закріплений на шків (рис. 1). Обертання здійснювалося за допомогою вантажу, що тягне своєю вагою мотузку, намотану на шпиндель. При цьому досягалася швидкість в кілька метрів за секунду. Закріплюючи на кінці важеля різні предмети - піраміду, лист металу, Робінс встановив недосконаліть існуючих теорій повітряного опору. "Різні форми, навіть якщо припустити, що вони мають однакову площу, не завжди володіють

тим же повітряним опором або обтічністю". Явно складний взаємозв'язок між обтічністю, формою, положенням моделі і швидкістю повітря йшов врозріз з простою теорією, висунутою Ньютоном.[1]

Перша в світі аеродинамічна труба, що стала основою для подальшого розвитку, була збудована в 1871 р. членом Ради авіаційного товариства Великобританії Франком Уінхемом (1824-1908рр.) Після декількох невдалих спроб досліджень Уінтжем спонукав Раду до збільшення фінансування для будівництва АТ.

Це була труба більше, ніж 3,5 м в довжину і площею поперечного перерізу 116 см². Вентилятор, що обдував моделі, приводився в рух паровим двигуном. Уже перші експерименти довели абсолютну перевагу АТ перед іншими способами проведення аеродинамічних тестів.

У тому ж 1871р. капітан В.А.Пашкевич, викладач Артилерійської академії, побудував першу в Росії АТ для дослідження опору руху снарядів. А в 1897р. К.Е.Ціолковський за підтримки М.Є.Жуковського побудував АТ в Калузі, де провів дослідження моделей дирижаблів і літаків в потоці, швидкість якого була близько 5 м / с.

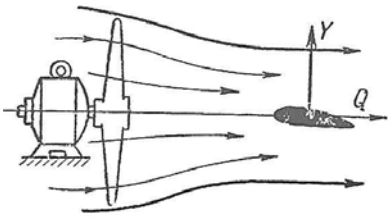


Рис.2. Простий спосіб отримання штучного потоку

Простий спосіб отримання штучного потоку (рис. 2) полягає у використанні вільностоячого вентилятора, що направляє повітряний струмінь на досліджуваний об'єкт. Такий вентилятор, створює струмінь, що звужується, в якому можна встановити випробовуваний об'єкт. Проте цей спосіб мало відрізняється від способу, що використовує природний вітер. Річ у тому, що хоча вентилятор і створює більш менш фіксований струмінь, але швидкість в цьому струмені дуже непостійна і за величиною і за напрямком — потік сильно закручений за вентилятором і схильний до сильних пульсацій.

У 1897р. К. Е. Ціолковський побудував прототип аеродинамічної труби власної конструкції з відкритою робочою частиною, використавши потік повітря на виході з відцентрового вентилятора і, вперше в Росії, застосував цей агрегат для вивчення ефектів, що проявляються при обтіканні твердих тіл (літаків, автомобілів, ракет) повітряним потоком, швидкість якого була близько 5 м/с (рис. 3).

Рис. 3. Прототип аеродинамічної труби К. Е. Ціолковського

Перша аеродинамічна труба розімкнутого типу була створена в 1903р. в Лондоні Т.Стантоном, а установка замкнутої схеми - в 1909р. в Гьоттінгемі Людвігом Прандтлем. Подальший розвиток базувався на збільшенні швидкості потоку в робочій частині та розмірів самої труби.

Деякого поліпшення якості потоку можна досягти застосуванням жорстких стінок, що визначають межі потоку, і випрямляючих сіток, що вирівнюють потік, зменшуючи його закручування. Така аеродинамічна труба використовується для вивчення охолодження авіадвигунів.

Надалі було з'ясовано, що при встановленні всмоктувального, а не нагнітального вентилятора потік стає рівномірним, пульсації значно слабшими, а закручування відсутнє. Тому в трубах подібного типу перейшли до схеми відкритої труби, що працює на всмоктування, із закритою робочою частиною. Далі було встановлено, що в трубі, переріз виходу з якої дорівнює перерізу робочої частини, дуже великі втрати енергії і потужність двигуна, що обертає вентилятор, використовується нераціонально. Причина цього полягає у відомому з гідравліки закону, який формулюється таким чином: втрачений при раптовому розширенні натиск дорівнює натиску втрачених при розширенні швидкостей. Інакше кажучи, якщо потік викидається з аеродинамічної труби в приміщення з нерухомим повітрям, то натиск, втрачений на гідравлічний удар, дорівнює швидкісному натиску потоку на виході з труби. При великій швидкості на виході буде великий і втрачений напір, а отже, і втрачена енергія. Зважаючи на це було запропоновано знижувати швидкість на виході з труби в порівнянні зі швидкістю в робочій частині. Для цього в схему труби ввели так званий дифузор — трубу, що розширюється. Нині дифузор є невід'ємною частиною будь-якої аеродинамічної труби, забезпечуючи велику економію енергії.

Так виникла аеродинамічна відкрита труба із закритою робочою частиною (рис. 4). Вона складається з колектора, тобто насадки, в якій швидкість підвищується до величини швидкості в робочій частині, що йде за колектором, і дифузора, який перетворює кінетичну енергію потоку в потенційну енергію тиску.

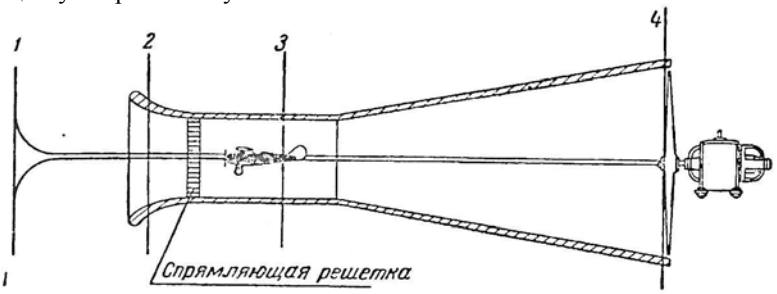


Рис. 4. Схема відкритої аеродинамічної труби із закритою робочою частиною

Подальший розвиток аеродинамічної труби відкритого типу із закритою робочою частиною йшов шляхом зменшення втрат енергії в ній шляхом вдосконалення елементів труби. Крім того, за пропозицією А.М.Туполєва, в схему труби був введений зворотний дифузор. Ідея застосування зворотного дифузора полягає не в аеродинамічному удосконаленні труби, а у бажанні зменшити її габарити, що стало особливо важливим при загальному рості геометричних розмірів труб.

Аеродинамічною трубою прямої дії називається установка, в котрій потік повітря, який проходить крізь трубу, знову викидається в приміщення або атмосферу. Нерівномірність розподілу швидкостей в трубах прямої дії доходить до 3…5 %. Поліпшення поля швидкостей і зменшення міри турбулентності потоку в такого типу трубі можуть бути отримані за рахунок застосування колектора з подвійним підтисканням і встановлення спеціальних вирівнюючи решіток – хонейкомбів. На рисунку 5 зображено подібного роду трубу.

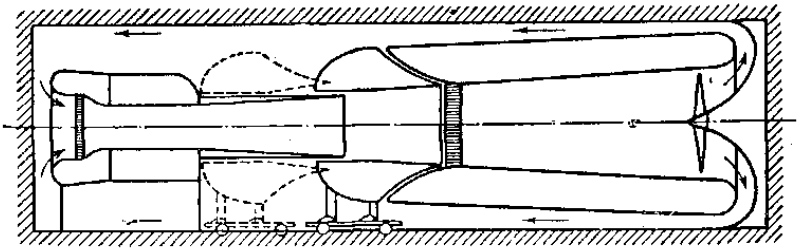


Рис. 5. Схема труби ЦАГІ

У трубах прямої дії з закритою робочою частиною тиск є меншим, ніж у навколишньому середовищі. Це ускладнює проведення випробувань і вносить неточності у визначення сил, що діють на модель, через те, що в отвори в стінках робочої частини, через які проходять елементи кріплення моделі, протікає повітря з атмосфери. З цих причин у подальшому стали застосовувати труби прямої дії з відкритою робочою частиною, яка оточена спеціальною, так званою, камерою Ейфеля (рис. 6). У цій камері, зазвичай досить просторій і зручній для розміщення експериментаторів і вимірювальних приладів, статичний тиск вирівнюється до тиску у потоці.

Такі конструкції є досить поширеними, незважаючи на те, що втрати повного тиску в робочій частині при наявності такої камери на ≈ 20% більші, ніж у закритій робочій частині.

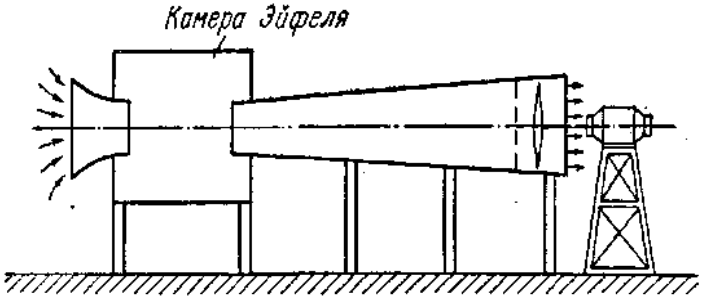


Рис. 6. Схема труби прямої дії з камерою Ейфеля

Камера Ейфеля, як і відкрита робоча частина, дозволяє випробувати модель дещо більших розмірів і зменшує межі потоку в порівнянні із закритою робочою частиною, але і при наявності камери Ейфеля вадами труб прямої дії є не зовсім рівномірне поле і відносно велика потужність установки (низька якість труб).

Аеродинамічні труби і установки в даний час набули найширшого розповсюдження. Існує величезне різноманіття типів і конструкцій сучасних аеродинамічних труб, що викликано завданнями для вирішення яких призначена та чи інша установка:

- за швидкістю вітру: дозвукові, надзвукові і гіперзвукові;
- за компонуванням контура: замкнуті та незамкнуті;
- за типом робочої ділянки: відкриті та закриті;
- за принципом дії: компресорні (неперервної дії),в яких потік повітря створюється за допомогою спеціального компресора, та балонні, з підвищеним тиском.

- висотні, вертикальні, ударні, електродугові ін..

Розміри існуючих установок коливаються в самих широких діапазонах - від труб з перетином робочої частини в кілька кв. сантиметрів до труб, що дозволяють обдувати сучасні літальні апарати в натуральну величину. Потужності, необхідні для приведення труб в дію коливаються від декількох кВт до сотень тисяч кВт. Однак при всій різноманітності типів, розмірів і конструкцій аеродинамічних труб їх основні принципові характеристики є подібними і міняються лише в залежності від завдань, для дослідження яких призначена та чи інша аеродинамічна установка.

Дуже важливо відзначити, що різні АТ можуть показувати різні дані. Це пов'язано з конструктивними особливостями самих труб, методиками експериментів та іншими умовами. Саме тому вводяться деякі поправочні коефіцієнти.

Основними вимогами, що висуваються до будь-якої труби є:

- рівномірність поля швидкостей в поперечному перерізі потоку;
- стійкі режими роботи при будь-якому значенні швидкості повітряного потоку;
- відсутність пульсацій швидкості;
- наявність плавних конструктивних форм корпуса труби.

Основною вимогою до АТ є отримання якісного потоку. Виконання цієї вимоги в повному обсязі є найбільшою складністю, що виникає перед дослідником при створенні труби.

Прямолінійність і рівномірність потоку забезпечується геометричною формою внутрішнього контура стінок і внутрішніх пристроїв аеродинамічної труби. Особливо важливим є забезпечення плавності аеродинамічного контура в області конфузора, робочої частини і дифузора.

Менш важливим, але значно складнішим за своїм виконанням, є забезпечення малого ступеня турбулентності потоку в робочій частині труби. Повітряний потік у трубі завжди тою чи іншою мірою турбулізований.

Високий ступінь турбулентності значно впливає на результати дослідів, вона може викликати передчасний перехід прикордонного шару на стінці від ламінарного до турбулентного режиму течії, змістити область переходу і т.д. Інакше кажучи, збільшення турбулентності потоку деякою мірою аналогічно зростанню числа Рейнольдса.

Для вивчення впливу початкового ступеня турбулентності створюються спеціальні малотурбулентні труби.

Істотною вимогою до АТ є також відсутність пульсацій швидкості повітряного потоку, виникнення яких, в основному, пов'язане з періодичним зриванням вихорів з різних погано обтічних елементів труби (вентиляторна

установка, обтічники, виступи і т.п.), і неплавність загального аеродинамічного контуру труби.

Список використаних джерел

1. «Аеродинамика»,[Электронний ресурс].-Редим доступу: http://www.el-tuning.ru/library/003-aerodyn-truba_02.html

2. «Энциклопедия физики и тетники»,Аэродинамическая труба, Электронний ресурс].-Редим доступу: www.femto.com.ua/articles/part_1/0239.html

3. «ЦАГИ»,Аэродинамическая труба Т-103. [Электронний ресурс]. – Режим доступа:http://www.tsagi.ru/experimental_base/aerodinamicheskaya-truba-t-103/

4. Экспериментальная аэродинамика / П.Н. Соляник, М.Л. Сургайло, В.В. Чмовж. – Учеб. пособие по лабораторному практикуму. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 96 с.

5. О. М. Яхно, В. С. Лисенко, В. К. Буслов, О. Ф. Луговський, О. П. Узунов – Методичні вказівки студентам дипломникам, що навчаються за фахом «Гідравлічні та пневматичні машини», Київ НТУУ «КПІ», 2001р., 62 стор.

АННОТАЦИЯ

Проанализирована история развития аэродинамических труб, недостатки конструкций и общие принципы работы. Определены их основные типы и разновидности. Приведены требования, которые необходимо соблюдать при работе с аэродинамическими трубами .

Ключевые слова: аэродинамическая труба, установка, открытая, закрытая, поток, пульсации.

ANNOTATION

Analyzed the history of wind tunnels , structural deficiencies and general principles. Identified their main types and varieties. The requirements to be followed when working with wind tunnels.

Keywords:wind tunnel, installation, opened, closed, flow pulsation.

УДК 624.012.25

к.т.н., доцент Пиндус Ю.І., к.т.н., Конончук О.П.,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМ ПОЛОТНОМ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Розміщені результати експериментальних та чисельних досліджень згинальних залізобетонних балок без підсилення та з їх підсиленням вуглецевим полотном. Чисельні розрахунки виконано з урахуванням нелінійних характеристик арматури та деформування бетону з розтріскуванням. Наведено порівняльний аналіз та задовільне узгодження розрахункових даних з експериментальними.

Ключові слова: *залізобетон, підсилення, вуглецеве полотно, чисельне моделювання, метод скінченних елементів.*

Постановка проблеми. В останні роки у світовій практиці проведення наукових досліджень все частіше розширюється за рахунок застосування комп'ютерного моделювання. В Україні дані технології лише починають активно запроваджуватись, що викликає велику зацікавленість до можливостей які можна досягти за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ). Звичайно, найбільш достовірними підходами щодо дослідження поведінки підсилених залізобетонних конструкцій залишаються експериментальні методи. Проте, експериментальні лабораторні дослідження є трудомісткими, довготривалими та потребують значних матеріальних затрат. Об'єм натурних експериментальних випробувань можна суттєво зменшити шляхом чисельного моделювання поведінки конструкцій МСЕ. У комплексі з лабораторних дослідженнями, чисельні розрахунки можуть врахувати широкий спектр зовнішнього навантаження, механічних та теплотехнічних властивостей матеріалів, геометричних розмірів, конструктивного виконання, врахування різного роду дефектів, аварійних ситуацій тощо.

Аналіз останніх досліджень. Однією з фундаментальних праць в напрямку чисельного моделювання поведінки складних залізобетонних конструкцій, зокрема підсилених полімерними композитними матеріалами є робота D. Kachlakev та його співавторів [1]. Ними з використанням комплексу ANSYS досліджено декілька моделей балок і запропоновано ряд способів їх підсилення композитними полімерами. Доведено ефективність та достатню збіжність результатів з експериментальними даними.

Праці [2-5] присвячені експериментальним дослідженням та моделюванню поведінки підсилених залізобетонних конструкцій з використанням МСЕ, зокрема попередньо навантажених [5], армованими полімерними композитами. В праці [6] приведено результати скінченноелементного моделювання згинальних залізобетонних балок до та після їх підсилення вуглепластиковою стрічкою за дії на них одноразового навантаження, які співставлено із даними натурного експерименту. Отримано задовільне узгодження розрахункових МСЕ даних з експериментальними в області до критичних навантажень.

Дана стаття є продовженням досліджень, які висвітлені в праці [6].

Постановка мети і задач досліджень. Метою дослідження є чисельне моделювання напружено-деформованого стану та оцінка міцнісних характеристик повномасштабних згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення вуглецевим полотном Sika Wrap за дії одноразового навантаження. Провести порівняльний аналіз отриманих даних з експериментальними та встановити можливість застосування МСЕ для аналогічних досліджень при зміні параметрів зразків та силових впливів на них.

Експериментальні дослідження. Даним дослідженням передували експериментальні випробування дванадцяти залізобетонних балок із бетону класу С 20/25, розмірами 100×160×2000 мм [7]. Зразки армувалися двома поздовжніми арматурними стержнями Ø10 А 500С та поперечними стержнями Ø6 А 240С з кроком 50 мм (рис. 1а). Прийнята статична схема однопролітної вільно обпертої балки на двох опорах прольотом 1800 мм завантаженої двома симетрично зосередженими силами, відстань між якими 500 мм.

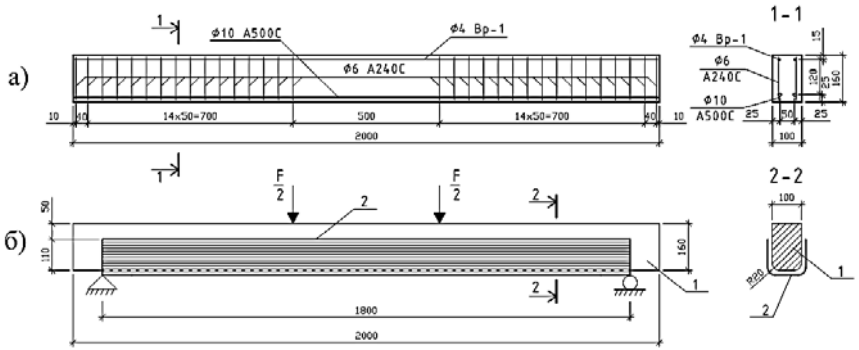


Рис. 1. а) – конструкція та схема армування дослідних балок;
б) – схема підсилення дослідних балок вуглецевим полотном Sika Wrap;
1 – дослідна балка; 2 – полотно Sika Wrap

Частину балок доводили до граничного експлуатаційного навантаження без підсилення. Після розвантаження, їх та всі інші дослідні зразки підсилювали вуглецевим полотном Sika Wrap за схемою наведеною на рис. 1б і також випробовували при тому ж режимі навантаження з доведенням до повного руйнування [7]. У результаті підсилення отримали підвищення міцнісних характеристик балок (прогин, деформації матеріалів) до 40 %.

Дослідження МСЕ. Повномасштабну тривимірну модель підсиленої вуглецевим полотном залізобетонної балки створювали з використанням скінченноелементного (СЕ) програмного комплексу ANSYS. З урахуванням умов симетрії, моделювали чверть залізобетонної балки (рис. 2). Для дискретизації моделі використано 17741 СЕ, що забезпечує задовільну точність розрахунків [1].

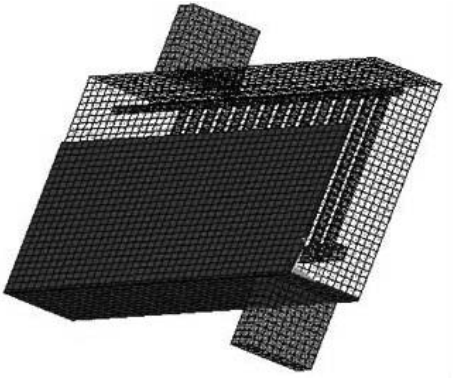


Рис. 2. СЕ повномасштабна тривимірна модель балки підсиленої вуглецевим полотном

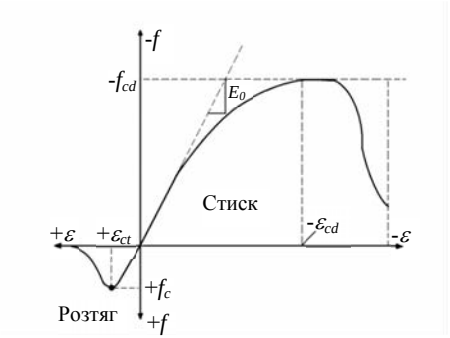
Для достовірного моделювання нелінійної поведінки бетону за стиску та розтягу використали 8-ми вузловий скінченний елемент SOLID65 з трьома ступенями свободи в напрямках OX, OY і OZ. Елемент SOLID65 має здатність до розтріскування при розтягуванні і дроблення при стисканні. Він задовільно описує поведінку бетону відповідно до діаграми деформування, поданої на рис. 3а. У СЕ модель закладали експериментальні діаграми деформування бетону на стиск (рис. 3б) та коефіцієнти [1, 6], подані в табл. 1.

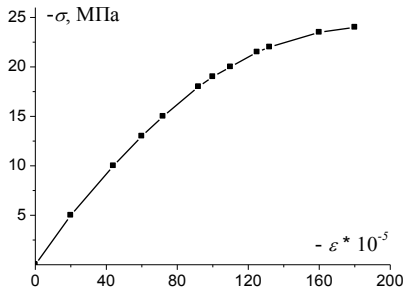
Таблиця 1.

Міцнісні характеристики бетону для СЕ моделювання

Назва параметрів	Бетон у віці 336 – 498 діб
Модуль пружності E_0, МПа	$23{,}95\times10^3$
Розрахункове значення міцності бетону на стиск f_{cd}, МПа	24,31
Розрахункове значення міцності бетону на розтяг f_{ct}, МПа	2,8
Коефіцієнт Пуассона ν	0,2
Open shear transfer coefficient (β_t).	0,2
Closed shear transfer coefficient (β_c).	1

Сталеву арматуру моделювали з використанням стержневого скінченного елемента LINK180. Елемент працює на розтяг-стиск, має три ступені свободи в кожному вузлі – переміщення в напрямах координатних осей OX, OY, OZ і





а) б)

Рис. 3. Діаграми деформування бетону:
а) типова одновісна діаграма деформування бетону [1]; б) експериментальна діаграма деформування бетону (вік 336-498 діб) на стиск [7]

використовується для врахування пружності, пластичності, повзучості, а також великих деформацій та переміщень.

Для моделювання матеріалу (сталь) арматури використали ідеально пружно-пластичну діаграму деформування (Bilinear Kinematic Hardening) з експериментально встановленими параметрами: границя текучості f_{yd} = 517,2 МПа; модуль пружності $E_s = 20{,}5\times10^4$ МПа; коефіцієнт Пуассона □ =0,3.

Підсилююче вуглецеве полотно Sika Wrap моделювали 8-ми вузловим елементом Solid185 з трьома ступенями свободи. Матеріал вуглеволоконного ламінату (полотно просочене клеєм) задавали ідеально пружним – модуль пружності $E_s=28\times10^3$ МПа; коефіцієнт Пуассона□□ =0,35. Товщина ламінату 1 мм.

Для з'єднаня ламінату з балкою використовували програмну (ANSYS) булеву операцію склеювання "Glue". Ламінат перебуває в постійному контакті з балкою без проковзування.

У якості опори та для передачі зусиль до балки використовували пружні ($E_s = 20{,}5\times10^4$ МПа) сталеві куби (рис. 4). Між суміжними поверхнями кубів та балки програмно створювали контактні пари "Contact Pairs". Детально методика побудови СЕ моделі підсиленої балки описана в працях [1, 6, 8].

Модель балки навантажували згідно схеми, поданої на рис. 4. На праву торцеву поверхню накладали умови симетрії, обмежуючи її в переміщеннях вздовж осі OX. Ліва опора (сталевий куб) обмежувала вузли балки в переміщеннях вздовж вертикальної осі OY. Зусилля F/4 розподілено прикладали до вузлів верхнього сталевого куба (рис. 4).

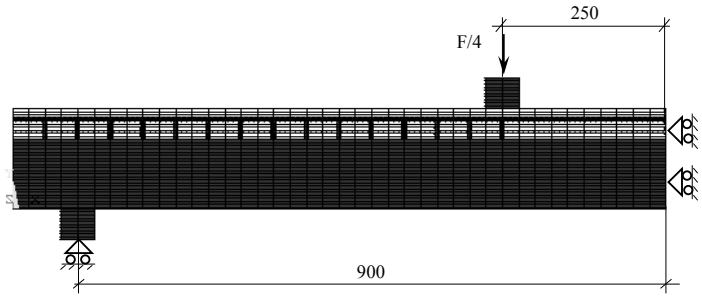


Рис. 4. Схема навантаження СЕ моделі підсиленої залізобетонної балки

Програмно моделювали ступінчасте навантаження балки з кроком 1 кН×м (відповідно до експериментальних досліджень). Результати моделювання прогинів та деформацій компонентів залізобетонної балки подано на рис. 5 – 11. Експериментальні криві побудовані за усередненими даними натурних випробувань.

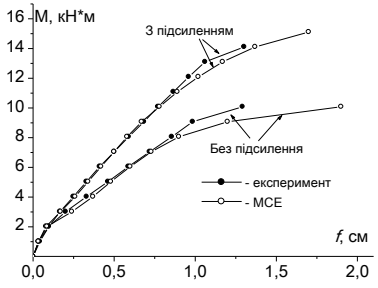


Рис. 5. Зміна величини прогину зразків до та після підсилення

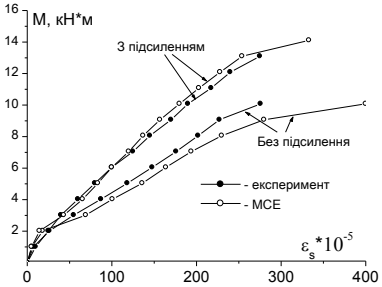


Рис. 6. Відносні деформації внутрішньої сталевої робочої арматури зразків до та після підсилення

Криві, що подані на рис. 5, 6, 10 відображають роботу згинальних залізобетонних балок до підсилення (нижні криві) та після їх підсилення (верхні криві) вуглепластиковим ламінатом за дії одноразового навантаження. Проаналізувавши ці дані можна говорити про високу збіжність експериментальних результатів та отриманих МСЕ. В області нормальної експлуатації конструкції до рівня навантаження 0,8 – 0,9 від руйнівного спостерігається найбільша збіжність розрахункових та експериментальних кривих у непідсилених і в підсилених зразках. Це стосується прогину (рис. 5) зразків і відносних деформацій сталевої арматури (рис. 6) та композитного полотна (рис. 9). Дещо більше відхилення спостерігається на останній ступенях

навантаження (близьких до руйнування). Проте перевагою, в цьому випадку, чисельного моделюваня є можливість дослідження міцнісних характеристик конструкції до самого її руйнування, в той час коли в експерименті цей процес практично неможливо встановити, через стрімкість розвитку прогинів, деформацій, тріщин і складність їх фіксації. В даному експерименті практично всі прилади на останньому ступені навантаження були зняті, що позбавило змоги встановити кінцеві деформації та прогини дослідних балок. МСЕ дозволяє це зробити, а тому може бути застосований для дослідження конструкцій в такого роду екстремальних випадках.

Варто відзначити, що чисельний метод дозволяє змоделювати не тільки результуючий показник тієї чи іншої міцнісної характеристики конструкції, але і відображає характер їх розвитку. Варто відмітити, що на початкових кроках навантаження балки, на всіх кривих (рис. 5, 6, 9, 10) спостерігаєтья характерний вигин, а після навантаження 2 кН×м повернення до лінійного розвитку. Ця ділянка відповідає початку тріщиноутворення і чітко спостерігається в експериментальних дослідженнях та при моделюванні МСЕ. Використання скінченного елемента SOLID65 дає змогу з достатньою точністю відтворювати процес утворення тріщин та їх розвитку на всіх кроках зростання навантаження.

На рис. 7 та 8 наведено розподіл полів прогину армованої балки та відносних деформацій внутрішньої сталевої арматури по її довжині. Чисельні методи дозволяють оцінити необхідний показник в будь-якій точці зразка.

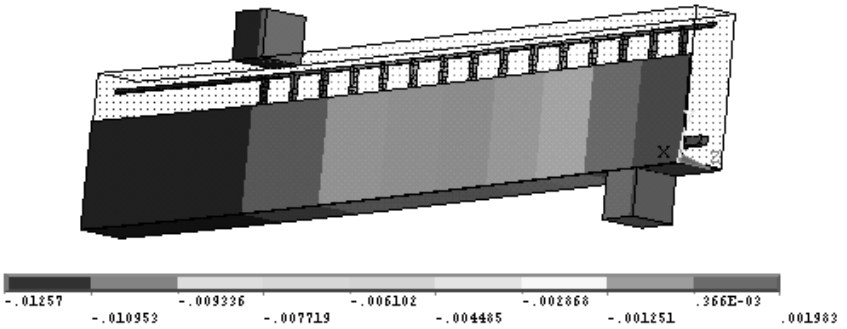


Рис.7. Поля прогину підсиленої балки при згинальному моменті М=13,1 кН×м, який передує руйнуванню

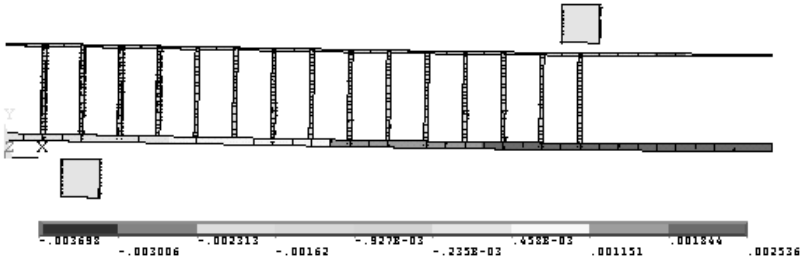


Рис. 8. Розподіл відносних деформацій по довжині внутрішньої сталевої арматури при згинальному моменті М=13,1 кН×м, який передує руйнуванню

Розрахункова МСЕ крива відносних деформацій крайньої стиснутої фібри бетону балок (рис. 10) має дещо ламаний характер. Якщо на стадії нормальної експлуатації вона близька до експериментальної кривої (до рівня 0,75 – 0,85), то на останніх кроках навантаження деформації стрімко зростають. Такий вигляд кривої пов'язаний із процесом дроблення та відшаровування бетону стиснутої зони, що завжди присутній в згинальних елементах. Стрімкий ріст деформацій на фінальній стадії навантаження зумовлений утворенням пластичного шарніра в стиснутій зоні, відшаруванням крайніх фібр бетону, який вже не може сприймати навантаження та переміщенням робочої зони стиснутого бетону на нижні шари. При цьому крайні фібри бетону досягають деформацій більших за критичні.

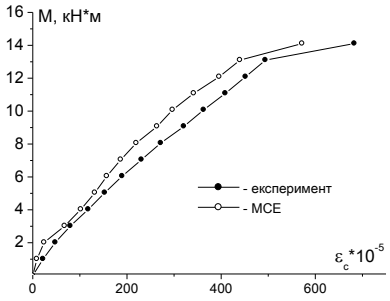


Рис. 9. Відносні деформації вуглепластикового ламінату в найбільш розтягненій точці

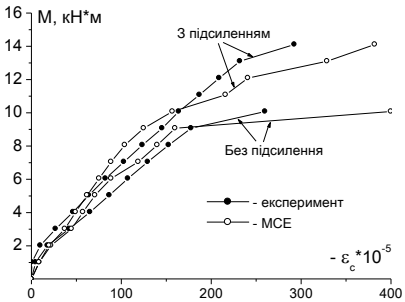


Рис. 10. Відносні деформації крайньої стиснутої фібри бетону балок до та після підсилення

Висновки. Застосування чисельного моделювання роботи згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення показало ефективність даного методу. Задовільне узгодження експериментальних даних з

теоретичними свідчить про можливість його використання для моделювання конструкцій такого типу при зміні міцнісних характеристик бетону, арматури, силових впливів, конструкційних факторів та ін. МСЕ дозволяє детально описати процес деформування та руйнування конструкції, оскільки експериментально встановити всі кінцеві деформації та переміщення є досить складним завданням. Чисельні методи дають змогу зменшити кількість натурних випробувань із можливістю зміни будь-яких параметрів досліджуваних конструкцій та зовнішніх впливів.

Перспективи подальших досліджень. В перспективі планується скінченноелементне дослідження балок до та після їх підсилення вуглецевою стрічкою/полотном із врахуванням дії малоциклового навантаження.

Література

1. D. Kachlakev. Finite Element Modelling of Reinforced Concrete Structures Strengthening with FRP Laminates / D. Kachlakev, T. Miller, S. Yim, K. Chansawat, T. Potisuk. Special Report SP316, Oregon Department Of Transportation, USA, May 2001. 113 p.

2. G. Murali. Flexural Strengthening Of Reinforced Concrete Beams Using Fibre Reinforced Polymer Laminate: A Review / Murali G., Pannirselvam N. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.6, No.11, November 2011, pp.41-47.

3. P. A. Ritchie, D. A. Thomas, L.W. Lu and G. M. Connelly, External Reinforcement of Concrete Beams Using Fiber Reinforced Plastics, ACI structural journal, Title no. 88-S52, July-August 1991. 88(4): pp. 490.

4. M. Arduini, A. D. Tommaso and A. Nannim, Brittle Failure in FRP Plate and Sheet Bonded Beams, ACI Structural Journal, July-August 1997. 94(4): pp. 363-370.

5. S. F. Brena, R. M. Bramblett, S. L. Wood and M.E. Kreger, Increasing Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams Using Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites, ACI Structural Journal, January-February 2003. 100(6): pp. 827-830.

6. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання підсилення згинальних залізобетонних конструкцій вуглепластиковою стрічкою / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.

7. Борисюк О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилених вуглепластиками за дії малоциклового навантаження / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Монографія. – Рівне: НУВГП, 2014. – 136 с.

8. I. Saifullah. Experimental and Analytical Investigation of Flexural Behavior of Reinforced Concrete Beam / I. Saifullah, M. Nasir-uz-Zaman, S.M.K.

Uddin, M.A. Hossain, M.H. Rashid // International Journal of Engineering & Technology. - IJET-IJENS, 2011. - Vol 11. - № 1. - p. 146-153

АННОТАЦИЯ

Статья содержит результаты экспериментальных и численных исследований изгибаемых железобетонных балок без усиления и с их усилением углеродным полотном. Численные расчеты выполнены с учетом нелинейных характеристик арматуры и деформирования бетона с растрескиванием. Приведен сравнительный анализ и удовлетворительное согласование расчетных данных с экспериментальными.

Ключевые слова: железобетон, усиления, углеродное полотно, численное моделирование, метод конечных элементов.

ABSTRACT

The article contains the results of experimental and numeric study of banding reinforced concrete beams without strengthening and strengthened with carbonic flat. Numeric calculations are carried out with taking into consideration the non-linear characteristics of armoring and concrete deformation with cracking. Comparative analysis and satisfactory agreement of calculation data with experimental ones are brought in.

Keywords: reinforced concrete, strengthening, carbonic flat, numeric simulation, finite element method.

УДК 605.5

Поремчук В.В.,
Луцький національний технічний університет

БУДІВЕЛЬНА АЕРОДИНАМІКА ЯК НАУКА

Розглядається роль і важливість використання аеродинамічних явищ при споруджені будівель і споруд.

Ключові слова: *аеродинаміка, потік,тиск, мікроклімат.*

Вступ і аналіз публікації. Будівельна аеродинаміка в світі є потужним інструментом для вирішення багатьох поставлених часом завдань. Вона охоплює багато напрямків досліджень в області аеродинаміки будівель і споруд, зокрема:

- картина течії повітряних потоків навколо будівель;
- розподіл тиску по поверхнях будівлі;
- режими обтікання (пульсації вітру);
- вентиляція та природна аерація;
- поширення вогню;
- емісія будівель.

Багато з цих напрямів безпосередньо пов'язані із загальносвітовою тенденцією енергозбереження та енергоефективності будівель. Будівельна аеродинаміка вивчає аеродинамічні явища, пов'язані з завданнями архітектури і будівництва. З одного боку, вітровий потік діє на будівельний об'єкт, з іншого боку, цей об'єкт впливає на повітряний потік, деформує його, змінюючи при обтіканні будівлі характер течії. Аналіз цієї взаємодії являє непросту задачу для окремого будинку, архітектурних ансамблів і вельми складну – для мікрорайону з десятками різно розташованих будівель. [1]

Експерименти в аеродинаміці почалися з появою перших аеродинамічних труб, які все ще є основним інструментом дослідження. Але в наш час фізичний експеримент почав доповнятися, а по частині і заміщатися чисельним експериментом. Це пов'язано з ростом потужностей ЕОМ, а також з розвитком чисельних методів. Якщо є можливість провести дослідження в аеродинамічній трубі, його проводять на заключній стадії. Чисельний експеримент застосовується на попередніх етапах дослідження, або якщо фізичний не може бути проведений за технічних чи економічних причин. [2]

Наприклад, до технічних умов можна віднести вивчення обтікання мікрорайону. Унаслідок обмеженості місця в аеродинамічній трубі модель змушені створювати у великому масштабі, при цьому вона виходить з області

автомодельності. Крім того, на таких моделях дуже важко в конкретному місці виміряти тиск, унаслідок мініатюрності. [3]

Результати і їх аналіз. У сучасному будівництві панує багато концепцій. З точки зору аеродинаміки слід виділити «енергоефективні будинки», також слід приділити увагу «пасивному будинку» - споруда, в якій передбачені спеціальні заходи щодо застосування нетрадиційних (поновлювальних) джерел енергії, що роблять істотний вплив на зниження споживання енергії від традиційних джерел. В рамках цієї концепції архітектори впроваджують в конструкцію висотних будівель вітроенергетичні установки. Як правило, це експериментальні проекти і ще не існує даних по ефективності такого рішення, для раціонального проектування самої вітроенергетичної установки потрібно знати характеристики потоку повітря, з якими вона буде працювати, тому в даному випадку аеродинамічний аналіз є пріоритетним. Аеродинамічний аналіз об'єктів, що входять в архітектурні ансамблі також дозволяє розмістити всі будівлі найвигіднішим чином по відношенні один до одного. Таким чином, забезпечуючи необхідний мікроклімат, як окремо будівлі, так і ансамблю в цілому. [4]

У сучасній науково-технічній спільноті існують дві діаметрально протилежні точки зору на аеродинаміку будівельних конструкцій у цілому. Перша з них виходить з того, що адекватне вирішення задач аеродинаміки може виконуватися тільки за допомогою модельних випробувань в аеродинамічній трубі; інша, навпаки, пропагує перехід виключно на методи комп'ютерних симуляцій, на кшталт скінченноелементного аналізу. Проте така кардинальна постановка питання є неправильною, тому що обидва підходи повинні не конкурувати, а доповнювати один одного.

Зіставлення результатів продувок моделей в аеродинамічних трубах із даними комп'ютерних симуляцій – відносно нова проблема, як і сама галузь обчислювальної аеродинаміки.

Необхідна експериментальна інформація про аеродинамічні сили і моменти може бути отримана за допомогою методів фізичного (аеродинамічні труби) або математичного (комп'ютерного) моделювання. Перший метод є класичним для будівельної аеродинаміки, і саме йому завдячують усі світові стандарти за первинну інформацію про вітрові впливи на будівлі та споруди. Проте результати випробувань в аеродинамічній трубі надзвичайно залежать від «чистоти» дослідної моделі й можливості відтворення аеродинамічних ефектів у заданому масштабі. Це обумовлює високу вартість таких досліджень, яка додатково зростає внаслідок довготривалого періоду підготовчих робіт.

Методи комп'ютерного моделювання менш трудомісткі й дорогі та з властивою їм математичною точністю дотримуються наперед заданої програми експерименту.

Однак задачі комп'ютерного обтікання пов'язані з підвищеними вимогами до потужності обчислювальних платформ, зокрема переходом на високопродуктивні багатопроцесорні системи кластерного рівня. Крім цього, особливості «комп'ютерної аеродинаміки» такі, що практично на всіх етапах роботи: при підготовці геометричної моделі, постановці контактних і граничних умов, виконанні дискретизації, налаштуванні параметрів розв'язуючих процедур, відображенні та інтерпретації результатів і т.п. – наявний фактор неоднозначності. Недарма чимала кількість публікацій, головним чином виданих за кордоном, у своїй назві містить слово «мистецтво» або похідне від нього. Насправді природа цього «мистецтва» цілком аналогічна до тієї, що присутня у багатьох сферах діяльності: при однорідних умовах кінцеві результати, отримані різними виконавцями, можуть відрізнятися. Тому комп'ютерні моделі, починаючи з деякого рівня складності, потребують як певного рівня формальних знань у конкретних галузях, так і деякої частки творчості, вміння відчути грань між допустимою й прийнятною точністю, відокремити проблеми, що породжуються недосконалістю програми, від результатів своєї діяльності. Звичайно, більшість питань розв'язуються за допомогою «об'єктивних» інструментів, однак випадків, коли вимагається експертний, суб'єктивний за характером аналіз, більш, ніж достатньо.

Доволі часто останнім часом одним із факторів, який стимулює впровадження розрахункових програм, називають можливість заміни або скорочення фізичних експериментів за рахунок комп'ютерної симуляції. Проте, як показує життя, пов'язана із численними відмовами складних сучасних систем на етапах фінальних випробувань наявна колись ейфорія, заснована на помилковому розумінні універсальності та самодостатності комп'ютерного моделювання, є неактуальною. Звичайно, суть проблеми не тільки в недосконалості інструментів, але й у людському факторі. Він, у свою чергу, складається з нестачі знань у предметній сфері, а також із нерозуміння (недомислення) особливостей реалізації знань у конкретних програмах. Ці складові, навіть при наближенні якості й функціональності програм до ідеалу, непереборні в принципі. Тому експериментальне відпрацювання (також, до речі, невільне від потенційних методичних помилок) залишається та залишатиметься обов'язковим.

Будучи об'єктивно зацікавленим у всілякому поширенні методів комп'ютерної аеродинаміки, автор вважає, що слід раціонально поєднувати фізичні та комп'ютерні методи інженерного аналізу. Для деяких задач краще

використовувати аеродинамічну трубу, для деяких методи комп'ютерного моделювання. Перевага моделювання у тому, що можна перевірити, як буде себе поводити споруда ще до детальної проробки її конструктивних особливостей, адже для продувки макета споруди в аеродинамічній трубі необхідно підготувати точну модель, яку кожного разу необхідно робити знову, якщо вносяться деякі корективи. Крім цього, за допомогою комп'ютерної аеродинаміки вигідно розглядати споруду в її взаємодії з повітряним потоком, отримувати уявлення про незначні подробиці та виявляти проблеми на ранній стадії досліджень. Проте комп'ютерний аналіз є доволі довготривалим процесом, а в аеродинамічній трубі багато речей стають зрозумілими буквально за кілька хвилин, тому навіть тоді, коли комп'ютери стануть на порядок потужнішими, для звичних інструментів завжди знайдеться місце.[8]

Нехтування архітектором проблем пов'язаних з аеродинамічним проектуванням, може значно позначитися на вартості експлуатації будівлі, а також на мікрокліматі робочих місць і житлових приміщень. У зв'язку з цим слід зазначити важливість деяких напрямків для архітектора. Знання геометрії потоку навколо будівлі потрібно архітектору при проектуванні території біля будівлі. Адже там можуть бути як сильні потоки повітря, так і вихори. Головним чином це повинно бути враховано на ранніх стадіях, коли відбувається вибір форми і компоновки споруди. Розподіл тиску по поверхні будівлі потрібно більше не архітектору, а інженерам, які проектують силову конструкцію будівлі та вентиляційні системи.

Знання шляхів поширення вогню та зниження ризиків його розповсюдження дуже важливо для інженерів, які проектують протипожежні системи. Емісію будівель потрібно враховувати в основному архітекторам, які проектують промислову забудову, щоб правильно розташувати витяжні труби по відношенню до вітрових потоків. [5]

Висновки. Слід зазначити, що спорудження сучасних будинків неможливе без розрахунку основних показників будівельної фізики, зокрема показників такої науки як будівельна аеродинаміка. На сьогодні існує цілий ряд практичних завдань, які повинна вирішувати будівельна аеродинаміка. В першу чергу це визначення розподілу тиску по поверхні споруди, як для розрахунків на міцність, так і для проектування систем вентиляції. По-друге, визначення самого характеру обтікання, для створення необхідного мікроклімату. При наявності шпилів і частин конструкцій з великим подовженням необхідно враховувати пульсації вітру. Необхідно відзначити, що аеродинамічний аналіз висотних будівель і малоповерхових споруд є різним. Це пов'язано з тим, що у висотних будівлях є суттєва різниця тиску між основою і дахом, а також є по висоті будівлі зони з різним характером обтікання. [6]

Слід зазначити, що існує проблема, якій сьогодні приділяють мало уваги. Це вплив зведених будинків на вже існуючу забудову. Поява нового об'єкта веде до того, що потік повітря в даному місці перебудовується, що може мати негативні наслідки. Наприклад, виникнення «застійних зон» в місцях розташування елементів вентиляції [7].

Список використаних джерел

1. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика/ Э.И. Реттер.– М.: Стройиздат, 1984.– 294 с.

2. Табунщиков Ю. А. Строительные концепции XXI века в области теплоснабжения и климатизации/ Ю.А. Табунщиков// Материалы Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции», 2005.– С. 25-27.

3. Lawson T. Building Aerodynamic / Lawson T.– London: Imperial College Press, 2001.– 286 pg.

4. Заварина М.В. Метод оценки продолжительности сильных ветров в пограничном слое атмосферы / М.В. Заварина, С.Н. Соколов// Метеорологичесикие нагрузки на сооружения.– 1976.– Вып. 379.– С. 87-95.

5. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г.А. Савицкий.– М.: Стройиздат, 1972.– 112 с.

6. Симиу Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан.–М.: Стройиздат, 1984.– 360 с.

7. Реттер Э.И. Аэродинамика зданий / Э.И. Реттер, С.И. Стриженов.– М.: Стройиздат, 1968.– 242 с

8. Махінько А.В. Два погляди на сучасну аеродинаміку опор зв'язку / Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). - Вип. 2 (30). – ПолтНТУ, 2011. – с. 118-121.

АННОТАЦИЯ

Рассматривается роль и важность использования аэродинамических явлений при сооружении зданий и сооружений.

Ключевые слова: аэродинамика, поток, давление, микроклимат.

ANNOTATION

The role and importance of aerodynamic phenomena in constructed buildings.

Keywords: aerodynamics, flow, pressure, microclimate.

УДК 699.841

Раджабзадег Могсен (Иран),
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ, ПОВРЕЖДЕННОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Введение. Приемлемость любой разработанной методики расчета устанавливается с помощью проведения специально поставленных экспериментов, выполняемых численно либо в лабораторных или натурных условиях в зависимости от вида исследования. В рамках данного исследования экспериментальную проверку предлагаемой методики расчета представилось целесообразным провести в виде численного эксперимента для реального здания в реальных грунтовых условиях при сейсмическом воздействии, которое в действительности имело место. Также важным является восстановление здания после повреждений, вызванных сейсмическим воздействием и выдача оптимальных рекомендаций по его усилению.

Анализ последних исследований. Исследованием динамики строительных конструкций и грунтовых оснований занимались многие специалисты Украины: Айзенберг Я.М., Баженов В.А., Давыдов И.Н., Дегтярь А.С., Демчина Б.Г., Дехтярюк Е.С., Друкованный М.Ф., Егупов В.К., Егупов К.В., Климов Ю.А., Коляков М.И., Кукунаев В.С., Кулябко В.В., Лантух-Лященко А.И., Мельник-Мельников П.Г., Островерх Б.Н., Панюков Е.Ф., Перельмутер А.В., Петраков А.А., Пискунов В.Г., Поляков Г.П., Савицкий О.А., Седин В.Л., Трофимов А.Н., Фиалко С.Ю., Швец В.Б., Шмуклер В.С. и др. Основные практические приложения при изучении взаимодействия зданий с грунтом при колебаниях были предложены специалистами ГНИИСКа: Павлыком В.С., Немчиновым Ю.И., Бамбурой А.Н., Марьенковым Н.Г. Расчетные методики для различных типов зданий предложены Абдурашитовым К.С., Амбарцумяном В.А., Кононенковым Ю.И., Негматуллаевым С.Х., Сепаловым Э.Е., Тихомировым В.Д., Уразбаевым М.Т., Ционгради И., Унгрену Н.

Постановка цели и задач исследований. Целью исследования является проверка предлагаемой автором методики оценки напряженно-деформированного состояния малоэтажных зданий при сейсмических воздействиях [1, 2] для реально существующего здания, претерпевшего землетрясение, а также и рекомендации по восстановлению его несущей способности.

Методика исследований. Исследования были проведены численными методами с применением программного комплекса SAP 2000, в. 17.

Изложение основного материала. Для численного исследования было выбрано 4-этажное жилое железобетонное строящееся здание, поврежденное в

результате землетрясения в г. Бам (Иран) (рис. 1). Динамический расчет здания производился в линейной постановке.

Рис. 1. Рассматриваемое здание, поврежденное в результате землетрясения

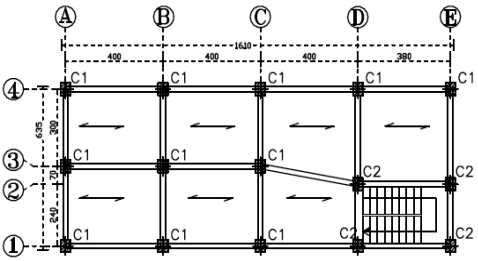


Рис. 2. Типовой план здания

Исходные данные для расчета:

- ширина и длина здания 16,10м×6,35 м. Высота первого и типового этажа 3,2 м, общая высота здания составляет 12,8 метров;
- конструктивная система здания каркасная, в двух направлениях;
- толщина перекрытий 0,25 м. Перекрытие из второстепенных балок, плит и силикатных блоков;
- размер сетки колонн 4×3 м. Внешние и внутренние стены толщиной 15 см из кирпича;
- здание расположено на грунтовом основании типа III в соответствии с нормами 2800 (Иран).
- нагрузка (нормативная): постоянная 4,9 кН/м^2; временная 0,9 кН/м^2.
- поперечное сечение колонны: 0,35×0,35 м, бетон тяжелый С25/30,
- сечение балок: 0,3×0,3 м и 0,3х0,35 м, бетон тяжелый С25/30. продольная арматуры AIII (A400), поперечная арматура AII (A300).
- ленточные бетонные фундаменты шириной 0,6 м заложением 0,5 м.

Нормативное сопротивление бетона сжатию принято 25,0 МПа, начальный модуль упругости 2,9·E4 МПа; нормативное сопротивление арматуры A400 растяжению - 400 МПа; модуль упругости арматурной стали - 2·E5 МПа.

Интенсивность землетрясения составила более 9 баллов (a_{max} = 797 см/с^2) по 12-бальной шкале MSK-64. Были построены спектры реакции грунта для района землетрясения (рис. 3) в соответствии с исследованиями [3].

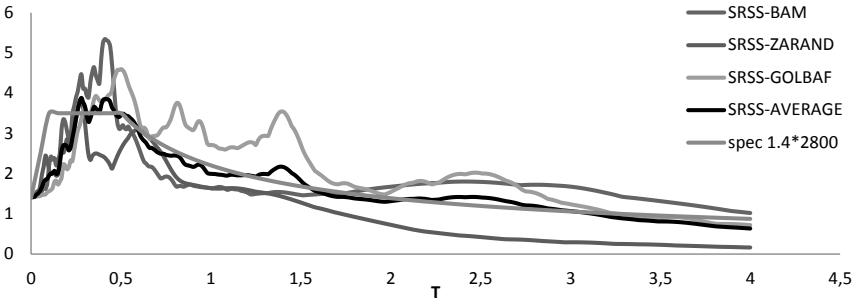
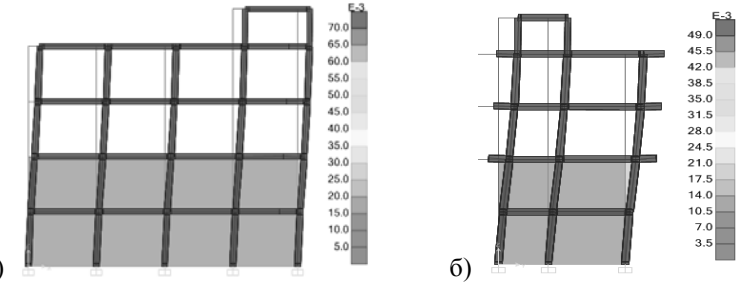


Рис. 3. Спектры реакции грунта при 5%-ном затухании, построенные посредством метода SRSS для района Керман

В результате расчета были получены все параметры напряженно-деформированного состояния здания (рис. 4, 5).

а) б) в)

Рис. 4. Первые три формы колебаний здания: а) 1-ая форма T =1,215 с; б) 2-ая форма T=0,939 с; в) 3-ая форма T=0,881 с.



а) б)

Рис. 5. Деформированная схема здания:
а) продольная рама по оси 1; б) поперечная рама по оси Е

По иранским нормам ACI 318 [4] применяется метод DCR (Demand Capacity Ratio), по которому можно определить возможность обрушения:

$$DCR = Q_{ud}/Q_{CE}, \quad (1)$$

где Q_{ud} – усилия, которые возникают в элементах или узлах (от сжатия, изгиба, сдвига и т. д.) при запредельных воздействиях;

Q_{CE} – величина предельного усилия для какого-либо элемента или узла.

Условие, определяющее возможность обрушения: DCR >1.

Соотношение (DCR) в колоннах выглядит следующим образом (рис. 6):

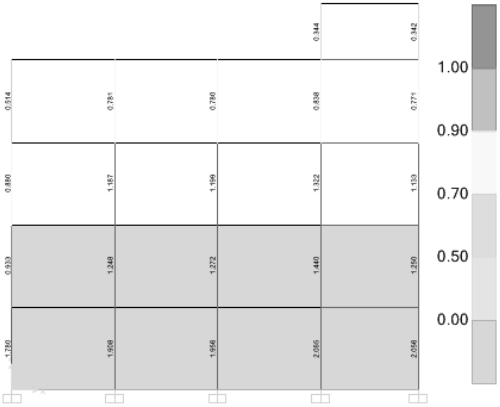


Рис. 6. Результаты расчета до усиления

Как видно, требуется усиление некоторых элементов здания, в данном случае использовалась металлическая обойма; после соответствующего расчета были приняты сечения металлических элементов (рис. 7), уголки равнополочные 100х10 мм, металлические планки сечением 300х120х8 мм.

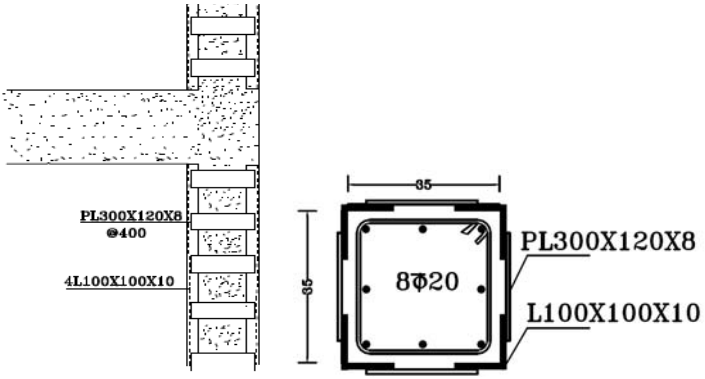


Рис. 7. Усиление колонн металлическими элементами

После усиления, был выполнен перерасчет реконструируемого здания (рис. 8).

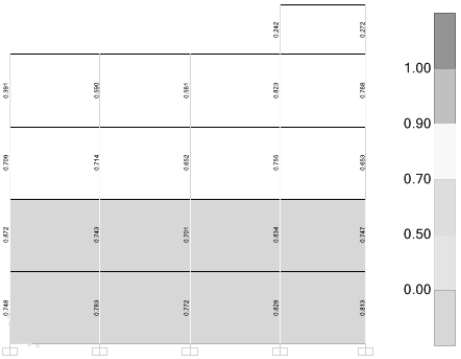


Рис. 8. Результаты расчета реконструируемого здания

Соотношение DCR в колоннах выглядит следующим образом:

Этаж	Максимальные значения DCR в колоннах	
	до реконструкции	после реконструкции
1	2,01	1,02
2	1,4	1,03
3	1,27	1,01
4	0,815	0,66

Результаты исследований и выводы

1. Показана возможность применения предлагаемой методики для эксплуатируемых зданий, поврежденных в результате землетрясения.

2. С помощью данной методики возможно оптимальное усиление несущих конструкций поврежденного здания.

Список использованных источников

1. Раджабзадег М. Методика оценки напряженно-деформированного состояния малоэтажных зданий при сейсмическом воздействии. Тези за матеріалами VI Всеукраїнського наукового семінару, Харків, 15-16.10.2014, с. 125-126.

2. Раджабзадег М., О.В. Кичаева. “Оценка результатов расчета здания на сейсмическое воздействие с использованием разных методов”. Материалы международной НТК, Минск, 23-25.10 2013 г., часть1, с 253-260.

3. Раджабзадег М., Кичаева О.В. Некоторые методологические аспекты построения спектров реакции грунта (в условиях Ирана), «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», збірник наукових праць, Рівне, вип. 29, 2014, с. 532-540.

4. ACI 318-99, “Building Code Requirements for Reinforced Concrete”.

УДК 711.5

Ромашко О.В.,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

ФОРМУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ЗВ'ЯЗКІВ І ВАНТАЖОКОРЕСПОНДЕНЦІЙ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

Проаналізовано передумови формування вантажопотоків на вулично-дорожній мережі міста. Обґрунтовано необхідність застосування системного підходу до вивчення вантажокореспонденцій міста. Наведено структуру вантажоутворюючих об'єктів залежно від виду містобудівної діяльності.

Ключові слова: *вантажні зв'язки, вантажокореспондуючі об'єкти, вантажооборот, містобудівна діяльність.*

Постановка проблеми. Транспорт належить до стратегічно важливих галузей національної економіки. Соціально-економічний розвиток всієї країни, вцілому, та населених пунктів, зокрема, залежить від рівня забезпеченості інфраструктурою [1]. Успішне прийняття рішень по розміщенню нових та територіальній концентрації існуючих складських та промислових підприємств, які є основними вантажоутворюючими об'єктами міста, залишається **актуальною проблемою**. Саме тому слід чітко розуміти увесь процес *формування вантажних зв'язків і кореспонденцій вантажів* з точки зору містобудівної діяльності.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Вантажний транспорт як складова транспортної інфраструктури, його вплив на пропускну спроможність вулично-дорожньої мережі був об'єктом досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених. Серед них: Глухарєва Т. А., Горбаньов Р. В., Ваксман С.А. [2], Любарський Р. Е. [3], Сигаєв А. В. [4], Белл М. Г., Гроссо С. [5] та ін.

Виділення питань, не вирішених в рамках загальної проблеми. Досить часто при дослідженні питання, якому присвячена дана робота, обмежуються вивченням категорій вантажів та об'ємів внутрішньоміських вантажоперевезень. При цьому недостатню увагу приділяють аналізу вантажокореспондуючих об'єктів з урахуванням функціонального зонування міської території, основних вантажоутворюючих галузей народного господарства міста. Тому, **метою** даного дослідження є визначення передумови формування вантажопотоків, вивчення характерних особливостей вантажоутворюючих об'єктів, аналіз основних структурних одиниць міста, які призначені для розміщення об'єктів з високим вантажооборотом.

Виклад основного матеріалу. Народногосподарський профіль визначається галуззю народного господарства, яка переважає в місті. Відомо, що за цією ознакою міста поділяють на поділяють на промислові, курортні, міста-залізничні вузли, наукові центри і т.д. Варто зазначити, що такий поділ характерний в основному для великих і малих міст. Крупні і крупніші міста, як правило, багатофункціональні, адже є крупними промисловими центрами. Питомий вантажооборот крупних і крупніших міст коливається в межах 20-30 т на 1 люд. в рік. У великих та малих містах питомий вантажооборот значною мірою залежить від народногосподарського профілю міста (табл.1) [2].

Таблиця 1

Питомий вантажооборот, т на 1 люд. в рік

	Велике місто	Мале місто
Промислове місто	30-50	40-80
Залізничний вузол	15-20	20-25
Курортне	5-10	10-15
Науковий центр	2-5	5-7

Основними вантажоутворюючими галузями народного господарства міста є промисловість і складське господарство. Саме цим і пояснюється значна потужність питомого вантажообороту, що припадає на 1 люд. в рік в промислових містах.

На об'єм внутрішньоміських вантажоперевезень великий вплив здійснює структура вантажоутворюючих об'єктів міста.

Рис. 1. Структура вантажоутворюючих об'єктів міста

Оскільки ці вантажоутворюючі об'єкти є окремими ланками народногосподарського комплексу країни, то вони виконують різні соціально-економічні функції. Відповідно, промислові підприємства і склади можуть бути віднесені до наступних галузей: галузі спеціалізації, допоміжні та обслуговуючі

галузі. Вантажні зв'язки між об'єктами галузі спеціалізації визначаються розміщенням цих об'єктів вцілому по регіоні, країні, а допоміжних галузей – розміщенням в межах міста. Об'єкти обслуговуючих галузей призначені для задоволення потреб будівництва міста та його населення у необхідній продукції. Вченими доведено, що характер зміни об'єму внутрішньоміських перевезень залежить від виду вантажоутворюючого об'єкту. Так промислові підприємства галузей спеціалізації розподіляють між міськими об'єктами лише 20% об'єму всієї продукції, підприємства допоміжно-обслуговуючих галузей – до 70% [2].

Проаналізувавши містобудівну класифікацію суб'єктів містобудівної діяльності, здійснену Сингаївською О. І. [6], можна виділити наступну структуру вантажоутворюючих об'єктів (табл.2).

Таблиця 2

Структура вантажоутворюючих об'єктів залежно від виду містобудівної діяльності

Види економічної діяльності	Види виробничої діяльності галузей	Види виробничої спеціалізації
1	***2***	***3***
Виробництво послуг Виробництво послуг	*Житлово-комунальне господарство*	Житловий фонд
		Служби експлуатації
		Утримання інженерних мереж
		Санітарна очистка
		Ритуальні послуги
		Інженерно-технічний захист, меліорація та благоустрій територій
	Торгівлі та громадського харчування	Роздрібної торгівлі
		Громадського харчування
	Побутового обслуговування	Побутових послуг
Транспорт Транс порт 1 Транспорт	*Вулиці і дороги*	Міські вулиці і дороги
	Міський транспорт	Автомобільний
	Зовнішній транспорт	Автомобільний
		Залізничний
		Повітряний
		Водний
		Трубопровідний

Продовження табл. 2

1	*2*	*3*
Зв'язок	*Виробничо-експлуатаційні організації*	Телекомунікаційний
Матеріальне виробництво виробництво 1 1 Матеріальне виробництво 1 Матеріальне виробництво Матеріальне виробництво	*Промисловість*	Гірничодобувна
		Металургійна
		Нафтохімічна та хімічна
		Машинобудівна
		Приладобудівна та радіоелектронна
		Деревообробна та паперова
		Будівельна індустрія
		Текстильна і легка
		Харчова
	Енергетика	Електроенергетика
		Теплоелектроенергетика
		Теплоенергетика
	Сільське господарство	Рослинництво
		Тваринництво
	Лісове господарство	Рибне господарство
		Лісництва
		Лісозаготівля
		Обробка лісоматеріалів
	Складське господарство	Торговельних організацій (оптово-роздрібних)
		Виробничо-господарських організацій
		Організації міського господарства
		Організації державних матеріальних резервів
		Заготівельні організації
		Санітарна очистка
		Ритуальні послуги
		Інженерно-технічний захист, меліорація та благоустрій територій

В практиці містобудування прийнято ділити всі вантажі, що перевозяться в межах міста на 4 категорії:

- промислові (сировина, паливо, напівфабрикати, готова продукція промислового виробництва);
- будівельні (вантажі всіх видів будівництва і будматеріали);
- споживчі (пов'язані з обслуговуванням населення);
- інші види вантажів.

Питома вага вантажів кожної категорії у вантажообороті міського транспорту залежить від рівня розвитку вантажоутворюючих об'єктів міста і чисельності населення міста.

Значний вплив на об'єм вантажоперевезень на автомобільному транспорті здійснює організація системи вантажоперевезень. Характерним для процесу постачання міста вантажами є наявність повторюваності перевезень вантажів окремих категорій, яка пов'язана із необхідністю їх складування. Очевидно, що при перевезенні споживчих вантажів коефіцієнт повторюваності вищий, ніж при перевезенні інших категорій вантажів. Однак, незважаючи на те, що складування є необхідною формою організації постачання міста вантажами, сьогодні досить часто можна спостерігати нераціональне зберігання вантажів.

Сукупність внутрішньоміських зв'язків формує кореспонденції вантажів між об'єктами міста і вантажопотоки. Потужність і направленість вантажопотоків залежать від просторової організації міської території. При розміщенні у місті вантажоутворюючих об'єктів, в першу чергу, враховується функціональне зонування його території. Це створює передумови формування вантажопотоків в районах різного функціонального призначення і між ними.

Основними структурними одиницями міста, призначеними для розміщення об'єктів з високим вантажооборотом, є промислові та комунально-складські зони, а також зона зовнішнього транспорту. В сельбищних зонах основними вантажоутворюючими об'єктами є об'єкти торгівлі міського та місцевого значення, а також об'єкти комунально-побутового призначення.

Для багатьох крупних і крупніших міст з високорозвиненою промисловістю характерною є невідповідність розміщення вантажоутворюючих об'єктів функціональному зонуванню території. Адже, території міст ростуть, а підприємства, які були основою розвитку міст і раніше знаходились на околицях міст, поступово опиняються в центральній частині в оточенні житлової забудови. Проблема зосередження високого рівня вантажообороту в центральній частині населеного пункту є актуальною для багатьох міст світу. Так наприклад, в Токіо на долю центральних районів припадає близько 30 – 35% вантажообороту міста. Аналогічна картина спостерігається і в нашій країні.

Таблиця 3

Розподіл вантажообороту автомобільного транспорту по зонах міст, %

Місто	Зони міста		
	центральна	серединна	периферійна
Харків	22,5	36,0	41,5
Кривий Ріг	19,5	39,5	41,0
Донецьк	17,5	39,8	42,7
Рівне	13,1	42,1	44,8

Потужність вантажопотоків між *промисловими районами* в різних містах залежить від структури і загального вантажообороту промислового району, а також від числа таких районів у місті. В крупних і крупніших містах, а також у великих і малих містах промислового профілю існують великі вантажопотоки. Однак, якщо в перших вони мають розгалужений характер, то в других, вони сконцентровані, в основному, на автомобільних магістралях, що з'єднують 2-3 райони міста [4].

Вантажопотоки *будівельних вантажів* формуються, здебільшого, між промисловими районами, де розміщуються об'єкти будівельної індустрії, а також районами будівництва. Їх потужність залежить від продуктивності підприємств – виробників будівельних матеріалів і розміру будівельного об'єкту.

Вантажопотоки *споживчих вантажів* пов'язані з обслуговуванням населення міста і формуються, в основному, між промисловими і житловими районами, а також між промисловими районами і центром міста.

Для більшості міст нашої країни і за кордоном характерним є ріст середньої дальності перевезень вантажів у зв'язку із територіальним ростом міст. В той же час, вдосконалення організації вантажних перевезень сприяє зниженню цього показника за рахунок розвитку мережі вантажних терміналів та складів.

Розподіл об'єму вантажоперевезень по їх дальності залежить від категорії вантажу, що перевозиться (рис.3). Очевидно, промислові та будівельні вантажі розподіляються на більшій території, ніж споживчі. Це пояснюється тим, що в крупних містах існують зони обслуговування населення однотипними підприємствами (хлібо- і молокозаводами, пекарнями і т.д.)

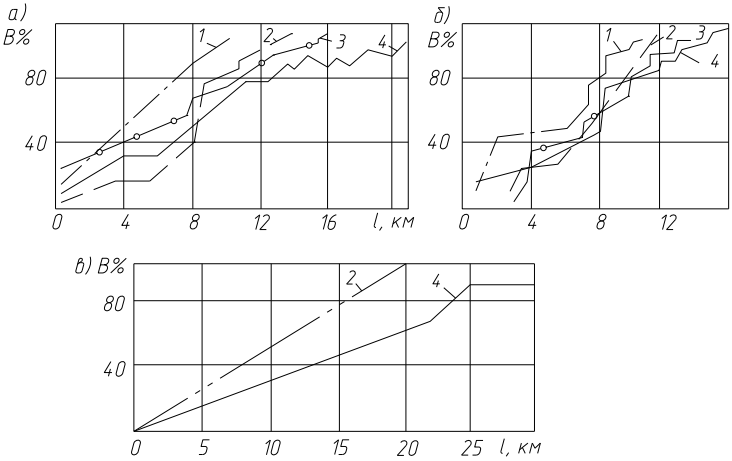


Рис.3. Розподіл об’ємів перевезень вантажів різних категорій за дальністю перевезень *l:* а – м. Донецьк; б – м. Харків; в – м. Москва; 1 – споживчі вантажі; 2 – вантажі цивільного будівництва; 3 – вантажі промислового будівництва; 4 – промислові вантажі

Перевезення вантажів різних категорій мають неоднакову сталість за напрямком. Найбільш сталими є перевезення промислових вантажів. Це пояснюється системою зв’язків, яка складалась роками, і відносною сталістю місцерозташування промислових підприємств, складів, вантажних дворів та інших вантажоутворюючих об’єктів в плані міста. Найменш сталими за напрямком є перевезення будівельних вантажів. Адже зі зміною району будівництва змінюються і напрямки основних вантажних зв’язків. Для споживчих вантажів характерною є певна сталість потоків за напрямком. Однак, поява нових житлових районів, будівництво нових підприємств, що забезпечують міське населення необхідними вантажами, призводить до перерозподілу вантажопотоків у місті.

Підсумовуючи вищесказане можна зробити наступні **висновки:**

- функціональне зонування міської території створює передумови формування вантажопотоків в районах різного функціонального призначення і між ними;

- на об’єм внутрішньоміських вантажоперевезень великий вплив здійснює структура вантажоутворюючих об’єктів міста та організація системи вантажоперевезень;

- основними вантажоутворюючими галузями народного господарства міста є промисловість і складське господарство, а основними структурними одиницями міста, призначеними для розміщення об’єктів з високим

вантажооборотом, є промислові та комунально-складські зони, а також зона зовнішнього транспорту.

Список використаних джерел

1. Ремига Ю.С. Аналіз тенденцій розвитку транспортної інфраструктури України [Текст] / Ю.С. Ремига. – Київ : Збірник наукових праць НАУ. – 2008. – No 20. – С. 263 – 273
2. Горбанев Р.В., Ваксман С.А., Глухарева Т.А. Проблемы загрузки сети магистральных улиц и дорог больших городов автомобильным транспортом: Проблемы больших городов. – М.: ГОСИНИТИ, 1979. – Вып. №21. – 27 с.
3. Любарский Р.Э. Проектирование городских транспортных систем [Текст] / Р. Э. Любарский // К.: Будивельнык. - 1984. – 216 с. – ISBN -.
4. Сигаев А.В. Грузовые магистрали города [Текст] / А.В. Сигаев // М.: Высшая школа. – 1973. – 254 с.
5. Bell M.G., Grosso S. The Path Flow Estimator as a network observer // Traffic Eng. and Contr., 1998. – Vol 39. – N 10. – P. 540 – 549.
6. Сингаївська О. . Інформаційне забезпечення процесів управління розвитком містобудівних систем [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.23.20. “Містобудування та територіальне планування” / Сингаївська Олександра Іванівна; Київ. нац. ун-т буд-ва та архіт. - К., 2013. - 32 с.: рис., табл.

АННОТАЦИЯ

Проанализированы предпосылки формирования грузопотоков на улично-дорожной сети города. Обоснована необходимость применения системного подхода к изучению грузовых корреспонденций города. Приведена структура грузообразующих объектов в зависимости от вида градостроительной деятельности.

ANNOTATION

The prerequisites for the freight traffic flows formation pass via the street and road network of the city are analyzed. The necessity of system approach application to the study of city freight correspondence is grounded. The structure of freight traffic objects depending on the type of urban development activity is resulted

УДК 711.552.1+ 725.8

к.т.н., доцент Ротко С.В., Бортник О.В.,
Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ

Проаналізовано особливості проектування торговельно-розважальних центрів. Наведено основні характеристики функціонально-планувальних моделей, виділено проблеми при проектуванні ТРЦ в Україні.

Ключові слова: *торговельно-розважальний центр, моделі функціонально-планувальної організації, форма організації торгівлі*.

Постановка проблеми. Розвиток економіки країн світу призвів до появи специфічної форми організації торгівлі та надання послуг дозвілля – торговельно-розважальних центрів (ТРЦ). Поряд із комплексністю обслуговування та економією витрат часу відвідувачів у ТРЦ підвищується якість обслуговування шляхом використання сучасних засобів автоматизації та раціонального обладнання. Завдяки укрупненню та інтеграції підприємств і багатоцільовому використання приміщень досягається скорочення витрат на будівництво та експлуатацію. Формування ТРЦ відкриває широкі можливості для вирішення містобудівних, регіональних типологічних і архітектурно-художніх завдань. Зважаючи на активні процеси включення України до міжнародної економіки, поширення тенденцій глобалізації та інтернаціоналізації усіх галузей господарства, ТРЦ у нашій державі стають дуже поширеними та популярними. Разом із тим, помітними є проблеми відсутності досвіду проектування подібних установ, застосування застарілих норм і стандартів, недостатнє використання найсучасніших технологій і матеріалів. Усі ці важливі проблеми поки що недостатньо досліджені.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Функціональній та об’ємно-планувальній організації цивільних будівель і зокрема торговельних і багатофункціональних комплексів були присвячені праці відомих вчених: В.А. Абизова, Н. Беддінгтона, І.П. Васильєвої, В.В. Вержбицького, А.О. Гавриліної, О.А. Гайдучені, А.Л. Гельфонд, Д. Гослінга, В.І. Єжова, С.В. Єжова, К. Канаян, О.Я. Костенка, В.В. Куцевича, А.І. Матвієнко, Б. Мейтленда, Ю.М. Онищенко, В.В. Приймака, Ю.Г. Рєпіна, А.І. Урбаха, В.П. Уреньова, І.Р. Федосєєвої та інших вчених. Джерельною базою дослідження стали праці Башар Сулейман А.А. [1], О. Попової [6], В. Сидорової [8], Т. Успенської [9] та інших.

Виклад основного матеріалу. Торговельно-розважальні комплекси є на сьогодні однією із найпоширеніших форм організації господарської діяльності

людини. У сучасному розумінні торгові центри виникли у США у 30-х роках XX століття. У зарубіжних країнах вже накопичено великий досвід проектування і будівництва таких центрів. Вони розрізняються за величиною, місцерозташуванням, складом підприємств, які до них входять.

За визначенням Американського інституту містобудування, торговельний центр є системою комерційних підприємств, що були спроектовані, побудовані та використовуються як єдина група. При цьому він оснащений паркувальними майданчиками та обслуговує визначену групу споживачів.

Інститут міського планування Великобританії торговий центр визначає як групу комерційних закладів, що планується, створюється, управляється як одиниця і співвідноситься розміщенням, розмірами, типом магазинів із районом обслуговування [4].

В Україні така форма обслуговування населення, як торговельно-розважальні центри, почала формуватися із середини 1990-х років. Незважаючи на те, що українські фірми-забудовники уже мають значний досвід у підрахунку рентабельності ТРЦ і підборі орендарів, спостерігається приділення недостатньої уваги функціональному плануванню ТРЦ.

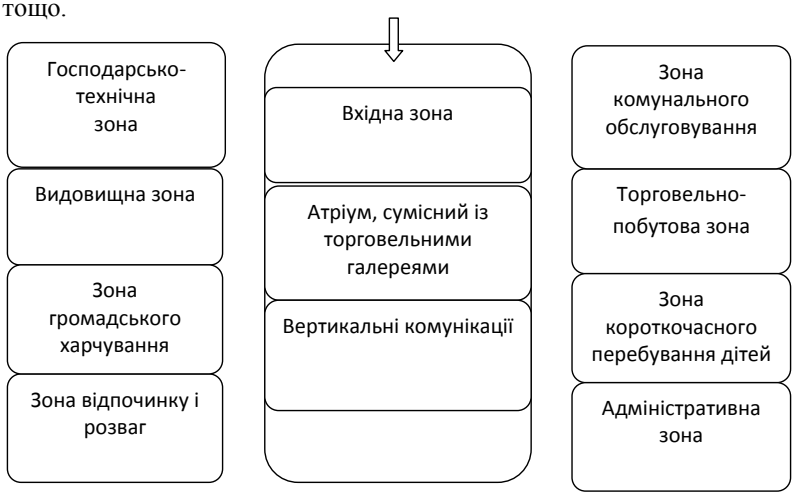
На сьогодні у світі вироблено систему ідей та принципів у розвитку торговельного обслуговування населення, а саме:

1) зростання рекреаційного підходу до будівництва торговельного центру і збільшення частки неторговельних (розважальних) функцій у його складі;
2) домінування критого центрального громадського комплексу;
3) посилення урбаністичного підходу до торговельного центру, збільшення уваги до зовнішнього міського простору, навколишньої забудови;
4) використання підземного простору не лише в обслуговуючих, допоміжних або транспортних функціях [2].

Досвід функціонування торговельних комплексів, як за кордоном, так і в Україні, засвідчив переваги центру обслуговування у порівнянні із розпорошеними (окремими, невеликими) торговими установами. Єдина, значних розмірів, будівля створює атмосферу комфорту та підвищує рівень організації технологічних процесів. При цьому можливість вибору не лише значного асортименту товарів (як промислових, так і продовольчих), але й комплексу послуг різного характеру (розважальних, туристичних, навчальних, косметично-гігієнічних тощо) є значною перевагою ТРЦ. Окрім цього, будівництво торговельних центрів дозволяє чіткіше організувати під'їзні шляхи, раціонально використати територію, комунікації, транспорт і механізувати вантажно-розвантажувальні роботи. До переваг ТРЦ відноситься й те, що їхня експлуатація дозволяє знизити поточні витрати (електрика, газ, вода) та підвищує ефективність капіталовкладень [4].

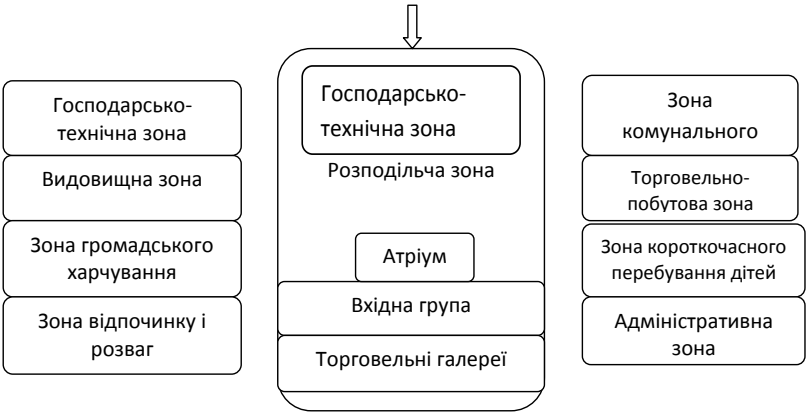
Разом із тим, існують істотні недоліки у будівлях такого типу. Насамперед, торговельно-розважальні центри мають жорстку конструктивно-планувальну схему, яка унеможливлює будівництво споруд по черзі (залежно від наявності коштів, як це часто буває у будівництві житлових масивів). Окремі підприємства чи установи, які є складовими ТРЦ, часто мають різні цілі й призначення, що, по суті, виключає спільну експлуатацію однорідних приміщень, а також ускладнює процес фінансування, як під час самого будівництва, так і під час експлуатації.

Дослідники виділяють чотири моделі функціонально-планувальної організації торговельно-розважальних комплексів [6]. Модель 1 характеризується доступністю всіх підрозділів і послуг ТРЦ за допомогою одного комунікаційного ядра – атріуму, з'єднаного із торговельними галереями. До переваг моделі належать легка навігація, компактність, раціональне використання ресурсів, простота й доступність установ торгівлі, харчування, розваг тощо.



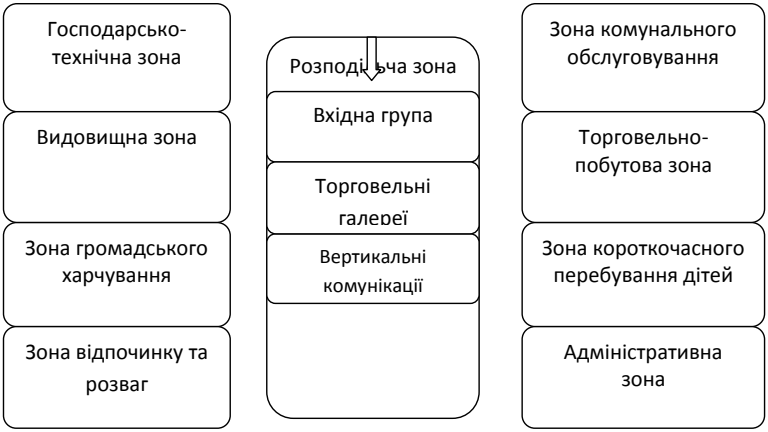
Модель 1

Модель 2 є характерною для малих торговельно-розважальних центрів зі складною містобудівною ситуацією. У неї складна конфігурація плану, доступними є усі функціональні зони та підрозділи, які представлені торговельними галереями й вертикальними комунікаціями.



Модель 2

Модель 3 характерна для середніх і великих торговельно-розважальних центрів, які мають складну конфігурацію. Її особливість полягає у тому, що зв'язки функціональних зон здійснюються за рахунок атріуму та торговельних галерей, які мають спільні чи власні групи вертикальних комунікацій.



Модель 3

Основним завданням при проектуванні торгово-розважального комплексу є необхідність ретельного планування усіх купівельних потоків, а також створення комфортних емоційних умов для тих, хто відвідує комплекс, а ще – зручного фонду для орендарів торгових площ. Дуже важливими є також витрати при експлуатації об'єкта. Під час проектування торговельно-розважальних центрів необхідним є врахування їхньої класифікації. За критерієм зони обслуговування такі типи споруд поділяються на районні, регіональні та субрегіональні. Окрім того, важливими є врахування

функціонально - планувальної організації, складу приміщень, параметри торговельно-розважального центру та його транспортна доступність із різних районів міста [1].

Модель 4

Характеристики торговельно-розважальних комплексів безперервно вдосконалюються, як для покращення громадської функціональної ваємодії із населенням, так і суспільного розвитку в цілому. Власне, стрімке будівництво нових торгово-розважальних центрів є ще одним містобудівним чинником. Тільки у 2013 р. в місті Києві та на його околицях було відкрито шість торгово-розважальних центрів загальною площею 93910,00 м^2. При цьому площа розважальних зон становить 39696 м^2 [9].

Не відстає від Києва та інших великих міст України й Луцьк. Нещодавно відбулося відкриття першої із двох будівель торговельно-розважального центру "ПортСity", загальна площа яких 62 429,5 м^2. Обидві вони разом з існуючим торговельним центром "ТАМ-ТАМ" створять єдиний комплекс. У правому торгово-розважальному центрі на першому поверсі розміщено торгові приміщення, на другому – окрім торгових залів, розташувались 4-х зальний кінотеатр, льодова арена, боулінг, зони громадського харчування. Передбачено тут і підземний паркінг площею 38 042,7 м^2 та загальною місткістю близько 200 автомобілів. У лівій, п'ятиповерховій будівлі площею 24386 м^2 , перші два поверхи запроектовано під торгово-розважальні приміщення, три останні – під офісні. Особливістю будівлі є розміщення двох автопаркувань: на 130 машиномісць у цокольному поверсі та 50 – на даху будівлі [5].

У технологічному плані процес будівництва був досить складним, що пояснюється умовами обмеженої міської забудови, складністю природних умов району будівництва. Високий рівень грунтових вод спричинив особливі умови конструювання фундаментів. Технологія занурення паль у грунт здійснювалася методом статичного втискування, яка виключала передачу динамічних

навантажень на сусідні будівлі. Особливим є також фасад комплексу: використання спайдерного скління, склопрофіліту, новітніх ексклюзивних матеріалів дозволило підкреслити індивідуальність будівлі.

На сьогодні у Луцьку, як і в цілому по Україні, спостерігається тенденція до збільшення кількості торговельно-розважальних центрів. Це пояснюється в тому числі й тим, що саме така форма організації торгівлі та інших сфер надання послуг є найбільш привабливою для споживача. Разом із тим, в Україні існує низка суттєвих проблем, які перешкоджають розвитку такого типу установ. По-перше, практично відсутніми є теоретичні розробки, які стосуються ТРЦ. По-друге, потребує вдосконалення система проектування сучасних центрів із врахуванням використання інноваційних матеріалів і технологій. По-третє, недосконалими є пожежні та санітарні норми, які застосовуються до проектування торговельно-розважальних центрів. Крім того, в Україні будівництво ТРЦ часто здійснюється без врахування вимог місцевого населення (на місці парків, дитячих майданчиків, археологічних пам'яток тощо) та з порушеннями екологічних стандартів. Усі ці недоліки потребують удосконалення і кропіткої праці, як зі сторони будівельників-забудовників, так і влади [8].

Висновки. Торговельно-розважальні центри (комплекси) продовжуватимуть залишатися провідною формою організації торгівлі та надання розважальних послуг і надалі. Це поснюється не лише тенденціями будівництва, але й потребами споживачів. Власне, вдосконалення системи проектування ТРЦ в Україні із врахування сучасних вимог і стандартів є актуальним завданням, вирішення якого покращить ситуацію із містобудуванням в Україні в цілому.

Список використаних джерел

1. Башар Сулейман А.А. Принципи архітектурно-планувальної організації торгово-розважальних комплексів: автореф. Дис. На здобуття наук. Ступеня канд. Архітектури: спец. 18.00.02 – «Архітектура будівель і споруд» / Башар Сулейман А.А. – К.: КНУБА, 2010 – 18 с.

2. Беддингтон Н. Строительство торговых центров / Н. Беддингтон. – М.: Стройиздат, 1986.

3. Бенаи Х. А. Анализ функционально-планировочных особенностей торгово-развлекательных центров / Х. А. Бенаи, О. И. Фетисов // Вісник ДонНАБА. Серія: Проблеми архітектури і містобудування. — Макіївка, 2010. — Випуск 2(82). — С. 25-31.
http://www.donnasa.edu.ua/publish_house/journals/spgs/2010-3/02_benai_fetisov.pdf.

4. Виноградська А. М. Комерційне підприємництво: сучасний стан, стратегії розвитку: Монографія / А. М. Виноградська. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 807 с.
5. На 62430 м2 збільшиться торгівельно-розважальний Луцьк [Електронний ресурс] // Альтіс Холдинг. – Режим доступу: http://www.altis.ua/ua/press/news/2008-08-29/
6. Попова О.О. Проектування сучасних торгівельно-розважальних комплексів в Україні / О. О. Попова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2012. - Випуск 20. – С. 332-337.
7. Проектування торгових центрів // Каталог тематичних статей. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://arhiv-statey.pp.ua/index.php?newsid=35491
8. Сидорова В. В. Организация многофункциональных развлекательных комплексов в условиях приморских курортов / В. В. Сидорова // Строительство и техногенная безопасность. – 2011. Выпуск 37. – С. 18-23.
9. Успенська Т. О. Основні тенденції розвитку дитячих розважальних центрів дозвілля в торгово-розважальних комплексах великих мегаполісів України // Т. О. Успенська // Архітектурний вісник КНУБА. – 2013. - №1 (25). – С. 162-168. file:///C:/Users/SV/Downloads/avk_2013_1_25%20(1).pdf.

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы особенности проектирования торгово-развлекательных центров. Приведены основные характеристики функционально-планировочных моделей, выделены проблемы при проектировании ТРЦ в Украине.

Ключевые слова: торгово-развлекательный центр, модели функционально-планировочной организации, форма организации торговли.

ANNOTATION

The article analyzes the peculiarities of the design of shopping centers. The main characteristics of the functional planning models, selected problems in the design of the shopping center in Ukraine.

Keywords: shopping and entertainment center, model the functional planning organization, form of organization of trade.

UDK 624+691

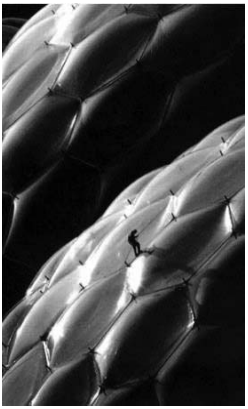
Rotko S.V., Ph.D., Associate Professor, NTU Lutsk,
T. Kozak, technisch universitet, Dresden

NEUES BAUEN MIT ETFE-FOLIEN

Der vorliegende Artikel beinhaltet eine Darstellung des neuen Baumaterials ETFE. Beschreibt die grundlegenden Eigenschaften und mögliche Anwendungen, insbesondere in der ETФE-Kissen für die Beschichtung von großen Spannweiten.

Schlagwörter: *ETFE, Folie, Kissen, ETFE-Kissen, Ethylen-Tetrafluorethylen.*

Vorwort. Seitdem im 18. Jahrhundert das Flachglas erfunden wurde, hat die Menschheit versucht, immer leichtere und transparentere Gebäude zu erbauen. Nur selten gewann ein neues Material der Baubranche einen solchen Einfluss auf die Gestaltung und Funktionsfähigkeit von Gebäuden wie ETFE-Folie.



Geschichte und Entwicklung. In erster Linie ist ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen) ein künstlich hergestelltes Fluorpolymer. ETFE ist seit den 1940er Jahren bekannt, als das Unternehmen DuPont für diese Substanz ein Patent in den USA erhielt. In den Handel kam es jedoch erst 1970, und hat seitdem in vielen Bereichen wie der Erdöl- und der Automobilindustrie, der Raumfahrt- und der Kernkrafttechnik Anwendung gefunden. Das Interesse der Architektur an ETFE begann 1973-1974.

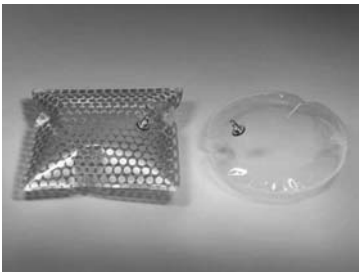
Das Material ETFE. Das Gewicht der ETFE-Folie beträgt nur 1% des Gewichts von Glas, und zwar 350 g/m2. ETFE lässt 90-95% des kompletten Lichtspektrums und 83-88% des ultravioletten Lichts durch und ist damit deutlich lichtdurchlässiger als Glas.Im Gegensatz zu vielen anderen Baumaterialien, die häufig so eingesetzt werden, dass ihre Stärke maximal genutzt werden kann, liegen die Vorteile von ETFE gerade in seiner „Schwäche", in seiner Duktilität. Was wie ein Nachteil erscheinen mag, wird zu einem Vorteil, wenn das Material sich um 400% dehnen kann, bevor es versagt.

Also, diese Eigenschaft verleiht ETFE eine enorme Widerstandsfähigkeit und macht ein Zerreißen praktisch unmöglich.

Folienherstellung und –bedruckung. Derzeit wird ETFE-Folie unter verschiedenen Markennamen in der Welt produziert. Die Firmen unterscheiden die Folien nach Farbe, Transparenz, Lichtdurchlässigkeit, Opazität, nach matter oder glänzender Oberfläche, sowie nach der Dicke, die zwischen 50 und 250 μm beträgt.

ETFE-Folien können durchgefärbt oder mit aufgedruckten Mustern verwendet werden. Das am häufigsten verwendete Pigment ist Silber, weil dieses am besten Sonnenlicht und Wärme reflektiert.

ETFE-Kissen. Die Herstellung von ETFE-Kissen erfordert eine Kombination von Hightech und Handwerk. ETFE-Kissen können in allen Größen und Formen hergestellt werden. Ein gängiges System besteht aus zwei bis fünf Lagen Folie in verschiedenen Stärken. Die Folien werden zugeschnitten und miteinander verschweißt, um die großen Oberflächen der Luftkissen zu schaffen.



Für eine ausreichende Zugfestigkeit und Abdichtung wäre zwar schon eine 1mm breite Schweißnaht ausreichend, doch zur Sicherheit wird 5mm für die Naht gewählt.

Keine anderen Materialien oder chemischen Wirkstoffe werden benötigt. Nur eine bestimmte Kombination aus Hitze, Druck und Dauer muss exakt eingehalten werden. Zum Schluss werden spezielle Luftventile in die Folienoberflächen eingebaut und abgedichtet.

Die Form jedes Zuschnitts wird von der firmeneigenen Software bestimmt, die die gewünschten dreidimensionalen Formen in flache Schnittmuster umwandelt. Diese Zuschnitte ermöglichen die Wölbung der Luftkissen, indem sie die Länge der Diagonalen vergrößern. Laser werden trotz ihrer Präzision nicht zum Schneiden von ETFE verwendet, da ihre hohen Temperaturen für ein so dünnes Material ungeeignet sind. Hierbei ist anzumerken, dass die geplante endgültige Form oft erst ein paar Jahre nach dem Einbau erreicht wird, wenn die Gebäudehülle unterschiedlichen Temperaturen und dynamischen Wind-, Regen- und Schneelasten ausgesetzt war.

Zum Befestigen der Kissenränder und Anbringen der Kissen auf der Primärkonstruktion verwenden alle Firmen eigene Aluminiumprofile. In den Profilen befinden sich Isolierung und eingebaute Kanäle für Anbringen der Kissen. An der Einbaustelle werden die Kissen ausgebreitet, zu den Luftversorgungssysteme angeschlossen und sobald wie möglich bis zu ihrem Nenndruck aufgeblasen, um Beschädigungen durch Falten und Wind zu vermeiden.

Die Luftversorgungseinheit besteht aus zwei Gebläsen. Sollte die Luftzufuhr einmal ausfallen, bleibt das Gebäude stabil. Die einzige negative Folge wäre eine kurzzeitige Verschlechterung der Isolationswerte, bis die Luftzufuhr wieder einsetzt. Rückschlagventile im System stellen sicher, dass die ETFE-Kissen auch ohne Luftzufuhr ihren Druck vier bis acht Stunden lang halten können. Obwohl ETFE luftdicht ist, ist es dampfförmig, was bei Gebäuden mit höher Luftfeuchtigkeit Entfeuchter erforderlich machen kann.

ETFE-Kissensysteme werden gewöhnlich mit einem Luftdruck von 200-600 Pa stabilisiert, was ungefähr 0,2 - 0,6% des Luftdrucks in einem Autoreifen entspricht und ausreicht, um die Spannung auch gegen äußere Einwirkungen wie Wind und Schnee aufrechtzuerhalten.

Die Luft in den Kissen übernimmt nicht nur konstruktive Aufgaben, sondern wirkt als Isolationsschicht, wodurch sich die Dämmeigenschaften der Gebäudehülle deutlich verbessern. Dichtungen aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer), die in die Aluminiumrandprofile eingebaut sind, übernehmen Isolierungsfunktionen. Mehrlagige ETFE-Systeme erlauben es den Planern, die bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäude durch die Anzahl der Folienlagen, der Pigmentierung und Intensität der Bedruckung selbst zu spezifizieren. Jede Schicht eines Kissens kann speziell an die Wünsche des Kunden angepasst werden.

Die Strahlung und Abschattung können durch die Einbindung von durchscheinenden oder deckenden Pigmenten in einigen oder allen Folienschichten oder auch durch das Bedrucken der Oberflächen mit solchen Pigmenten reguliert werden. Dadurch wird die Strahlungstransmission verändert und verschiedenste Durchlassfaktoren können somit erzielt werden.

Leider sind ETFE-Kissen auch akustisch sehr durchlässig, besonders für niederfrequenten Schall. Deswegen ist ein Einbau in Büros und Bibliotheken nicht zu empfehlen.

Sicherheit. Eine der wichtigsten Eigenschaften von ETFE im Vergleich zu anderen Materialien aus Kunststoff ist dessen positives Brandverhalten. Zwar ist ETFE brennbar, doch nur schwer entflammbar.

Auch wurden Rauchabzugsöffnungen entwickelt und patentiert, in die 4 mm starke Wärmewiderstandsdrähte eingebaut wurden. Diese Drähte sind in die Ränder der Kissen integriert und werden durch Feuersensoren aktiviert, die an das Gebäudemanagementsystem angeschlossen sind. Nach der Aktivierung erhitzt sich der Draht, wirkt dann wie ein heißes Messer und zerschneidet die Folie, damit auch kalter Rauch ins Freie gelangen kann. Innerhalb von 60 Sekunden nach der Aktivierung sind 50% der Kissenfläche frei und 100% innerhalb von 90 Sekunden. Zu diesem Zeitpunkt ist die Folie an drei Seiten abgetrennt und hängt an der vierten Seite fest.

Weiterhin können ETFE-Kissen nicht zerbrechen oder aus ihren Rahmen fallen, was einen weiteren Pluspunkt in Bezug auf die Sicherheit darstellt.

Wenn die äußere Schicht durchstoßen ist, wird die mittlere Schicht des Kissens angesaugt und schließt das Loch von innen. Kleinere Schäden können leicht mit einem entsprechenden Reparatursatz vor Ort repariert werden, und die Kissen müssen normalerweise nicht ausgetauscht werden.

Zweckdienlichkeit. Die Praxis zeigt, dass Kissensystem sehr energieffizient sind, weil ihre Gebläse nur den Luftdruck aufrechterhalten müssen. Eine Luftversorgungseinheit, die für 1000m2 Kissenfläche ausgelegt und durchschnittlich die Hälfte der Zeit in Betrieb ist, verbraucht nur ähnlich viel Energie wie eine gewöhnliche Glühlampe. Bei den Lebenszykluskosten ist ETFE ebenfalls sehr effizient, da es ein wartungsarmes Material ist. Die Unterseite der Kissen kann mit Wasser gereinigt werden, obwohl diese Reinigung in der Praxis selten durchgeführt wird, weil sie kaum notwendig wird. Die Oberfläche von ETFE-Kissen ist glatt und nichthaftend, zudem reinigt sie sich selbst bei Regen.

Für die Herstellung und den Transport von ETFE wird nur ein Bruchteil der Energie benötigt, die für herkömmliche transparente Materialien wie z.B. Glas erforderlich ist. Obwohl der Stoff ETFE weder natürlich vorkommt noch biologisch abbaubar ist, ist er dennoch zu 100% recycelbar.

Die Zukunft von ETFE. Luft als Baumaterial zu nutzen ist ein relativ neuer Ansatz in der Architektur. Damit die Technologie der ETFE-Gebäudehüllen fortbestehen und wachsen kann, muss sie weiterhin die sehr hohen Anforderungen in der Praxis bestehen.

Üblicher Kunststoff, der die Städte in der Vergangenheit vernichten half, wird heutzutage genutzt, um außergewöhnliche Baulandschaften zu errichten.

Literatur

1. Annette LeCuyer “ETFE. Technologie und Entwurf”, Birkhäuser Verlag AG, Berlin, 2008.

2. Fuchs Andreas, “Innovative Design and Construction” Verlag: DETAIL, 2010

3. iSmithers „High Performance Plastics 2011“ Verlag: iSmithers Rapra Publishing, 2011.

4. Kaltenbach Frank „Transluzente Materialien / Glas - Kunststoff – Metall“ Verlag: München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 2010.

5. Zeitschrift “Arch+ №189“, Verlag GmbH , Aachen, 2010.

АНОТАЦІЯ

У статті представлено новий будівельний матеріал ЕТФЕ. Описані його основні властивості та можливі галузі застосування, зокрема, в ЕТФЕ-подушках для покриттів великих прольотів.

Ключові слова: ЕТФЕ, фолія, подушка, ЕТФЕ-подушка, етилен-тетрафторетилен.

АННОТАЦИЯ

В статье представлен новый строительный материал ЕТФЕ. Описаны его основные свойства и возможные области применения, в частности, в ЕТФЕ-подушках для покрытий больших размеров.

Ключевые слова: ЕТФЕ, фолия, подушка, ЕТФЕ-подушка, этилен-тетрафторэтилен.

УДК 624.04:658

к.т.н., доцент Ротко С.В., Чайка В.В.,
Луцький національний технічний університет

БУДІВЕЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ ЯК СУЧАСНА ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Досліджується важливість впровадження інноваційних проектів і технологій для конкурентоспроможності України. Аналізуються специфіка інжинірингової діяльності та види послуг будівельного інжинірингу.

Ключові слова: *інноваційний розвиток, будівельний інжиніринг, життєвий цикл, інтелектуальна діяльність.*

Вступ. На сучасному етапі розвитку української економіки є очевидним, що єдино можливим для підвищення конкурентоспроможності країни є шлях інноваційного розвитку на усіх рівнях. Тому життєво важливо впроваджувати проектний підхід до створення нових продуктів – від об’єктів нерухомості та товарів першої необхідності до інформаційних технологій і наукових розробок. Із постійним ростом цін на ресурси конкурентні переваги мають ті суб’єкти господарювання, які активно впроваджують інноваційні проекти та технології. Кожен інвестор хоче мати гарантію вкладання інвестиційних ресурсів у якісні та ефективні інвестиційно-будівельні проекти, а тому для реалізації своїх інвестиційних задумів прагне залучити лише новаторів та професіоналів [1].

Одне з ключових місць у цьому контексті займає інжиніринг. Аналізуючи сучасну наукову літературу, можна визначити це поняття як сукупність інтелектуальних видів діяльності, що мають за кінцеву мету отримання найкращих результатів від капіталовкладень або інших видатків, що пов'язані з реалізацією проектів різноманітного призначення, за рахунок найбільш раціонального підбору та ефективного використання ресурсів, а також методів організації та управління, на базі сучасних науково-технічних досягнень, з урахуванням конкретних умов і факторів реалізації проектів.

Основна частина. Одним із видів інжинірингу є так званий будівельний інжиніринг – «діяльність із надання послуг інженерного та технічного характеру, до яких належать проведення попередніх техніко-економічних обґрунтувань і досліджень, експертизи проекту, розробка програм фінансування будівництва, організація виготовлення проектної документації, проведення конкурсів і торгів, укладання договорів підряду, координація діяльності всіх учасників будівництва, а також здійснення технічного нагляду за будівництвом об'єкта архітектури та консультації економічного, фінансового або іншого характеру» [3]. Будівельний інжиніринг включає розробку

рекомендацій у галузі організації виробництва й управління, підготовку техніко-економічних обгрунтувань (ТЕО) проектів, обслуговування й експлуатацію різних будівельних об'єктів. Таке трактування дає змогу пов’язати інжиніринг із різними видами економічної та промислової діяльності (будівництвом, містобудуванням, електротехнікою, гірництвом, хімічною промисловістю, машинобудуванням тощо [4].

Будівельний інжиніринг існує у вигляді комплексної професійної діяльності, здійснюваної так званими інжиніринговими компаніями. Інжиніринг як професійна діяльність у даному контексті представляє собою надання послуг і виробництво матеріальної та інтелектуальної продукції, пов'язаних із здійсненням інвестиційно-будівельних проектів зі створення, експлуатації і розвитку об'єктів промисловості та інфраструктури. Практичний інжиніринг передбачає, як правило, створення або надання цілком конкретної продукції, інтелектуальної чи матеріальної, наприклад розробку проектно-кошторисної документації, постачання конкретного обладнання, монтаж цього обладнання, забезпечення його функціонування тощо [5].

Інжинірингова діяльність за кордоном здійснюється спеціалізованими інжиніринговими, інженерно-консультаційними та інженерно-дослідними фірмами, а в Україні – проектними, вишукувальними та галузевими науково-дослідними та проектними (у т. ч. проектно-технологічними) інститутами, конструкторськими та дослідно-конструкторськими бюро.

Життєвий цикл будь-якого будівельного об’єкта включає шість стадій (етапів):

1. передінвестиційний етап (етап довгострокового планування інвестицій і планування);
2. передпроектний етап (опрацювання та погодження основних параметрів будівельного об'єкта);
3. етап проектування;
4. власне будівництво;
5. етап експлуатації будівель і споруд;
6. етап ліквідації об’єкта [4].

Основні **функції** інженерного забезпечення реалізуються відповідно до життєвого циклу будівельного об’єкта. Найбільшою мірою до будівельного інжинірингу відноситься організація третього та четвертого етапів, які включають інженерні дослідження, розробку проектної, тендерної, «робочої» документації, проведення необхідних державних експертиз, а також отримання дозволу на будівництво, укладення договорів із підрядниками та постачальниками матеріалів, доставка технічного обладнання, підготовчі

роботи, основні роботи, забезпечення безпеки об’єкта та, власне, прийом виконаних робіт і об’єкта в цілому тощо [5].

У сформованій Європейською економічною комісією і прийнятій інженерною спільнотою класифікації виділяються кілька видів інжинірингу. Найбільш поширені — консультаційний, будівельний, технологічний і комплексний інжиніринг. Деякі **види** будівельного інжинірингу мають самостійне значення і класифікуються за видами об'єктів (будівель і споруд) або за видами послуг з інженерного забезпечення. До них можна віднести такі:

- розрахунок і проектування будівельних конструкцій (structural engineering);
- антисейсмічний інжиніринг (earthquake engineering);
- інжиніринг будівельних матеріалів і конструкцій (materials engineering);
- геотехнічний і геологічний інжиніринг (geotechnical engineering);
- геодезичний інжиніринг (surveying);
- управління будівельним виробництвом (construction engineering);
- інжиніринг навколишнього середовища (environmental engineering);
- гідротехнічний інжиніринг (coastal engineering);
  інжиніринг водних ресурсів (water resources engineering);
- інжиніринг міського господарства (municipal or urban engineering);
- транспортний інжиніринг (transportation engineering);
- дорожній інжиніринг (pavement engineering) [6].

Крім того, одним із різновидів будівельного інжинірингу є управління експлуатацією будівель (facility management), що передбачає забезпечення технічної експлуатації будівель (обслуговування інженерних систем, ремонт, прибирання, видалення відходів тощо); управління розміщенням персоналу, підрозділів, орендарів (для житлових будинків – організація побутових послуг); організації обслуговування (благоустрій ділянки,організація дозвілля); охорони об’єкта та управління доступом приміщень [5].

Важливо відзначити, що сервіси інжинірингу надаються на основі укладання спеціального договору. Склад послуг визначається замовником з урахуванням специфіки конкретного будівельного об’єкта. Однією із найбільш поширених форм їх надання є управління проектуванням, постачанням, будівництвом (engenireeing pricorement, constructing management). Сьогодні дуже популярним є весь спектр послуг будівельного інжинірингу, так званого «будівництва під ключ».

Досліджено, що у європейській практиці в рамках договору комплексного інжинірингу спеціалізована компанія нерідко надає і такі послуги, як організація фінансування (залучення додаткових інвестицій), налагодження управління постачанням матеріально-технічних ресурсів та виконання БМР і,

нарешті, підготовка до введення побудованого об'єкта в експлуатацію. Відомо, що найчастіше подібні фірми не мають своїх будівельних потужностей, їх головне завдання — керувати роботою залучених проектувальників, будівельників і постачальників. Саме по такому шляху і йдуть вітчизняні компанії, що спеціалізуються на девелопменті та інжинірингу.

Виходячи з практики українського інжинірингу в сфері будівництва, можна відзначити, що завдяки зонуванню інжинірингових послуг, галузевій спеціалізації, використанню різних наукових, технічних і технологічних знань, ноу-хау, прогресивних практик, сучасних методологій організації та управління, інженери інжинірингових компаній розвиваються, накопичують базу знань і досвід, які потім вкладають у нові проекти, виконуючи інженерний супровід організації та управління у ході життєвого циклу інвестиційно-будівельних проектів. Тим самим вони підвищують ефективність проектів і звільняють замовників проектів від виконання невластивих їм функцій.

Висновки. Підсумовуючи вищесказане, можна стверджувати, що інжиніринг у сфері будівництва – це інтелектуальна діяльність, спрямована на отримання найкращих результатів від капіталовкладень на реалізацію інвестиційних проектів за рахунок інновацій, впровадження прогресивних технічних і технологічних рішень, ефективного використання ресурсів і сучасних методів організації та управління проектами, що спонукає економіку України йти шляхом інноваційного розвитку.

Важливим є той факт, що будівельний інжиніринг на сьогодні є одним із перспективних напрямків надання послуг. Незважаючи на значну вартість, використання таких послуг є економічно обгрунтованим, адже знижується рівень ризику реалізації проектів і значно економить час замовника.

Список використаних джерел

1. Інжінірінг як сектор ринкової економіки http://developmentstandart.wordpress.com/

2. Будівельний інжиніринг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://fisherconsulting.org/ua/construction-engineering.htm

3. Закон України "Про архітектурну діяльність" з доповненнями згідно Закону України від 01.08.2006 р. N 58-V

4. Городиська Н.А. Поняття інжинірингу та його значення в ринкових умовах господарювання / А.Н.Городиська [Елекктронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/13849/1/7_33-39_Vis_727_Menegment.pdf

5. Кравцов А.Ю. Роль інжинірингу в інвестиційно-будівельній діяльності / А.Ю. Кравцов // Актуальна проблеми економічного та соціального розвитку регіону. – 2010. – С.225-228. (с.226-227)

6. Мазур І.І., Шапіро В.Д., Ольдерогге Н.Г., Забродін А.Ю. Інвестиційно-будівельний інжиніринг: навчальний посібник. — М.: Єлими, 2009. — С. 763.

7. Портал "Будівельний світ" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.stroi.ru/services/d1525m0.html

8. Теория и практика инжиниринга [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.imperiavkusa.ru/winteq/winteq.php?inc=archive/003_2004_01/art_1#Anchor-31618

9. Загородній А.Г. Фінансово-економічний словник / А.Г. Загородній, Г.Л. Вознюк. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – 714 с.

АННОТАЦИЯ

Исследуется важность внедрения инновационных проектов и технологий для конкурентоспособности Украины. Анализируются специфика инженерной деятельности и виды услуг строительного инжиниринга.

Ключевые слова: инновационное развитие, строительный инжиниринг, жизненный цикл, интеллектуальная деятельность.

ANNOTATION

Explores the importance of implementation of innovative projects and technologies for the competitiveness of Ukraine. Analyzed the specifics of the engineering activities and services construction engineering.

Keywords: innovative development, construction engineering, life cycle, intellectual activity.

УДК 725.658.339
к.т.н., доцент, Савенко В.І., Аднан Абу Сал,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
Жук А.А.,
Відділу податкової інспекції, м. Київ,
к.т.н., доцент Кислюк Д.Я.,
Луцький національний технічний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВНИЦТВА –ЦЕ РАЦІОНАЛЬНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ЯКІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Наведено результати багаторічних досліджень та пошуків шляхів підвищення ефективності роботи будівельних організацій через удосконалення системи управління якістю і покращення якості продукції домобудівного комбінату, підвищення енергозберігаючих властивостей огороджуючих конструкцій житлових будинків на базі серії 111-161, комфортності житла та підвищення попиту на нього.

Ключові слова: *будівництво, менеджмент, якість, енергозберігаючі технології, підвищення.*

Вступ. Для успішної діяльності будівельної організації дуже важливо мати замовлення, а для цього треба забезпечити конкурентоспроможність продукції на ринку і знайти свого споживача. Це можна зробити, вдосконаливши менеджмент організації і впровадивши на підприємстві сертифіковану, відповідно до ISO 9001-2008, систему управління якістю. Головним принципом такої системи є постійне вдосконалення, що стимулює пошук проблемних факторів та їх вирішення. Енергозбереження є однією з найважливіших проблем у будівництві. Вирішення цієї проблеми дозволяє організації піднятись на більш високий рівень розвитку.

Зовнішні огороджуючі конструкції житлових будинках ще недавно не відповідали нормативним вимогам Європейського рівня енергозбереження і були причиною багатьох негараздів. Взимку стіни промерзали, а температура всередині квартир знижувалась до 13 – 15^{o}C, стики в панельних будинках затікали під час дощів, це призводило до утворення плісняви на стінах, появи грибків, відшарування шпалер, почорніння поверхні.

Заходи, які приймаються для усунення цього дефекту, а саме – потовщення стін, застосування прокладок всередині стінових панелей не дають належного результату, не забезпечується привабливість і конкурентоздатність продукції.

Постановка проблеми. З метою відродження і розвитку будівельної галузі, підвищення якості продукції і попиту на неї необхідно таким чином

організувати будівельне виробництво і управління ним, щоб інвестор був зацікавлений у вкладанні коштів саме в цю продукцію, тим самим забезпечити джерело фінансування і розвиток виробництва.

Аналіз досвіду будівництва. Аналіз розроблених систем управління якістю в будівельних організаціях АТ ХК «Київміськбуд» показав, що в ряді випадків система документів підприємства у сфері якості і менеджменту в цілому неефективна, неактуалізована, недостатньо пророблена, не відображає вимог споживачів продукції, містить загальні і неконкретні формулювання, непов'язана з іншими елементами управління підприємством. Ці й інші недоліки приводять до того, що система менеджменту підприємства не відповідає очікуванням споживачів, що приводить до зниження конкурентоспроможності продукції і втрати підприємством своїх позицій на ринку. Позитивним є в цьому плані напрацьований досвід роботи АТ ХК «Київміськбуд» і ВАТ ДБК-3, який на жаль швидко втрачається.

Ціль статті. Популяризація позитивного досвіду в управлінні якістю продукції та її інвестиційною привабливістю. конкурентоздатністю

Виклад основного матеріалу. Дуже важливо надати науково-методичну допомогу фахівцям у частині розробки і впровадження системи управління якістю згідно з міжнародними стандартами ISO 9000-2000 (2008) сертифікувати її і, вдосконалюючи, довести до рівня Європейської моделі досконалості.

Навчання і підготовка персоналу проводилась в Українській асоціації якості (Президент Калита П.Я.). Розробка і впровадження перших систем велись на базі ВАТ «ДБК-3» АТ ХК «Київміськбуд» за Президенства Поляченка В.А. і куратора-керівника управління інспекційного контролю якості АТ ХК «Київміськбуд» Массалова А.Г. Після ВАТ «ДБК-3» всі підрозділи Київміськбуду були сертифіковані. Розроблена і впроваджена система управління якістю ВАТ ДБК-3 є унікальною, об'єднує в єдину систему процесів завод ЗБВ, управління виробничо-технологічної комплектації УВТК, три будівельно-монтажних управління БМУ – 1,2,4 і управління ВАТ «ДБК-3». Система документів СУЯ (18 настанов, 28 процедур, Політика і цілі, місія підприємства, Комплексний план, схема процесів і т.д.) і її впровадження дозволило підприємству стати 3-кратним лауреатом національних конкурсів з якості і фіналістом міжнародного турніру з якості, досягнувши 450 – 500 балів за шкалою моделі досконалості ЄФУЯ. Сьогодні ця система зруйнована й дуже важливо зберегти накопичений цінний досвід для прийдешніх поколінь.

Керуючись основними принципами міжнародного стандарту, діючого в Україні ДСТУ, ISO 9001 – 2009 «Системи управління якістю» такими як орієнтація на споживача, системний і процесний підхід до управління, залучення всього персоналу, прийняття рішень на основі достовірних фактів і

постійне вдосконалення,організація може виявити слабкі і сильні сторони в своїй діяльності, поставити цілі та задачі і мобілізувавши всі ресурси, шляхом реінжинірингу вирішити питання підвищення конкурентоздатності підприємства. Вдосконалення енергоефективності – одна з найважливіших проблем, вирішення якої дозволяє організації піднятись на якісно новий більш високий рівень виробництва. Наукові методи допомагають у системному підході до проблеми та її комплексному вирішенні шляхом теоретичних розробок, проведенні натурних експериментів і досліджень, розробці проектної і нормативної документації та широкомасштабному впровадженні у будівельне виробництво.

Низькі ціни на паливо, які діяли в Україні до останнього часу, привели до того, що рівень використання енергії в нашій країні залишився більш високим, ніж в країнах Західної Європи, в той час, як ефективність її використання залишилась низькою.

Раціональна витрата й економія теплової енергії в Україні за останні десятиліття стала найгострішою проблемою. З огляду на існуючий дефіцит енергоносіїв і коштів на їхнє придбання, а також екологічні наслідки нарощування споживання енергії, величезне значення набуває раціональне використання і зменшення втрат енергії.

Біля 40% від загального використання енергії випадає на житловий сектор. Враховуючи різкий дефіцит енергоносіїв Україна ввела нові, підвищені нормативи опору теплопередачі, як для нового будівництва, так і реконструкції будівель. До середини 1995 року більш ніж 50% підприємств великопанельного домобудування, керуючись новими нормативами, перейшли на випуск огороджуючих конструкцій з підвищеним в 2 – 3 рази рівнем теплозахисту.

Роль теплозахисту будинків у підвищенні ефективності енергозбереження житлових і цивільних будинків досить значна. У даний час більшість будівельних компаній України застосовують зовнішнє утеплення багатоповерхових житлових будинків з встановленням віконних блоків зі склопакетами.

Фахівці ДБК-3 разом з науковцями ІТТФ НАНУ, ДП НДІБК, ДП НДІБВ, КНУБА, ПАТ Київ ЗНДІЕП та ін. понад 20 років плідно працювали над вирішенням проблеми енергозбереження в будівництві. Проводились теоретичні, експериментальні і науково-дослідні роботи, направлені на вирішення цієї проблеми. Так, в Україні зовнішнє утеплення при будівництві багатоповерхівок було застосоване на ВАТ «ДБК-3» в 1995 р. на масиві Південна Борщагівка в місті Києві.

Зараз для зовнішнього утеплення застосовується вентильований «Термофасад», який призначений як для теплоізолювання при будівництві, так і

для додаткового теплоізолювання вже існуючих об'єктів, перш за все в цивільному та житловому будівництві.

Термофасад – це система, яка складається з наступних конструкційних елементів та матеріалів:

- профільований бетонний камінь (кам'яний профіль);
- монтажний профіль;
- металева несуча конструкція – кронштейни та профілі;
- теплоізоляція (плитний утеплювач) з вітрозахистом;
- елементи кріплення;
- обшивка вікон та дверей,кутові та кінцеві профілі.

При влаштуванні вентильованого фасаду шари різних матеріалів розташовують таким чином, що в напрямку зсередини споруди назовні теплопровідність матеріалів і їх опір водяній парі зменшується (бетон чи цегла, мінераловатний утеплювач, повітряний прошарок, захисне декоративне облицювання). Таке розташування матеріалів разом з дією повітряного прошарку, де через перепад тиску відбувається постійний вертикальний рух повітря, дозволяє ефективно видаляти вологу, як із несучої стіни, так із утеплювача, що підвищує ефективність теплоізоляції будівлі та забезпечує відносно сухий стан утеплювача під час всього періоду експлуатації. Крім того, зменшення тепловтрат відбувається також внаслідок виникнення ефекту «повітряної теплової завіси», так як температура вертикального теплового потоку на два – три градуси вище, ніж зовнішнього повітря. Масивна конструкція каркасу акумулює тепло, яке зберігає зовнішній утеплюючий шар.

Влаштування теплоізоляції ззовні краще захищає стіну від перемінного замерзання та відставання. Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає виникненню деформацій, особливо небажаних при індустріальному будівництві. Точка роси зміщується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не відсиріває і не потребує додаткової пароізоляції. Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакумулюючої здатності масиву стіни. Установка теплоізоляції ззовні дозволяє також виключити проблему «містків холоду» при каркасномонолітному будівництві.

Технічні характеристики системи:

1. Облицювальний камінь представляє собою бетонний профіль «Інтерстоун», який виготовляється з бетону В20 методом напівсухого формування. Розміри: 600 × 600 × 30 мм, вага: 2,94 кг, щільність: 2000кг/м^3, міцність на згін : 600 – 800 Н, морозостійкість : F 35, водопоглинання: не більше 12%, основний колір: білий, пісочний, жовтий, кремовий, бежевий, темно-жовтий, теракот, темно-коричневий, темно-зелений, синій.

2. Підоблицювальна система «Кронштейн» представляє собою сталевий лист товщиною 1,5 мм або 2Ю0 мм (ГОСТ 1653-70). Спосіб захисту від корозії: гаряче оцинкування товщиною не менше 60 мкр, або інший, що відповідає йому. Розміри: 40 × 200 × 65 мм. Розрахункова монтажна схема установки: по горизонталі – 700 мм, по вертикалі – 620 мм.

Несучий профіль представляє собою сталевий лист товщиною 1,0 мм (ГОСТ 1653-70). Спосіб захисту від корозії такий же. Розміри: 45 × 45 мм. Монтажна схема установки : горизонтально – через 620 мм.

Монтажний профіль представляє собою сталевий лист товщиною 0,8 мм (ГОСТ 9045-80). Спосіб захисту від корозії такий же. Монтажна схема установки: вертикально – через 300 мм.

3. Утеплювач – мінеральна вата з базальтового волокна товщиною 100 – 150 мм. Розмір листів : 625 × 1000 × 100 мм. Теплопровідність при 25^{o} С – 0,040 Вт/м^2. Марки утеплювачів до 70 м висоти будівлі – «PANELROCK ROCKWOOL», питома щільність 60 – 70 кг/м^3, понад 70 м – «WENTIROCK ROCKWOOL», питома щільність 110 кг/м^3.

При використанні вентильованих «Термофасадів» у панельному житловому будівництві питання, пов'язані з промерзанням, задуванням та затіканням стиків вирішується самим «Термофасадом», так як він дозволяє закрити поверхню фасаду, в тому числі і стики від атмосферних впливів.

ВАТ «ДБК-3» були проведені дослідження та розробка нового типу зовнішніх трьохшарових стінових панелей із застосуванням пінопласту та піно полістирольної спіненої стрічки. Випробування теплофізичних властивостей панелей нового типу проводились відділом будівельної теплофізики Київ ЗНДіЕП. В результаті випробувань встановлено, що середній опір теплопередачі випробувальних зразків становить – 3,5 (м^2 ^{o}С)/Вт. Цей показник значно підвищує ефективність енергозбереження житлових будинків.

Проблеми, пов'язані з промерзанням чи задуванням через дерев'яні вікна «старого» житлового фонду, можна вирішити за допомогою встановлення віконних конструкцій зі склопакетами, з можливістю відкриття для провітрювання. Склопакет – виріб з двох або більше листів скла, герметично з'єднаних по периметру, який розташовується в каркасі, що несе механічне навантаження.

Теплоізоляційні властивості склопакета визначаються кількістю камер (однокамерний або двокамерний), відстанню між склом, типом скла та їх товщиною. Двокамерний склопакет з «теплим пустотним профілем» і дистанцією між склом не менше 10 мм (4-10-4-10-4) забезпечує значення коефіцієнта опору теплопередачі 0,6-0,8 м^2 град/Вт, що вище нормативного (0,6 м^2 град/Вт для даної температурної зони України).

Для того щоб збільшити опір теплопередачі в деяких моделях склопакетів простір між склом іноді заповнюють інертними газами: аргоном або криптоном. Теплозахисні властивості склопакетів, що заповненні інертними газами, збільшуються на 12% - 13%. Теплова ефективність тришарового скління основана на знижені конвективних (15%) та тепловтрат теплопровідністю (15%). Але більш ніж 70% теплоти втрачається через скло за рахунок випромінювання. Знизити променеву складову тепловтрат можливо за рахунок нанесення на скло тепловідбивного покриття. Опір теплопередачі двокамерного склопакета складає – 0,6 $м^2$ град/Вт, а однокамерного з нанесенням тепловідбивного покриття 0,6 - 0,7 $м^2$ град/Вт.

Звідси висновок, що вигідніше застосовувати не третє скло, а покриття, що відбиває тепло, оскільки застосування третього скла призводить до перевитрат матеріалу на віконну конструкцію, зменшенню світло пропускних властивостей, збільшенню ваги вікна. Тепловідбиваючі покриття на склі володіють низьким ступенем чорноти в інфрачервоному діапазоні довжини хвиль від 2,5 до 25 мкм. Скло з таким покриття на 5% менше пропускає світла та відбиває назад в приміщення до 90% тепла, що виходить за рахунок випромінювання. В літню пору таке покриття відбиває інфрачервоні промені на вулицю, тим самим не допускається перегрів приміщення.

Віконна рама займає 15 – 35% площі вікна. Тому теплотехнічні параметри віконного профілю також повинні відповідати нормативним вимогам. Рами виготовляють з багатокамерного профілю з різних матеріалів: полівінілхлориду (ПВХ), дерева або металу (алюмінію). Високі теплоізоляційні властивості забезпечують 3-х камерні профілі, з двома контурами зовнішнього ущільнення: один – по зовнішньому периметру рами, другий – по зовнішньому периметру стулки (в приміщені).

Коефіцієнт теплопровідності ПВХ та дерева складає 0,15 – 0,2 Вт/м град. Коефіцієнт теплопровідності алюмінію біля 220 Вт/м град, що в 1000 разів перевищує теплопровідність ПВХ чи дерева. Тому створення алюмінієвих конструкцій з опором теплопередачі, який буде відповідати нормативному значенню 0,45 $м^2$ град/Вт, не світопрозора частина цих конструкцій в варіанті з двокамерним склопакетом повинна мати опір теплопередачі не менше 0,48 – 0,5 $м^2$ град/Вт при великій площі скління. Таким чином, сучасні конструкції склопакетів (двокамерних чи однокамерних зі спеціальним покриттям) забезпечують необхідні теплоізоляційні властивості. Основні проблеми при використанні таких віконних конструкцій виникають при монтажі їх в залізобетонні або цегляні огороджуючі конструкції.

Теплотехнічні властивості, навіть найкращої віконної конструкції, можуть бути втрачені при неправильному її монтажі. До теплотехнічних характеристик

монтажних швів (в місці спряження віконної і будівельної конструкцій) висуваються визначені вимоги – високий опір теплопередачі, звукоізоляції, волого-переносу, фільтрації повітря, механічна міцність та можливість компенсувати теплові деформації віконної конструкції.

При цьому механічні навантаження в зоні спряження повинні компенсуватися властивостями шва. Вибір оптимальних параметрів монтажних швів (геометричних, теплофізичних і масо-обмінних) – завдання обумовлюючe ефективність застосування сучасних віконних конструкцій. В даному випадку дуже важливо, щоб каркас будинку до якого кріпляться вікна був «теплим» і це забезпечується використанням зовнішнього утеплення.

Система зовнішнього утеплення, яку обґрунтували і випробували вчені спочатку в лабораторіях і експериментальному будівництві, сьогодні на практиці дає позитивні результати. А робота вчених і спеціалістів виконана на цю тему в 2013 році представлена Державним комітетом НАНУ на нагороду – Державну премію України в галузі науки і техніки.

Основні висновки по статті

1. Впровадження ефективного менеджменту підприємства і системи управління якістю спонукає організацію до визначення основних процесів виробництва і їхніх параметрів (розробка схеми процесів, політики, місії, цілей, постійний моніторинг і аналіз виконання з подальшим коригуванням і визначенням домінантних факторів, що впливають на якість продукції і її конкурентні можливості).
2. Головним фактором покращення якості і конкурентоздатності будівельної продукції (при добросовісному виконанні і оптимальній ціні) є енергоефективність.

Література

1. Брусан А. А. Теплоэффективные наружные ограждающие конструкции зданий / Брусан А. А, Черних Л. Ф. / Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. - К. КиевЗНИИЭП, 2003. - С.65-74.
2. Фиалко Н.М. Тепловое состояние трехслойных наружных стен помещения при напольном электротеплоаккумуляционном отоплении / Фиалко Н.М, Черных Л.Ф./ Промышленная теплотехника. Прил. к журн., 2004, т.26,№5 – С. 48-56.
3. Фиалко Н.М. Влияние внутреннего каркаса здания на его тепловой режим / Фиалко Н.М, Черных Л.Ф, Постоленко А.М. / Оконные технологии, 2005, № 20-21. - С.44-47.
4. Богословский В.Н. Экспериментальное подтверждение методики расчета наружных ограждающих конструкций. Теплоустойчивость наружных

ограждающих конструкций зданий с учетом зависимости теплофизических характеристик от температуры / Богословский В.Н, Ферт А.Р, Черных Л.Ф. / Вопросы повышения энергетической эффективности кондиционирования микроклимата.-М.МИСИ им.В.В.Куйбышева,1989. - С. 10-14.

5. Савенко В.І., Сухоросов І.М., Полосенко О.В., Тарасов В.О., Фіалко Н.М. Енергозберігаючі технології в будівництві та система управління якістю «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка». - 2009. №1(31). - С. 96-99.
6. Савенко В.І. Дослідження і розробка конструкцій зовнішніх енергозберігаючих стін і нові технології в будівництві / Савенко В.І., Черних Л.Ф., Сухоросов І.М., Кислюк Д.Я., Полотенко О.В. // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Будівельне виробництво» Випуск 49. - Київ: НДІБВ 2008р. - С. 45-47.

АННОТАЦИЯ

В работе приводятся результаты многолетних исследований и поисков путей повышения эффективности работы строительных организаций через усовершенствование системы управления качеством и улучшения качества продукции домостроительного комбината. Повышения энергосберигающих свойств ограждающих конструкцій жилых домов на базе серии 111 – 161, комфортности жилья и повышения спроса на него.

Ключевые слова: строительство, менеджмент, качество, энергосберигающие технологии, повышение.

ANNOTATION

This abstract contains the results of long – term researches and finding ways to Increase effective work of construction company. It’s can be done by improvement of quality management system. Increase energy-saving features of the external structures and walls in housing (house building) based on seria 111 – 161, comfort of house building and increase in demand on it.

Keywords: building, management, quality, energy efficiency technologies enerease.

УДК 624.012

д.т.н., професор Семенюк С.Д., Жилинский Д.И.,
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

АНАЛИЗ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗДАНИЯХ ПОД СОЦИАЛЬНОЕ ЖИЛЬЕ

Приведены примеры возведения зданий из сборных конструктивных систем. Произведен сравнительный анализ данных систем.

Ключевые слова: *конструктивная система, каркас, железобетон.*

Введение. В настоящее время в РБ остро стоит проблема обеспечения населения доступным жильем. Т.к. самым дешевым являются дома из железобетонных панелей, в представленной работе исследуется возможность строительства дешевых энергоэффективных зданий и при этом удобных для проживания людей, удовлетворяющих всех: как богатых, так и людей среднего достатка.

В настоящее время стоимость одного квадратного метра жилья колеблется от 850 до 1700 $. Причин для такой высокой стоимости жилья много, основными из которых являются – высокая трудоемкость монтажа, низкий уровень механизации технологических процессов, малоэтажность и высокая материалоемкость.

Для выявления данных проблем в работе принято решение провести критический анализ существующих серий крупнопанельного домостроения, чтобы получить симбиоз серий крупнопанельного домостроения учитывающий все плюсы и минусы существующих.

Анализ существующих исследований в области соединения колонн с перекрытиями в сборных конструктивных схемах для жилых зданий

Серия 90-3 ОАО «Могилевский домостроительный комбинат»

Дома возводятся с 60-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Данная серия проста в монтаже: на одну этаж-секцию приблизительно 60 подъемов башенным краном. При этом за одну смену 1 краном в среднем производится около 30 подъемов, т.е. при двухсменном режиме производства работ 1

подъездный 10 этажный жилой дом можно смонтировать за 12 рабочих дней с учетом цокольного и технического этажей. Но в данной серии есть и минусы: несвободная планировка и стыки наружных стеновых панелей (рисунок 1).

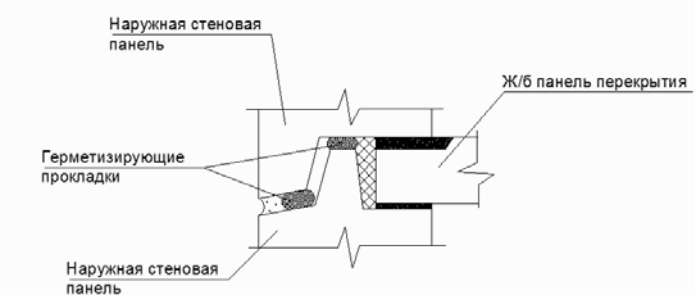


Рисунок 1. Узел стыка наружных стеновых панелей

Указанный узел является основным местом промерзания квартир, в результате чего в углах комнат образуется грибок и плесень (рисунок 2).

Рисунок 2. Промерзание стыка наружных стеновых панелей

Но к положительным характеристикам данной серии относится низкий коэффициент металлоемкости, он составляет к=10 кг/м^2. В связи с этим данная серия является самой дешевой.

Типовой проект БО/9-01 ОАО «Бобруйский завод крупнопанельного домостроения»

Дома возводятся с 80-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Все характеристики этой серия такие же, как и 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия 90 для Бобруйского завода железобетона №159 ОАО «Бобруйский КЖИ»

Дома возводятся с 70-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Все характеристики этой серия такие же, как и 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М464-У1 ОАО «МАПИД»

Дома этой серии возводятся с 2002 года. Крупнопанельные дома серии имеют шаг поперечных стен 3,2 и 3,5. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров, различных конфигураций, со ступенчатой структурой плоскости стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Надземные конструкции жилой части зданий решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены железобетонные толщиной 140 и 120 мм, перегородки железобетонные толщиной 100 и 70 мм. Высота этажа – 254 см. Под лоджиями первого этажа предусмотрены хозяйственные погреба. Квартиры имеют кухни площадью 9,24-12,54 квадратных метров, ванные – 3,23 квадратного метра и лоджии – 4 квадратных метра. Трехкомнатные квартиры, в большинстве случаев, имеют кладовые площадью 3-5 квадратных метра. Плюсы и минусы данной серии аналогичны плюсам и минусам серии 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М111-90 ОАО «МАПИД»

Освоена в 1997 году. Модернизация 16-ти этажных секций серии М 111-90. В результате совместного сотрудничества ОАО «МАПИД», ГПО «Минстрой» и ПКУП «Минскпроект» появились новые высотные 16-19-ти этажные дома. Надземная часть здания решена на основе перекрёстно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жёстким диском плит перекрытий. Наружные стеновые панели трёхслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Высота этажа – 264 см. В этих секциях применен шаг осей 3,6 метров, что позволило увеличить площадь кухонь до 9,5 кв. метров и ванных комнат до 3,11 кв. метров. Лоджии имеют площадь 3,47-

4,59 кв. метров. Планировка этажей обеспечивает необходимый уровень комфорта в основных помещениях и в местах общего пользования. К плюсам данной серии относится сравнительно низкая металлоемкость (К=22 кг/м^2), высотность 16-19 этажей, быстрый монтаж – 70 подъемов на этаж секцию.

Минусами данной серии, так же как и 90-3, являются: промерзание стыков наружных стеновых панелей и несвободная планировка.

Серия М464-М ОАО «МАПИД»

Дома возводятся с 2004 года. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров со ступенчатой структурой плоских стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Здание решено в перекрестно-стеновой конструктивной схемой. Между наружными продольными стенами и внутренней продольной стеной толщиной 160 мм расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирный перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что обеспечивает возможность свободной планировки квартир. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Высота этажа – 264 см. Увеличенная до 350 мм толщина сборных трехслойных железобетонных панелей наружных стен позволяет обеспечить приведенное сопротивление теплопередаче 3,2 кв. метра С/Вт и, при необходимости, более. Площадь кухонь в квартирах 10,46-17,69 кв.метров. Площадь санитарно-технической зоны 4,64-8,90 кв.метров.

Плюсами данной серии является свободная планировка, но данная серия содержит много углов наружных стеновых панелей, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Также к минусам данной серии можно отнести повышенную металлоемкость (к=46 кг/м^2), а также длительный монтаж, т.к. на одну этаж-секцию идет примерно 125 подъемов башенного крана, и большое количество сварных швов при монтаже колонн.

Серия ШБС (широтная блок-секция) ОАО «Могилевский домостроительный комбинат»

Серия освоена в 2011 году. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров угловой структурой плоских стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Здание решено каркасно-панельной схемой. Между наружными продольными стенами расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирный перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что обеспечивает возможность свободной планировки квартир. Перекрытия

сборные железобетонные толщиной 160 мм. Высота этажа – 264 см. Увеличенная до 350 мм толщина сборных трехслойных железобетонных панелей наружных стен позволяет обеспечить приведенное сопротивление теплопередаче 3,2 кв. метра С/Вт и, при необходимости, более.

Плюсами данной серии является свободная планировка, но данная серия содержит много углов наружных стеновых панелей, что приводит к дополнительной вероятности промерзания. Также к минусам данной серии можно отнести повышенную металлоемкость (к=49 кг/м^2) (рисунок 3), а также длительный монтаж, т.к. на одну этаж-секцию идет примерно 120 подъемов башенного крана, и большое количество сварных швов при монтаже колонн.

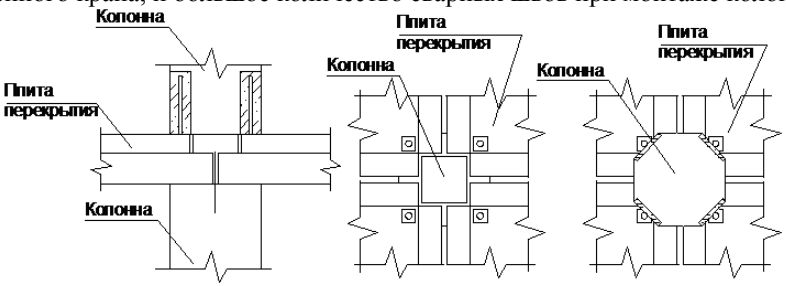


Рисунок 3. Узел сопряжения колонн с колоннами и плитами перекрытия

В настоящее время проведена модернизация серии широтная блок-секция (ШБС) и построен жилой дом по этой серии. В этом доме убраны наружные стеновые панели, в качестве наружных стен используются стены из газосиликатных блоков. Для избегания появления новых плит перекрытия в крайних помещениях применяются опорные вкладыши, которые крепятся к колоннам и плитам перекрытия аналогично крепления плит (рисунок 4).

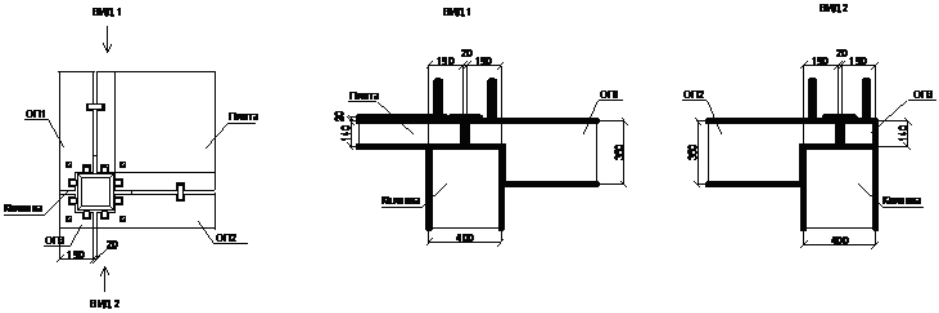


Рисунок 4. Узел сопряжения плит перекрытия с опорными вкладышами и колоннами

По данному объекту проведено обследование несущие способности узла стыка колонн, по результату которого рекомендовано провести усиления указанных узлов.

Серия монолитного каркасного домостроения

В городе Могилеве постоянно строятся дома данной серии. В этой серии шаг колонн составляет 3х6, 3х3 м. Данный шаг колонн позволяет получить помещения практически любого размера. В этой серии несущими вертикальными конструкциями являются колонны, диафрагмы жесткости, представленные электропанелями, а также ядром жесткости, представленной лестничной клеткой, лифтовыми шахтами и лифтовым холлом. Высота этажа составляет 264 мм. Толщина монолитного перекрытия – 160 мм.

Основным минусом монолитного домостроения является длительным монтаж, и сложность возведения при минусовых температурах. Серия монолитного каркасного домостроения возводимая в Могилеве является ненадежной, т.к. в узлах стыка плит перекрытия с вертикальными конструкциями отсутствует арматурный стык Передерия (рисунок 5).

По указанной серии в строящемся доме произведено обследование несущих конструкций по причине обрушения перекрытия, по результатам которого, рекомендовано демонтировать плиту перекрытия и усилить колонны.

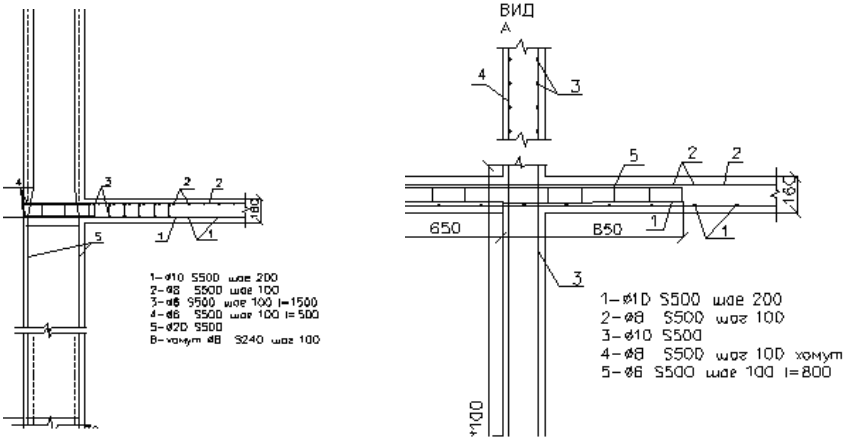


Рис. 5. Узлы сопряжения плиты перекрытия с вертикальными конструкціями

Переработанная серия 1-020 для жилищного строительства

В городе Могилев в настоящее время строится второй дом по данной серии. Здание решено каркасной схемой. Шаг колонн 3; 4,5; 6 метров. Наружные стены – сборные из газосиликатных блоков. Внутренние стены и перегородки - сборные из газосиликатных блоков. Перекрытия железобетонные

по железобетонным ригелям, установленным на консоли колонн. Высота этажа – 264 см.

Преимуществами данной серии являются: относительно свободная планировка, низкая металлоемкость (к=25 кг/м^2), отсутствие возможности промерзания стен, т.к. наружные стены из газосиликатных блоков, сравнительно быстрый монтаж – 90 подъемов на этаж-секцию.

К отрицательным характеристикам данной серии можно отнести наличие открытых ригелей (рисунок 6), что требует дополнительных затрат на декорирование помещения при свободной планировке.

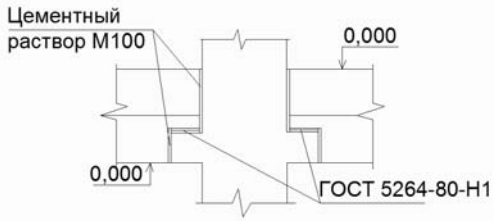


Рисунок 6 – Узел сопряжения колонны с ригелем

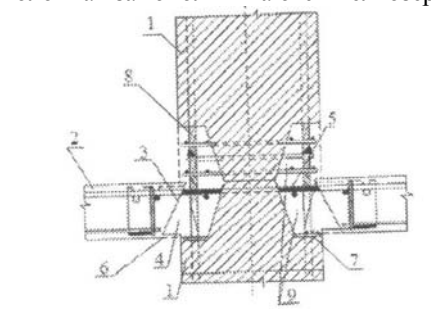
Разработки Полтавского национального технического университета с их серией «КУБ-4»

В 60-х годах прошлого века была поднята проблема удаления капителей из конструкций каркаса безбалочного перекрытия. Новая революционная конструктивная система получила название «КУБ-1». В 80-х годах прошлого века появилась серия «КУБ-2» для зданий военного ведомства. Новый вариант системы «КУБ-3», разработанный для быстрого строительства пяти этажных жилых домов, а в 1986 году утверждена и рекомендована для использования следующая модификация системы «КУБ-2,5».

Сборно-монолитный универсальный безригельный каркас «КУБ 2.5» разработан в 1990 г. научно-проектной организацией «КУБ» (Москва). По информации фирмы, в России и за рубежом, в том числе в сейсмических районах, по ее проектам и при техническом содействии возведены 5–17-этажные здания. Безригельный каркас этой системы состоит из колонн квадратного сечения, расположенных преимущественно по сетке 6 х 6 м, и плоских плит с унифицированными размерами 3 х 3 м. Размер плит принят из условия расположения стыков в зоне минимальных изгибающих усилий. С учетом поэтажной установки наружных стен на перекрытия плиты вдоль крайних осей приняты размером 1,8 х 3 м.

По расположению в плане плиты подразделяются на надколонные, межколонные и средние плиты-вставки. Конструктивная схема каркаса —

рамная или рамно-связевая (с диафрагмами жесткости). Стыки «плита-колонна» замоноличиваются мелкозернистым бетоном (рис. 7).



1 – колонна;
2 – плита;
3 – грани плиты;
4 – трапециевидные металлические пластины;
5 – арматура плиты;
6 – ребро плиты;
7 – закладная деталь;
8 – арматура колонны;
9 – бетон замоноличивания.

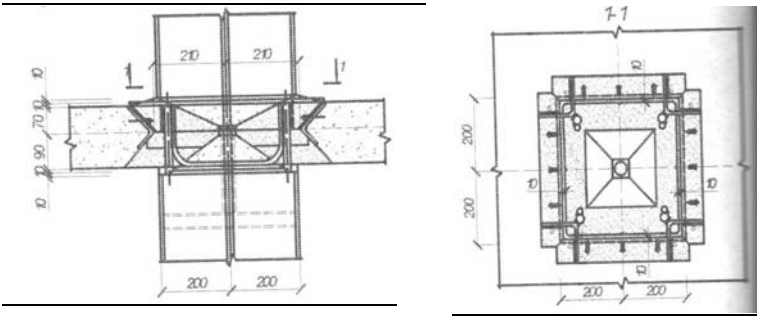


Рисунок 7. Стык колонны с плитой перекрытия серия «КУБ-4»

В системе каркаса рамы образованы колоннами квадратного сечения и плоскими надколонными плитами. По периметру плит установлены арматурные петлевые выпуски, замоноличенные на монтаже и образующие петлевой стык (стык Г. П. Передерия).

Номенклатура колонн предусматривает их одно- и двухъярусное исполнение. Их стык по высоте предусмотрен в уровне перекрытий путем приварки выпусков верхней колонны к арматурным выпускам нижней, с последующим омоноличиванием стыка. В средней части надколонных плит выполнены квадратные отверстия, по периметру которых установлены и приварены к арматуре плит наклонные уголки, образующие незамкнутую в углах опорную обечайку.

Закрепления надколонных плит на колоннах предусмотрены через соединительные элементы, привариваемые к опорным уголкам (обечайке) плит и к вертикальной арматуре колонн. В период эксплуатации зданий их пространственная устойчивость обеспечивается замоноличенными стыками колонн и надколонных плит, образующими рамные узлы, а при необходимости включением в систему здания дополнительных связей или диафрагм жесткости.

Проектные решения каркаса «КУБ 2.5», обеспечивающие безопасность зданий, являются предметом отдельного анализа. Здесь важно отметить лишь то, что конструктивное благополучие всей системы базируется лишь на качестве выполнения ответственейших шпоночных стыков «плита — колонна» (рис. 7) и других резервов надежности не имеет. Монтаж конструкций требует высокой организации производственного процесса, квалификации и ответственности исполнителей. В процессе монтажа необходим постоянный лабораторный и технологический контроль. Без обеспеченности этих требований надежность и безопасность каркаса трудно прогнозировать. Решение данного стыка, к сожалению, недостаточно учитывает производственные факторы строительства. Кроме того, использование технических решений каркаса «КУБ 2.5» связано с целым рядом других ограничений.

1. Ограниченная величина расчетных пролетов (не более 6 м) снижает планировочные возможности зданий.
2. Этажность зданий лимитируется несущей способностью бетона замоноличивания в стыках колонн и надколонных плит. Качественное замоноличивание бетоном ответственейших стыков «плита — колонна» при количестве бетона 0,024 $м^3$ на 1 стык практически невозможно, особенно зимой, что подвергает здания большому риску.
3. Петлевой тип стыка (стык Г. П. Передерия) в узлах соединения надколонных и межколонных плит не воспринимает изгибающие усилия, возникающие в нем при неуравновешенной временной нагрузке на плиты. В период эксплуатации здания это может привести к трещинообразованию в стыке.
4. Конструктивное исполнение надколонных плит, по опыту их выполнения на заводе ЖБИ «Баррикада», сложно, трудоемко и трудно контролируемо даже в условиях хорошо налаженного заводского производства, что неприемлемо для поточного изготовления изделий.

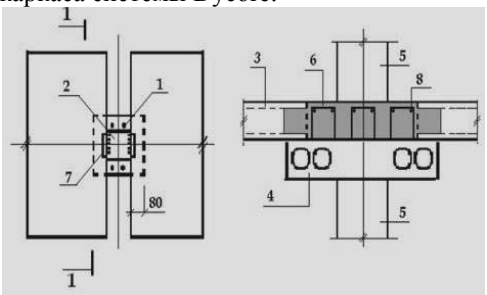
Имеющиеся негативные факты, связанные с бесконтрольностью монтажа и низким качеством работ, в сочетании с проектными несовершенствами каркаса определяют его низкую надежность. Эти недостатки не позволяют рекомендовать решения каркаса «КУБ 2.5» для массового применения, тем более, в сейсмических районах. В настоящее время идет разработка новой серии «КУБ-4», которая будет изготавливаться на старой борт-остнастке, что позволит удешевить стоимость квадратного метра.

Каркас системы Dycore

В зарубежном строительстве известно решение сборно-монолитного каркаса системы Dycore. Она состоит из поэтажно расположенных бесконсольных колонн, комплексных плитных ригелей перекрытий,

образованных нижними сборными и верхними монолитными частями, сборных многопустотных плит и бетона замоноличивания. Многопустотные плиты в известном решении выполнены с открытыми пустотами и установлены на сборную часть плитных ригелей (рисунок 8). В каркасе системы Dycore сборные части плитных ригелей размещены под плитами перекрытий и являются несъемной опалубкой для монолитной части. Их совместная работа обеспечивается силами контактного сцепления бетона и арматурными выпусками.В период монтажа предусмотрена установка сборных элементов на монтажные кондукторы с образованием в пределах колонн уширенного зазора с последующей приваркой закладных изделий на торцах колонн и ригелей. Торцевые участки крайних пустот в сборной части ригелей и в многопустотных плитах замоноличиваются одновременно с бетонированием стыка колонн и ригелей. Поэтажную установку колонн в известном решении выполняют на монолитный бетон, уложенный в уширенный зазор между торцами смежных ригелей. Комплексные плитные ригели в данном решении имеют высокую несущую способность, однако выступающие части ригелей ограничивают свободу планировочных решений, что снижает потребительские качества зданий.

Установка многопустотных плит непосредственно на опорные консоли сборных плитных ригелей обеспечивает высокую надежность и безопасность опорных сечений плит. Вместе с тем, ограниченная глубина опирания сборных частей плитных ригелей на колонны недостаточно учитывает производственные факторы строительства, связанные с точностью монтажа. Сборно-монолитное исполнение основного стыка колонн и ригелей имеет пониженную прочность, что ограничивает нагрузку на колонны. Замоноличивание этих стыков продиктовано необходимостью технологических перерывов, что увеличивает сроки строительства. Перечисленные недостатки ограничивают возможность использования в российской практике решений каркаса системы Dycore.



1 – выпуски арматуры колонны, 2 – закладная деталь колонны,
3 – пустотная плита,
4 – сборный плитный ригель, 5 – колонна,
6 – бетон замоноличивания,
7 – закладная деталь плитного ригеля,
8 – надопорная арматура плитного ригеля

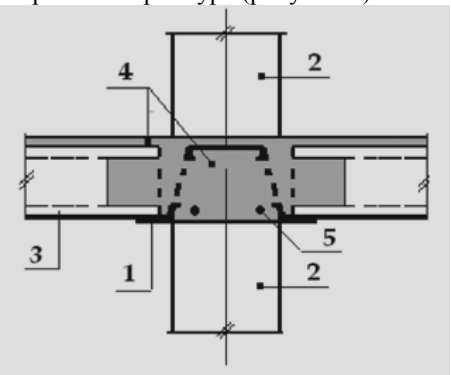
Рисунок 8. Стык колонны с плитным ригелем и плитами перекрытия

Сборно-монолитный каркас системы Delta

В каркас этой системы включены колонны, сборные многопустотные плиты и сталебетонные ригели. Колонны поэтажно снабжены вырезами, в которых устроены опорные консоли для установки ригелей. Комплексное сечение Delta-ригеля образовано цельносварным гнутым профилем трапециевидного сечения, вписанным в толщину перекрытий, и бетоном замоноличивания.

Многопустотные плиты в известном решении выполнены с открытыми с обеих торцов пустотами. В период монтажа плиты устанавливаются на опорные, консольно выступающие нижние полки ригелей, выполненные из листовой стали. Наклонные боковые стенки гнутых профилей, образующих Delta-ригель, снабжены штампованными, дискретно расположенными отверстиями с образованием выступающих кромок. Замоноличивание внутренней полости профилей и торцевых участков пустот выполняют через эти отверстия и боковые зазоры, образованные наклонными стенками гнутого профиля.

Образованное шпоночное соединение за счет сил контактного сцепления бетона замоноличивания обеспечивает совместную работу комплексного сечения, образованного бетоном замоноличивания и гнутым металлическим профилем. При необходимости повышения несущей способности комплексных сталебетонных ригелей в их полости может быть установлена дополнительная стержневая арматура (рисунок 9).



1 – Delta-ригель в системе каркаса Delta,
2 – колонна,
3 – многопустотные плиты с открытыми пустотами,
4 – бетон замоноличивания,
5 – дополнительное армирование (по необходимости)

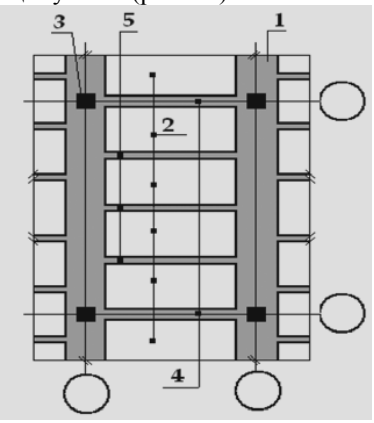
Рисунок 9. Стык колонны с Delta-ригелем и плитами перекрытия

Известная конструкция перекрытия в системе Delta за счет снижения рабочей высоты ригелей, вписанных в толщину перекрытий, обеспечивает увеличение полезного объема зданий.

К недостаткам системы можно отнести высокую металлоемкость сталебетонных ригелей и трудоемкость монтажа, обусловленную большим количеством монтажных элементов в опорных узлах ригелей. Для изготовления цельно-сварных гнутых профилей трапециевидного сечения со штампованными натбоковых гранях дискретно расположенными отверстиями требуется специальное энергоемкое технологическое оборудование. Кроме того, по требованиям пожарной безопасности необходима дополнительная защита открытых нижних металлических поверхностей ригелей, выступающих за плоскость потолка, что, так или иначе, снижает вариативность планировочных решений.

Сборно-монолитный каркас сейсмостойкой системы Сочи

Высокой надежностью отличается известное решение сборно-монолитного каркаса сейсмостойкой системы «Сочи», разработанной в 1962 г. специалистами ЦНИИЭП при участии НИИЖБа (Москва). В данную систему включены колонны и сборно-монолитные плиты перекрытий, образованные сборными многопустотными плитами, уложенными с продольными уширенными швами, и монолитными плитными ригелями, вписанными в толщину плит (рис. 10).



1 – монолитные ригели,
2 – сборные многопустотные плиты с открытыми пустотами,
3 – сборные железобетонные колонны,
4 – приколонные монолитные балки,
5 – монолитные балки между плитами

Рисунок 10. Стык горизонтальных и вертикальных несущих конструкцій

Армированные монолитные балки между плитами, приколонные монолитные балки и несущие монолитные ригели образуют перекрестную систему главных и второстепенных балок. Многопустотные плиты с обоих торцов выполнены с открытыми пустотами. Опирание плит на плитные ригели предусмотрено через бетонные шпонки, образованные замоноличиванием торцевых участков пустот. Сборные многопустотные плиты по периметру каждой оконтурены армированным монолитным заполнением, образующим

систему второстепенных балок, что обеспечивает высокую надежность, пространственную жесткость и несущую способность перекрытий.

Недостатки данного решения каркаса связаны с необходимостью выполнения значительного объема работ по установке и демонтажу опалубки для плитного ригеля и межплитных балок. До приобретения бетоном монтажной прочности необходимы технологические перерывы, снижающие темп строительства. Значителен объем арматурных и монолитных работ, повышающих трудоемкость монтажа и стоимость строительства, а также увеличивающих сроки возведения зданий. По этим причинам сборно-монолитные перекрытия системы «Сочи» широкого применения не нашли, хотя принципиальные решения этой системы во многом заимствованы в других известных решениях.

Сравнительная характеристика рассмотренных серий крупнопанельного и каркаснопанельного домостроения:

Серия	Свободная планировка	Металлоемкость, кг/м^2	Количество изделий на 1 этаж секцию, шт.	Вероятность промерзания стыков наружных стеновых панелей
90-3	-	10	60	+
БО-9/01	-	10	60	+
90 для завода №159	-	10	60	+
ШБС	+	46	125	+
М464-У1	-	10	60	+
М111-90	-	22	70	+
М464-М	+	46	125	+
1-020	+/-	25	75	-
Монолит	+	24	-	-
КУБ-4	+	25	82	-
Dycore	+	23	75	-
Сочи	+	24	73	-
Delta	+	18	70	-
Модернизированная ШБС	+	41	70	+

Выводы

Изучив положительные и отрицательные характеристики тринадцати различных серий крупнопанельного домостроения РБ и ближнего зарубежья, принято решение разрабатывать новую серию, в которой будет использована каркасная схема несущих конструкций в безбалочном исполнении, что

позволит добиться свободной планировки. Наружные стены выполнять из газосиликатных блоков или стекла, что придает зданиям современный и эстетичный вид, и не дает возможности промерзания наружных стен. Крепление колонн и плит перекрытия производить при помощи болтовых соединений, что позволит значительно ускорить монтаж. А также опирание плит перекрытий производить непосредственно на колонны, чтобы уменьшить количество изделий на этаж-секцию, и избежать дополнительных напряжений в стыке плит перекрытия и увеличения металлоемкости в данных узлах.

Список литературы

1. Серия КУБ-2,5. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Выпуск 1-1. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий. – М., 1990. – 54 с.
2. Серия КУБ-2,5. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Выпуск 2-1. Панели перекрытий, диафрагмы. – М., 1990. – 28 с.
3. Павліков А.М. Конструювання та розрахунок плит збірно-монолітних конструктивних систем житлових будівель / А.М. Павліков, С.С. Жарий // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – Вип. 24. – Полтава, 2009. – С. 8–13.
4. ПолтНТУ. — Полтава, — 2008. — 180 с. 5. Araujo D. L., E1 Debs M. K. Strength of shear connection in composite bridges with precast decks using high performance concrete and shear-keys. Materials and Structures. Vol 38. March 2005, p.p. 173-181.
5. ВСН 32-77 Госгражданстрой/ Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при госстрое СССР

ABSTRACT

The article gives examples of the construction of prefabricated buildings structural systems. A comparative analysis of these systems.

Keywords: structural system, frame, reinforced concrete.

АНОТАЦІЯ

У статті наведено приклади зведення будівель зі збірних конструктивних систем. Зроблений порівняльний аналіз даних систем.

Ключові слова: конструктивна система, каркас, залізобетон.

УДК 691.5:666.96

д.т.н., професор Семенюк С.Д., Семенюк Р.П.,
Клименкова М.А., Сакович Д.Д.,
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

ВТОРИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Разработанные декоративные материалы и изделия на основе вторичных продуктов текстильной промышленности могут быть использованы для выполнения отделочных работ в жилых и общественных зданиях. Использование вторичного сырья позволяет снизить стоимость декоративных изделий и материалов, что обеспечивает доступность цены готовой продукции для потребителя со средним доходом. В результате проведенных исследований созданы дешевые конкурентоспособные отделочные материалы и изделия не уступающие по качеству импортным аналогам, что частично решает задачу импортозамещения. При этом предлагается рациональный способ утилизации промышленных отходов текстильной промышленности. Использование готовых декоративных изделий позволяет сэкономить время и упростить технологический процесс отделочных работ.

Ключевые слова: *декоративная штукатурка, вторичное сырье, ресурсосбережение.*

Введение. В последние годы с развитием технологий производства отделочных материалов в Республике Беларусь взят курс на замещение импорта и экономичное использование ресурсов нашей страны. Для реализации поставленной задачи необходимо задействовать также и вторичное продукты текстильной промышленности, что позволит рационально использовать государственные ресурсы.

Декоративные изделия занимают существенное место на зарубежном рынке, однако недостаточно распространены на белорусском рынке. При одинаковых свойствах импортного материала и предлагаемого разработчиками материала существенным недостатком зарубежного аналога является цена, которая недоступна для потребителей со средним достатком.

Таким образом, целью работы является исследование возможности создания оптимального состава декоративной штукатурки для возможности решения ряда сопутствующих вопросов:

– задействовать вторичные продукты текстильной промышленности в строительном производстве и тем самым обеспечить ресурсосбережение в строительной отрасли;

– снизить затраты на производство декоративных изделий, тем самым обеспечить доступность цены готовой продукции для потребителей со средним достатком.

Для достижения поставленных задач необходимо:

– проанализировать существующий рынок отделочных материалов, в частности декоративных изделий;

– проанализировать рынок вторичного сырья;

– провести анализ-сравнение импортной и разработанной декоративных изделий;

– провести оценку конкурентоспособности разработанного материала.

Область применения разработанных декоративных материалов и изделий

Предлагаемый отделочный материал и изделие используются для внутренней отделки поверхностей стен в различных помещениях жилых и общественных зданий. Наносятся на оштукатуренные, бетонные поверхности, предварительно очищенные от масла, жира, остатков краски и других субстанций, способных снизить адгезию [1, 2]. Для любителей авангарда возможно создание покрытия с сочетанием различных цветов, что позволит получить индивидуальность отделки. Широкий спектр цветов позволяет варьировать оттенки стенных покрытий от спокойных до контрастных тонов.

Технологический процесс изготовления разработанного материала и его технические характеристики

Материалы для приготовления сухих смесей. Сухой отделочный материал: декоративная штукатурка, представляет собой многокомпонентную композицию наполнителей и связующего. Материал, используемый для создания наполнителей (рисунок 1): хлопковые волокна; текстильные волокна; растительные волокна; целлюлоза.

Рисунок 1. Сухой отделочный матеріал

В качестве связующего используется клеевой состав, разработанный в лабораторных условиях.

Технические характеристики разработанного клеевого состава позволяют:

– создать большую пористость при высыхании строительной смеси;
– обеспечить более высокую экологическую обстановку в помещении.

За счет повышения пористости готовой строительной смеси увеличивается циркуляция воздуха и возникает возможность регулирования влажности в помещении [1]. Это позволяет создать более комфортные условия проживания и пребывания в помещении. А также повышает экологичность в помещении, за счет структуры покрытия.

Хлопковые, текстильные и растительные волокна представляют собой вторичные продукты текстильной промышленности. В результате это позволит:

– снизить затраты на производство декоративных изделий [3];
– утилизировать промышленные отходы;
– обеспечить ресурсосбережение.

Благодаря возможности введения в состав пигментов широкого спектра цветов можно получить отделку совершенно различных цветов. Это позволит создать неповторимость и индивидуальность интерьера помещения.

Пигменты могут быть по структуре: жидкие и сухие. Их структура не влияет на какие-либо изменения в готовой строительной смеси. Выбор вида пигмента зависит непосредственно от желания и возможностей потребителя.

Технология изготовления дробленой массы

Одним из способов уменьшения стоимости готовой продукции является снижение величины расхода готовой смеси на 1м^2 площади поверхности конструкции путем получения волокон определенной фракции на экспериментальной установке (см. рисунок 2).

Рисунок 2. Экспериментальная установка

Принцип работы измельчителя для вторичного сырья текстильной промышленности таков: отходы текститьного произволства, которые требуется измельчить, помещаются в специальный бункер. После этого материал попадает на вращающийся барабан дробильного аппарата. Само измельчение

сырья протекает в пространстве между корпусом и ножами дробильного аппарата. Далее уже измельченный в результате дробления продукт падает в лоток дробилки под давлением собственного веса. Получаемая в итоге данной работы фракция имеет вид мелких пористых частиц, размер которых зависит лишь от параметров отверстий фильтрующей сетки.

Технологический процесс по нанесению готового состава

Обработка поверхности. Разработанный состав может скрыть небольшие трещины и дефекты, он имеет швы. Благодаря этому не требуется специально подготавливать поверхность - выравнивать, что облегчает процесс отделки в сравнении с использованием других отделочных материалов. Однако для получения качественного покрытия стены следует загрунтовать. Металлические детали необходимо прогрунтовать эмалью или масляной краской, пластиковые и пластиковидные поверхности — водно-дисперсионной краской с добавлением клея ПВА в объеме 10—15% от ее количества [2]. Если существующее покрытие имеет интенсивный цвет, то во избежание его проявления наружу сквозь наносимый состав швов необходимо в качестве грунтовки использовать водонепроницаемые составы (специальные грунтовки, масляную краску, эмаль и т. п.) и грунтование осуществить в два слоя.

Приготовление состава

Этапы приготовления состава нужно :

1) наполнитель и связующее вещество тщательно перемешать;
2) добавить пигмент и вторично перемешать;
3) оставить на 10 минут и добавить нужное количество воды с t=25^{o}C;
4) тщательно перемешать;
5) оставить на 20 минут. Смесь готова к использованию.

Нанесение состава и его замена. Способы нанесения отделочного состава: с помощью шпателя; с помощью специального пистолета-Хопера; с помощью пластиковой терки.

Наиболее выгодно использовать при нанесении состава с помощью пистолета-Хопера. Такой способ обеспечивают более высокую скорость покрытия, загруженная в емкость масса-состав под давлением воздуха равномерно наносится на поверхность .

Нанесенный слой принимает свой окончательный вид и цвет после высыхания. Для высыхания покрытия желательно обеспечить в помещении условия хорошего проветривания (в отличие от процесса высыхания обычных обоев)[2, 4]. Время высыхания покрытий в хорошо проветриваемых помещениях с температурой около 20°С — от 1 до 3 суток. В зависимости от состояния покрываемой поверхности одним килограммом сухой смеси можно покрыть до 2—3 м2 поверхности толщиной слоя 0,5 мм[5].

Технические характеристики разработанного материала. Штукатурка отличается хорошей адгезией к основанию, повышенной пластичностью, простотой приготовления и нанесения (таблица 1). Материал обладает следующими свойствами: экологичность (изготовлен из натуральных компонентов); тепло-и звукоизоляция (пористая структура материала); пожаробезопасность (не горит благодаря наличию в составе антипирена) [6,7,8]; практичность (отсутствие швов и строительных отходов, скрывает дефекты и неровности покрытий); технологичность (легкость приготовления и нанесения состава при помощи шпателя); пластичность (обеспечивается высокое качество получаемой поверхности при выполнении работ); воздухопроницаемость (достигается благодаря пористой структуре материала).

Таблица 1. Технические характеристики

Показатель	Значение показателя
Плотность,кг/м^3	850 – 1050
Адгезия, МПа	1,0 – 1,3
Время использования, ч	2,5
Рекомендуемая толщина слоя, мм	2 – 3
Рабочая температура, ^{0}С	5 – 20
Время высыхания, ч	24 – 72
Токсичность	Отсутствует

Изготовление декоративных изделий

Технологический процесс изготовленных изделий

Для ускорения процесса отделочных работ можно использовать не штукатурную массу, а готовые изделия. Подготовленный состав можно наносить на пенополистирольные и гипсокартонные плиты. Технологический процесс изготовления изделий включает следующие операции:

1) Грунтовка плиты клеевым составом (выдерживать 20минут).

2) Подача смеси через отверстия дозатора на движущуюся по конвейеру плиту.

3) Выравнивание смеси по плите с помощью пластиковых терок вращательными движениями в течении 30 секунд.

4) Сушка изделий в сушильных камерах либо с помощью промышленного фена (время сушки зависит от толщины и вида наполнителя).

Плиты крепятся при помощи жидких гвоздей. Швы между плитами заделываются той же смесью, которая будет продаваться в комплекте в сухом виде. Смесь предварительно необходимо будет затворить водой [9,10]. По желанию можно окрасить готовую плиту водоэмульсионной краской.

Экспериментальные изделия, изготовленные на пенополистирольных плитах (Рисунок 6).

Рисунок 3. Технологическая схема производства декоративных изделий

Приготовленный отделочный состав для заделки швов можно нанести с помощью шпателя или с помощью пластиковой терки.

Рисунок 4. Инструменты для заделывания швов

Рисунок 5. Вид готового изделия

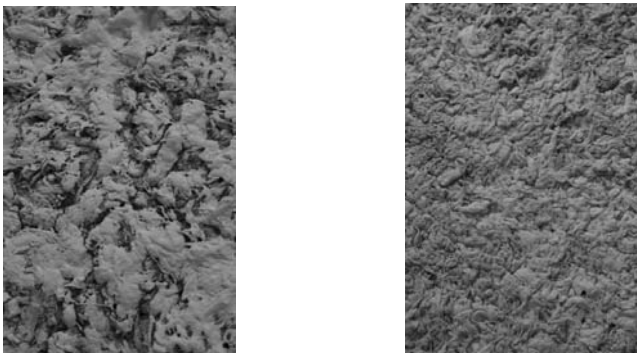


Рисунок 6. Вид готовой фактуры изделия

Заключение. Применение разработанных декоративных материалов и изделий на основе вторичных продуктов текстильной промышленности позволило снизить затраты на производство декоративных изделий –тем самым обеспечить доступность цены готовой продукции для потребителей со средним достатком.

Предлагаемый материал более чем в 1.7 раза дешевле зарубежных аналогов [9,10]. При этом предлагается рациональный способ утилизации промышленных отходов текстильной промышленности.

Выводы:

– создан дешевый конкурентоспособный отделочный материал;

– задействование вторичного сырья текстильной промышленности в строительном производстве обеспечивает ресурсосбережение в строительной отрасли;

– решена задача импортозамещения;

– использование готовых декоративных изделий позволяет сэкономить время и упрощает технологический процесс отделочных работ.

Список использованных источников

1 СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия;

2 ТКП 45-5.09-105-2009. Отделочные работы. Правила выполнения;

3 Семенюк Р.П. «Ресурсосбережение в сухих отделочных материалах»/ М.А.Славинская, М.А. Клименкова// Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы международной научно-технической конференции. Могилёв: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», 2011.- С. 148.

4 СТБ 1473-2004. Строительство. Штукатурные и облицовочные работы. Контроль качества работ.

5 Семенюк Р.П. «Использование вторичного сырья текстильной промышленности в отделочных материалах»/ М.А.Славинская, М.А. Клименкова// Материалы 47-й студенческой научно-технической конференции. Могилёв: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», 2011. - С.167;

6 ГОСТ 12.1.004-91 ЕСТБ. Пожарная безопасность. Общие требования;

7 СТБ ENISO 1182-2008. Испытания строительных материалов и изделий на пожарную безопасность. Испытание на негорючесть.

8 СТБ ENISO11925-2-2008. Испытания на пожарную опасность. Воспламеняемость строительных материалов, подверженных прямому огневому воздействию. Часть 2. Испытания с применением одного источника пламени.

9 Семенюк Р.П. «Ресурсосберегающие и импортозамещающие технологии в производстве отделочных материалов»/ М.А.Славинская, Д.Д. Сакович, М.А. Клименкова// Материалы 48-й студенческой научно-технической конференции. Могилёв: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», 2012. - С. 182;

10 Семенюк Р.П. «Шелковая декоративная штукатурка»/ М.А. Славинская, М.А. Клименкова // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы международной научно-технической конференции. Могилёв: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», 2012. - С. 119.

ANNOTATION

The decorative materials developed from recycled products of textile industry can be used for doing decoration work in residence and public buildings. The use of recycled materials permits decrease the cost of decorative products and materials, which provides the accessibility of the price of the finished product to the customers with average income. Cheap competitive decorative materials and products, equaling foreign products in quality, were created as a result of this investigation, which partly solves the problem of import substitution. We also offer a rational way of utilization of textile industrial waste. The use of finished decorative products permits save time and simplify technological process of decoration work.

Keywords: decorative plaster, secondary raw materials, resource.

АНОТАЦІЯ

Розроблені декоративні матеріали та вироби на основі вторинних продуктів текстильної промисловості можуть бути використані для виконання опоряджувальних робіт в житлових і громадських будівлях. Використання вторинної сировини дозволяє знизити вартість декоративних виробів і матеріалів, що забезпечує доступність ціни готової продукції для споживача із середнім доходом. В результаті проведених досліджень створені дешеві конкурентоспроможні оздоблювальні матеріали та вироби не поступаються за якістю імпортним аналогам, що частково вирішує завдання імпортозаміщення. При цьому пропонується раціональний спосіб утилізації промислових відходів текстильної промисловості. Використання готових декоративних виробів дозволяє заощадити час і спростити технологічний процес оздоблювальних робіт.

Ключові слова: декоративна штукатурка, вторинна сировина, ресурсозбереження.

УДК 691.032.33

д.т.н., профессор Семенюк С.Д., Мельянцова И.И.,
Дивакова Г. А., Мамочкина М. Г.,
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ КЕРАМЗИТОБЕТОНОВ КЛАССОВ 8/10-16/20 НА ОСНОВЕ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ НОВОЛУКОМЛЬСКОГО ЗАВОДА

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований прочностных и деформативных свойств керамзитобетонов класса 8/10, 10/12,5 и 16/20 на основе керамзитового гравия Новолукомльского завода. Определены кубиковая и призменная прочности, найдены модули продольных и поперечных деформаций, модуль сдвига, пределы микротрещинообразования бетонов.

Ключевые слова: *класс бетона, керамзитобетон, модуль упругости, призма, продольные и поперечные деформации, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, линейная корреляция, статистика, пределы микротрещинообразования бетонов.*

Введение. Легкие бетоны на основе керамзитового гравия широко применяются в промышленном, сельскохозяйственном и гражданском строительстве. Керамзитобетонные конструкции позволяют улучшить теплотехнические и акустические свойства зданий, значительно снизить их массу. Комплексное использование легких бетонов позволяет решить проблемы энергоресурсосбережения при строительстве и техническом обслуживании зданий и сооружений, повысить их ресурс и безопасность при эксплуатации. Однако для соответствия белорусских нормативных документов с Еврокодом необходимо уточнить некоторые прочностные и деформативные характеристики легких бетонов, что для Республики Беларусь является актуальным. С этой целью были проведены экспериментальные исследования прочности и деформативности образцов из легкого бетона класса 8/10, 10/12,5 и 16/20 в виде кубов, призм и цилиндров на кратковременное центральное сжатие в соответствии с ГОСТ 24452-80*.

Материалы и методика испытания. Для определения прочностных и деформативных характеристик легких бетонов на основе керамзитового гравия были исследованы 3 серии опытных образцов из бетона классов 8/10, 10/12,5 и 16/20. В каждой серии экспериментальных исследований было заформовано и испытано 12 кубов с размером ребра 150мм, 8 кубов с размером ребра 100мм, 12 цилиндров диаметром 150 мм и высотой 300мм и 12 призм размерами

150×150×600мм. Испытания проводились в возрасте 7, 14, 28 и 60 суток. В каждом возрасте испытывалось по 3 куба с размерами ребра 150мм, 2 куба с размерами ребра 100мм, 3 призмы размерами 150×150×600мм и 3 цилиндра диаметром 150 мм и высотой 300мм.

В качестве крупного заполнителя для бетона класса 16/20 использовался керамзитовый гравий фракций 5-10 мм и 10-20мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68МПа и 1,86 МПа соответственно. Для изготовления легкого бетона класса 10/12,5 применялся только керамзит фракции 10-20 мм. Для изготовления легкого бетона класса 8/10 в качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракций 5-10 и 10-20 мм; в качестве мелкого заполнителя – песок керамзитовый фракции 0-4 мм ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» Мелким заполнителем для бетонов класса 16/20 и 10/12,5 служил песок кварцевый с модулем крупности $М_{кр}$=1,8, вяжущим для всех серий служил портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» марки М 500.

Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса 16/20: Ц:П:Г=1:1,84:0,79 при водоцементном отношении В/Ц=0,46. Плотность керамзитобетона в возрасте 28 суток оказалась равной 1545 кг/м^3. Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса 10/12,5: Ц:П:Г=1:2,41:1,37 при водоцементном отношении В/Ц=0,51. Плотность керамзитобетона в возрасте 28 суток оказалась равной 1390 кг/м^3. Составы бетонных смесей подбирались в соответствии с «рекомендациями по подбору, изготовлению и применению конструкционно-теплоизоляционных и конструкционного керамзитобетонов», подготовленных РУП «Институт БелНИИС» [1].

Испытание призм на кратковременное центральное сжатие проводилось в полном соответствии с требованиями [2]. При испытании продольные деформации замерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 370…375 мм, установленными вдоль оси по четырём граням призм. Поперечные деформации замерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 100…115 мм. Продольные и поперечные деформации по каждой отдельной призме (по показаниям четырёх приборов механического действия) усреднялись.

Проведенные исследования позволили описать кинетику роста керамзитобетона во времени в виде гиперболической зависимости:

$$f_c^t = f_c^{28} \frac{t}{0,85t + 4,2}, \qquad (1)$$

где t – возраст бетона в сутках

f_c^t – прочность бетона в возрасте t суток

f_c^{28} – прочность бетона в возрасте 28 суток

Анализ этих исследований показал, что среднее отношение фактической прочности бетона к теоретической равно 1.03; среднее квадратическое отклонение – 0,065; коэффициент вариации – 6,3%; обеспеченность точности формулы при отклонении теории от эксперимента в 15% составляет 98%. Коэффициент призменной прочности керамзитобетона в возрасте 7 суток составил 0,8; 14 и 28 суток – 0,81; 60 суток – 0,82.

Экспериментально-статистическая оценка деформативных характеристик бетона исследуемых классов. В [2, 3] показано, что зависимость «секущий модуль продольных деформаций – напряжение или уровень напряжений» (E_c-σ), (E_c-η) при кратковременном центральном сжатии бетонных призм до разрушения с постоянной скоростью роста напряжений с большой достоверностью описывается линейной опытно-корреляционной зависимостью (1), а непосредственно вытекающая из неё зависимость «напряжение – деформация» – корреляционной зависимостью (2) гиперболического вида:

$$E_{c(\sigma)} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{c(\sigma)}} = E_{c(0)}\left[1 - \lambda_\sigma \cdot \eta\right], \tag{2}$$

$$\varepsilon_{c(\sigma)} = \frac{\sigma}{E_{fc}} = \frac{\sigma}{E_{c(0)}\left[1 - \lambda_{fc} \cdot \frac{\sigma}{fc}\right]}, \tag{3}$$

где η – уровень напряжений $\eta = \frac{\sigma}{f_c}$;

$E_{c(0)}$ – секущий модуль деформаций при $\sigma = 0$;

λ_{f_c} – предельное значение коэффициента пластичности бетона при $\sigma = f_c$.

Проведенная статистическая обработка результатов испытаний керамзитобетонных призм показала, что линейные корреляционные зависимости «секущие модули деформаций – напряжения или уровень напряжений» имеют место для поперечных (4) и сдвиговых (6) деформаций:

$$E_{\nu(\sigma)} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\nu(\sigma)}} = E_{\nu(0)}\left[\lambda_{\nu(fc)} \cdot \eta\right]; \tag{4}$$

$$\varepsilon_{\nu(\sigma)} = \frac{\sigma}{E_{\nu(\sigma)}} = \frac{\sigma}{E_{\nu(0)}\left[1 - \lambda_{\nu(fc)} \cdot \frac{\sigma}{fc}\right]}; \tag{5}$$

$$G_\sigma = \frac{\sigma}{\varepsilon_{G(\sigma)}} = \frac{\sigma}{2\left[\varepsilon_{c(\sigma)} + \varepsilon_{\nu(\sigma)}\right]} = G_0\left[1 - \lambda_{G(fc)} \cdot \frac{\sigma}{fc}\right]; \quad (6)$$

$$\varepsilon_{G(\sigma)} = \frac{\sigma}{G_\sigma} = \frac{\sigma}{G_0\left[1 - G_{\nu(fc)} \cdot \frac{\sigma}{fc}\right]}, \quad (7)$$

В формулах (5) и (7):

$$\lambda_{\nu(fc)} = \frac{E_{\nu(0)} - E_{\nu(fc)}}{E_{\nu(0)}}; \quad \lambda_{G(fc)} = \frac{G_0 - G_{fc}}{G_0}; \quad (8)$$

$$\varepsilon_{G(\sigma)} = 2\left[\varepsilon_{c(\sigma)} + \varepsilon_{\nu(\sigma)}\right]. \quad (9)$$

Численные значения параметров линейных корреляционных зависимостей (2), (4), (6) устанавливаются статистически методами линейной корреляции [5].

Величиной, выражающей прямолинейную зависимость между двумя свойствами, является коэффициент корреляции. Чем ближе коэффициент корреляции к единице, тем больше связь между изучаемыми свойствами.

Коэффициент корреляции r вычисляют по формуле:

$$r = \frac{\sum_1^n (X_c \cdot Y_c)}{\sqrt{\sum_1^n X_c^2 \cdot Y_c^2}}, \quad (10)$$

где $\sum_1^n (X_c \cdot Y_c)$ – отклонений отдельных вариант V_x, V_y от соответствующих им средних арифметических Мх и Му;

n – число наблюдений.

Средняя ошибка коэффициента корреляции определяется по формуле:

$$m_r = \pm\frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}. \quad (11)$$

Достоверность коэффициента корреляции (линейного корреляционного уравнения или связи) оценивается отношением коэффициента корреляции r к его средней ошибке m_r. Если это отношение равно 4 или больше, то коэффициент корреляции считается достоверным и наличие связи между двумя свойствами доказано, в противном случае – нельзя сделать заключение о достоверности связи между изучаемыми свойствами.

Линейное корреляционное уравнение представлено следующей формулой:

$$Y = M_y + r \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \cdot (X - M_x), \qquad (12)$$

где σ_x,σ_y – средние квадратические отклонения.

Статистика линейных корреляционных зависимостей по усреднённым показателям для испытанных призм показала, что достоверность линейности корреляционных зависимостей довольно высока (коэффициент корреляции r_x близок к единице, а его достоверность r/m_r значительно больше четырёх).

Опытные и теоретические зависимости «секущий модуль деформаций – уровень нагружения» для образцов из бетона класса CL16/20 в возрасте 14 суток представлены на рисунке 1; для образцов из бетона класса CL10/12,5 в возрасте 60 суток – на рисунке 2; для образцов из бетона класса CL8/10 в возрасте 28 суток – на рисунке 3.

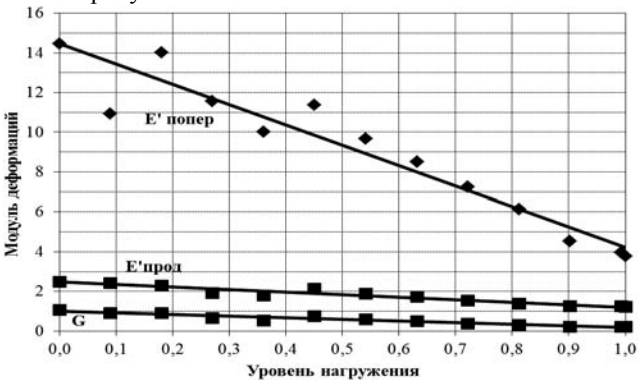


Рис. 1. Опытные и теоретические зависимости «Секущий модуль деформаций – уровень нагружения» для образцов из бетона класса 16/20 в возрасте 14 суток

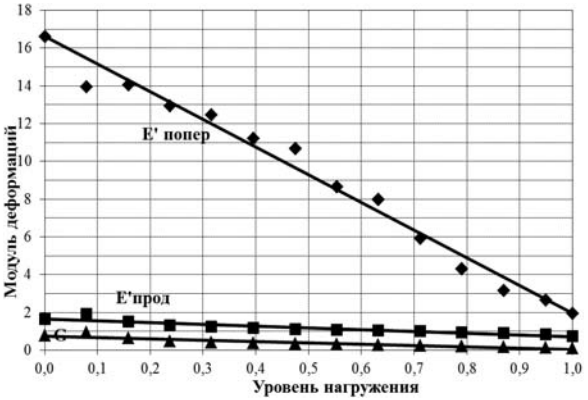


Рис. 2. Опытные и теоретические зависимости «Секущий модуль деформаций – уровень нагружения» для образцов из бетона класса 10/12,5 в возрасте 60 суток

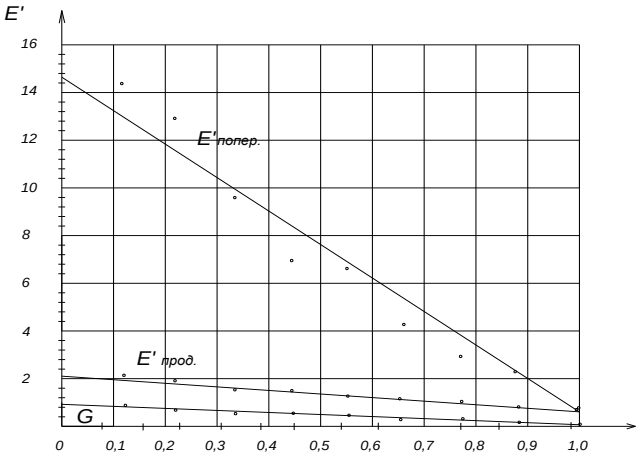


Рис. 3. Опытные и теоретические зависимости «Секущий модуль деформаций – уровень нагружения» для образцов из бетона класса 8/10 в возрасте 28 суток

Характеристики бетонов трёх серий испытанных образцов различного возраста и статистика их линейных корреляционных зависимостей отражены в таблицах 1 - 3.

Таблица 1

Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 16/20

Класс бетона	Возраст, сут	$f^{G}_{c,cube}$, МПа	f_{ck}, МПа	f^{v}_{crc}		f^{0}_{crc}		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
16/20	7	16,04	13,11	0,857	11,24	0,538	7,06	$E_{c(\sigma)}$–η	1,795(1-0,023σ)	-0,9883	147,5
								$E_{v(\sigma)}$–η	17,580(1-0,073σ)	-0,7921	7,36
								G_c–η	0,808 (1-0,034σ)	-0,9756	70,18
	14	18,1	14,68	0,812	11,92	0,531	7,8	$E_{c(\sigma)}$–η	2,4884(1-0,035σ)	-0,9523	42,16
								$E_{v(\sigma)}$–η	14,474(1-0,048σ)	-0,9482	37,71
								G_c–η	1,066(1-0,038σ)	-0,9602	50,77
	28	20,56	16,21	0,776	12,58	0,505	8,18	$E_{c(\sigma)}$–η	1,687 (1-0,014σ)	-0,9397	43,77
								$E_{v(\sigma)}$–η	16,224(1-0,05σ)	-0,9357	60,2
								G_c–η	0,843(1-0,026σ)	-0,9874	162,3
	60	21,47	17,56	0,755	13,25	0,459	8,06	$E_{c(\sigma)}$–η	1,749(1-0,014σ)	-0,9458	39,11
								$E_{v(\sigma)}$–η	13,264(1-0,041σ)	-0,8479	13,15
								G_c–η	1,205(1-0,022σ)	-0,9751	84,26

Важной характеристикой для бетонных и железобетонных изделий являются пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования бетона, позволяющие правильно назначить на конструкции эксплуатационные нагрузки.

Верхний предел микротрещинообразования f^{v}_{crc} (т. н. «критическая» граница, при достижении которой наблюдается активный прирост пластических деформаций) находился графическим методом по усреднённым экспериментальным данным для двух призм, испытанных кратковременным нагружением по стандартной методике – путём построения зависимости «уровень нагружения – объёмная деформация». Объёмные деформации при этом определялись по формуле:

$$\varepsilon^{v} = \varepsilon_{c(\sigma)} - 2\varepsilon_{v(\sigma)} \qquad (13)$$

Таблица 2

Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 10/12,5

Класс бетона	Возраст, сут	$f^{G}_{c,cube}$, МПа	f_{ck}, МПа	f^{v}_{crc}		f^{0}_{crc}		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
10/12,5	7	8,92	7,12	0,75	5,34	0,495	3,52	$E_{c(\sigma)}$–η	0,964(1-0,055σ)	-0,8647	16,069
								$E_{v(\sigma)}$–η	7,026(1-0,115σ)	-0,9632	62,588
								G_c–η	0,430(1-0,07 σ)	-0,9167	26,961
	14	10,11	8,27	0,789	6,53	0,492	4,07	$E_{c(\sigma)}$–η	1,315(1-0,051σ)	-0,9570	128,11
								$E_{v(\sigma)}$–η	13,420(1-0,099σ)	-0,9242	26,77
								G_c–η	0,604(1-0,062σ)	-0,9804	52,46
	28	11,82	9,89	0,779	7,70	0,477	4,72	$E_{c(\sigma)}$–η	1,251(1-0,043σ)	-0,9757	81,418
								$E_{v(\sigma)}$–η	9,180(1-0,087σ)	-0,9572	45,76
								G_c–η	0,560(1-0,055σ)	-0,9835	120,45
	60	13,61	11,17	0,791	8,84	0,514	5,74	$E_{c(\sigma)}$–η	1,643(1-0,051σ)	-0,9146	23,72
								$E_{v(\sigma)}$–η	16,63(1-0,079σ)	-0,9860	150,08
								G_c–η	0,762(1-0,056 σ)	-0,9600	52,00

Таблица 3

Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 8/10

Класс бетона	Возраст, сут	$f^{G}_{c,cube}$, МПа	f_{ck}, МПа	f^{v}_{crc}		f^{0}_{crc}		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
8/10	7	8,06	6,4	0,701	2,84	0,448	0,81	$E_{c(\sigma)}$–η	1,262(1-0,0929σ)	-0,9757	64,29
								$E_{v(\sigma)}$–η	10,291(1-0,149σ)	-0,9701	52,03
								G_c–η	0,312(1-0,0125σ)	-0,9841	196,8
	14	8,64	6,88	0,711	3,2	0,424	0,97	$E_{c(\sigma)}$–η	1,119(1-0,078σ)	-0,9639	43,02
								$E_{v(\sigma)}$–η	17,773(1-0,136σ)	-0,8777	12,09
								G_c–η	0,538(1-0,0907σ)	-0,9858	110,8
	28	10,3	8,36	0,769	3,95	0,512	1,34	$E_{c(\sigma)}$–η	2,162 (1-0,0938σ)	-0,9799	78,03
								$E_{v(\sigma)}$–η	14,676(1-0,120σ)	-0,9772	68,67
								G_c–η	0,951(1-0,1006σ)	-0,9838	97,12

По пиковой точке диаграммы ε^{v}–η находился верхний предел микротрещинообразования бетона – $f^{v}_{crc.}$ на рисунке 4 показан пример нахождения f^{v}_{crc} для керамзитобетона CL16/20 в возрасте 60 суток.

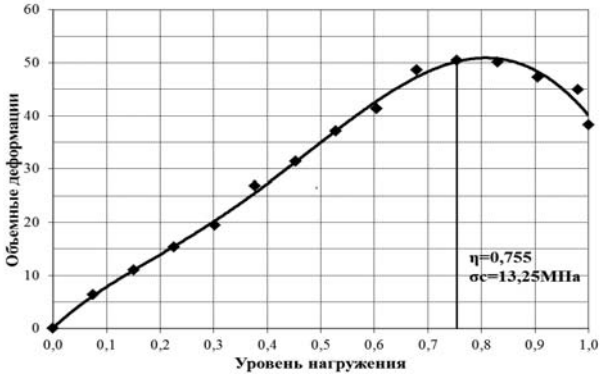


Рис. 4. Корреляционные зависимости «уровень нагружения - объемные деформации» для образцов из керамзитобетона класса 16/20 в возрасте 60 суток

Определение нижнего предела микротрещинообразования f^{0}_{crc} также производилось графическим методом по экспериментальным данным. Сначала по опытным данным была построена зависимость «уровень нагружения η - коэффициент Пуассона ν», при этом коэффициент Пуассона определялся как отношение поперечных относительных деформаций к продольным или как отношение продольного модуля деформаций к поперечному - для каждой ступени нагружения (рисунок 5).

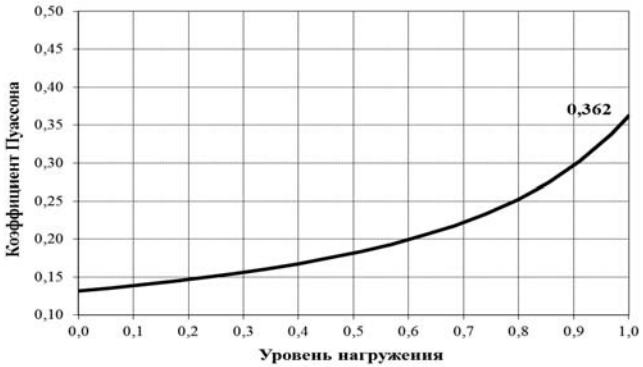


Рис. 5. Корреляционные зависимости «уровень нагружения-коэффициент Пуассона» для образцов из бетона класса 16/20 в возрасте 60 суток

Путём нахождения первой $\frac{d\upsilon}{d\eta}$ и второй $\frac{d\upsilon^2}{d\eta^2}$ производных был графически определён предел нижнего микротрещинообразования бетона (рис. 6 и 7).

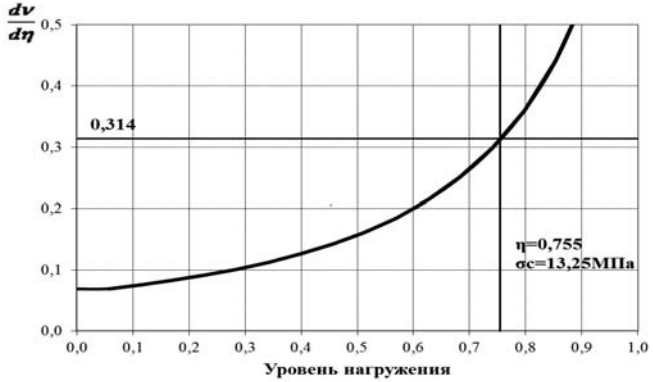


Рис. 6. Корреляционные зависимости (первая производная) для керамзитобетона класса 16/20 в возрасте 60 суток

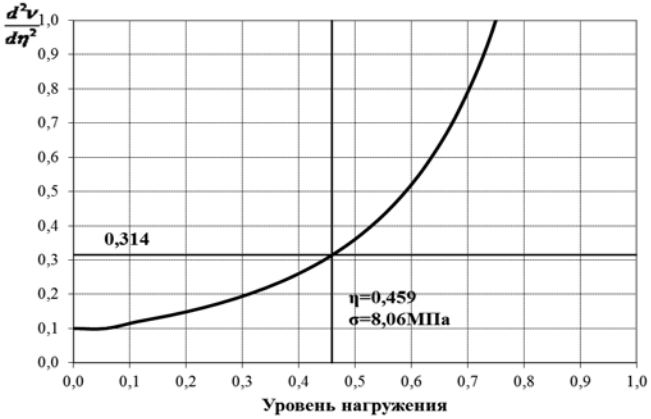


Рис. 7. Корреляционные зависимости (вторая производная) для керамзитобетона класса 16/20 в возрасте 60 суток

Заключение. На основе экспериментальных данных получена зависимость, описывающая кинетику роста керамзитобетона во времени в виде гиперболической зависимости, позволяющей прогнозировать прочностные характеристики возводимых конструкций зданий и сооружений. При этом полученные данные можно использовать для конструкций, работающих в условиях как элементарного, так и сложного деформирования. В этой связи для образцов из керамзитобетона класса 8/10…16/20 были определены следующие характеристики: кубиковая и призменная прочности, модули продольных и поперечных деформаций, модуль сдвига, объемные деформации, коэффициент Пуассона, пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования.

Список использованных источников

1. Рекомендации по подбору составов, изготовлению и применению модифицированных химическими и минеральными добавками конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонов / РУП «Институт БелНИИС» - Минск, 2013. – 38с.

2. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.– Госкомитет СССР по делам строительства. -М., 1981– 20с.

3. Семенюк, С.Д. К определению модуля упругости и упругопластических характеристик бетона при кратковременном центральном сжатии // Вестн. БГТУ. Строительство и архитектура. – 2001. – №1. – С.40–44.

4. Семенюк, С.Д. Железобетонные пространственные фундаменты жилых и гражданских зданий на неравномерно деформируемом основании: монография / С.Д.Семенюк – Могилёв: Белорус.-Рос. ун, 2003. – 269с.

5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е.Гмурман – М.: Высш. шк., 1977. – 479с.

ABSTRACT

The article presents the results of experimental and theoretical studies of the strength and deformation properties of ceramsite concretes CL 8/10, 10/12,5 and 16/20 based on expanded clay gravel of Novolukoml factory. It were determined block and prism strength, was found modules of longitudinal and transverse deformations, and the limits of concrete microcracking formation.

Keywords: class of concrete, concrete cement, elastic modulus, prism, longitudinal and transverse strain shear modulus, Poisson's ratio, linear correlation statistics.

АНОТАЦІЯ

У статті наведено результати експериментальних і теоретичних досліджень міцності та деформаційних властивостей керамзитобетонів класу 8/10, 10 / 12,5 і 16/20 на основі керамзитового гравію Новолукомльского заводу. Визначена кубикова і призмова міцності, знайдені модулі поздовжніх і поперечних деформацій, модуль зсуву, межі мікротріщиноутворення бетонів.

Ключові слова: клас бетону, керамзитобетон, модуль пружності, призма, поздовжні і поперечні деформації, модуль зсуву, коефіцієнт Пуассона, лінійна кореляція, статистика.

УДК 624.21.

Olga Skoczylas, mgr.inz.arch, Sławomir Karaś, dr.inz.
SPA, WBiA, Politchnika Lubelska
Katedra Dróg i Mostów, Politechnika Lubelska

MOST NA KALINOWSZCZYŹNIE - PIERWSZY MOST MARIANA LUTOSŁAWSKIEGO W LUBLINIE

Streszczenie: W artykule został podjęty problem technicznego dziedzictwa kulturowego. Rzecz dotyczy tzw. 1. mostu M. Lutosławskiego w Lublinie. Wieloletnie zaniedbania spowodowane niedostatkiem wiedzy o wartości mostu, jego unikalności sprawiły, że konstrukcja jest bliska stanowi granicznemu w sensie norm technicznych. To nie znaczy, że lada moment ulegnie katastrofie, ale każdy następny rok jej trwania to dalszy rozwój korozji i podrażanie kosztów przyszłego remontu. W sensie zrównoważonego rozwoju – należy czynić starania by nie zubożyć przyszłych pokoleń o materialny unikalny zabytek..

Słowa kluczowe: *mosty, zrównoważone budownictwo, Hennebique, M. Lutosławski*

1 Wprowadzenie

Poniżej rozpatrzono znaczenie techniczne i historyczne jednego z nie odkrytych zabytków ludzkiego postępu cywilizacyjnego tj. unikalnego mostu z ery początków żelbetu – pierwszego mostu zbudowanego przez M. Lutosławskiego w Lublinie przez rzekę Bystrzycę na Kalinowszczyźnie, która w 1908 r. była poza granicami miasta.

Chociaż most jest w sensie fizycznym dobrze widoczny, to koniecznie jest odkrycie go na nowo w świadomości mieszkańców Lublina, a nawet inżynierów mostowych w Polsce.

Technologiczne żelbet oznacza wytwarzanie kompozytowego elementu nośnego z wyraźnym przypisaniem pracy na ściskanie betonowi podczas gdy rozciąganie to zakres pracy stali zbrojeniowej. Koniecznym stanem jest minimalizowanie procesów korozyjnych w betonie a następnie w stali. Przekroczenie stanu granicznego jakim jest współdziałanie składowych elementów wspomnianego kompozytu to koniec konstrukcji żelbetowej. Most na Kalinowszczyźnie jest w fazie zaawansowanego rozwoju korozji i niezbędny jest remont konstrukcji.

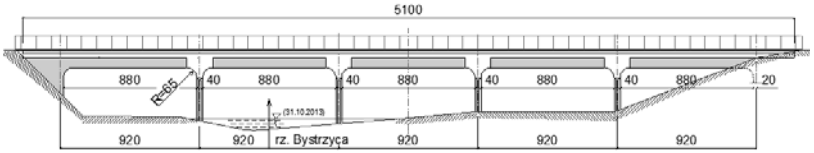
2 Most na Kalinowszczyźnie

Most powstał w roku 1908 i wiadomo o nim bardzo mało. W Archiwum Państwowym Lublina jest jeden rysunek, jest to tzw. *Rysunek ogólny*, który posłużył jako odniesienie do rezultatów inwentaryzacji przeprowadzonej przez autorów w 2013 roku. Z racji usytuowania mostu poza miastem, na peryferiach, nie ma też artykułów czy choćby wzmianek w lokalnej prasie z czasów powstania mostu. Stąd

wiadomo na pewno, że firma M. Lutosławskiego została wybrana na wykonawcę w drodze przetargu i ukończyła most po sześciu miesiącach budowy, w terminie.

Rys. 1. Widok mostu na Kalinowszczyźnie od napływu; stan - 2013 r.

W porównaniu do późniejszego o rok mostu na ul. Zamojskiej wygląd mostu jest o wiele skromniejszy, Rys. 1, choćby z tej racji, że nie ma bogatej neogotyckiej balustrady. Tym niemniej most nie jest pozbawiony detali. Na powierzchniach bocznych wykształtowano pilastry widoczne przy oświetleniu słonecznym i zwykłym. Potencjalnie istnieje też możliwość by ich efekt wizualny wzmacniać lub osłabiać przez nałożenie barwnych powłok, Rys. 2. Linia kapinosa (górnego gzymsu) jest łamaną, uniesioną ku górze na ok. 15 cm, co jest typowym zabiegiem znanym od czasów antycznych zwiększającym lekkość konstrukcji.

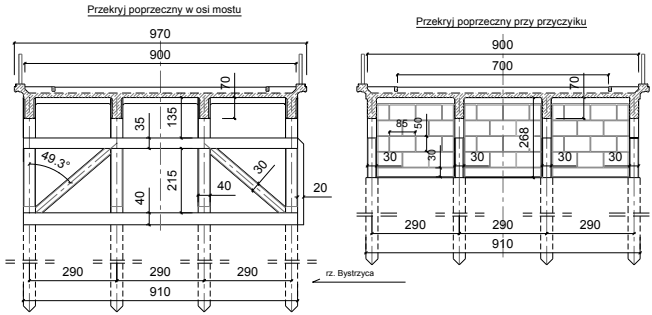


Rys. 2. Widok z boku z wprowadzonym pilastrowaniem, wymiary mostu

Powyższe analizy są ważne w perspektywie przyszłego remontu mostu, po to by sposób nie ingerujący w jego konstrukcję podnieść atrakcyjność wizualną.

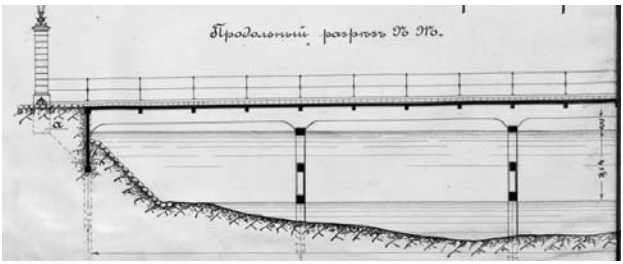
Rys. 3-4. Pomiary inwentaryzacyjne

Przeprowadzono inwentaryzację wymiarów mostu, Rys. 3-4, wymiary uwidoczniono na Rys. 5-6.



Rys. 5-6. Przekroje poprzeczne mostu

Na zamieszczony powyżej rysunkach pominięto istniejące czynne bądź nieczynne rury instalacji prowadzących media. W przekroju poprzecznym most ma 4 rzędy słupów o przekroju kwadratowym o boku 40 cm z fazowanymi narożami na głębokość 2,5 cm. Jak się okazuje przeprowadzona inwentaryzacja jest zgodna z dokumentacją pierwotną, Rys. 7.



Rys. 7. Fragment oryginału *Rysunku ogólnego*

Przyjęty schemat statyczny mostu jest trudny w sensie optymalizacji wartości momentów przęsłowych. W przypadku ramy o wielu nawach o równych rozpiętościach zawsze przeciążone są przęsła skrajne i słupy skrajne, Rys. 12. W latach projektowania mostu znane już były metody graficzne wyznaczania sił w konstrukcjach, np. graficzna metoda Ch. O. Mohra. Dziś trudno przesądzać o sposobie analizy tego mostu, przy czym równie ważne mogły być kryteria estetyczne.

W kontekście współczesnego projektowania można też mówić o innym trudnym statycznie problemie, czyli o posadowieniu przyczółków na pojedynczym rzędzie pali, które jest podatne na obroty o wektorach prostopadłych do podłużnej osi mostu.

Zwraca również uwagę przyjęty wysoki poziom wody wysokiej spiętrzonej sięgający góry prostoliniowych fragmentów filarów, Rys. 7.. Przyjęty poziom jest bezpieczny, co potwierdzają osady wód wysokich przedstawione na innych tu zamieszczonych zdjęciach, Rys.9. Należy jednak przypomnieć, że obecnie kryteria prześwitu pomiędzy lustrem wody miarodajnej a spodem ustroju nośnego są ostrzejsze.

Rys. 8. Filary mostu na Kalinowszczyźnie

Słupy są stężone poprzecznymi kratownico-ramami z zastrzałem w skrajnych polach, Rys. 8. Przekrój poprzeczny zastrzałów to kwadrat o boku 30 cm z fazowaniem na krawędziach o głębokości 2,5 cm. Rygiel dolny o przekroju kwadratu o boku 40 cm jest jednocześnie oczepem pali. Rygiel górny ma przekrój prostokątny 35x40 cm. Kratownico-rama jest 65 cm poniżej (miara w świetle elementów) spodów dźwigarów. Na rysunku wrysowano pale, które nie są rozpoznane podczas inwentaryzacji ze względu na poziom wody w rzece

Rys. 9-10. Widoki na spód mostu

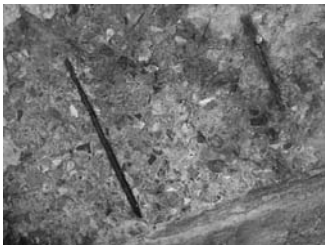
Ustrój nośny jest także tylko częściowo rozpoznany. Z obmiaru prowadzonego od spodu ustalono widoczne części dźwigarów i belek poprzecznych. Nie jest znana grubość płyty pomostu, tym bardziej, że mogła być zmieniana podczas remontów. Od strony napływu wykształtowano izbice betonowe. Ostrze izbicy jest wykonane z kątownika stalowego L100x100 i wysokości 270 cm.

Powierzchnie elementów konstrukcyjnych są zanieczyszczone, potęgowane przez pordzewiałe rury mediów miejskich, Rys. 9. Pomimo to dostrzec można estetykę wynikającą z kształtowania elementów. Płaskość powierzchni, równe fazowania krawędzi, piony i poziomy ładnie zbiegające się w perspektywie powodują odczucie harmonii, a nawet relaksu.

Przy przyczółkach niezbędne jest kolejne odniesienie do mostu na ul. Zamojskiej. Tam czołowa ściana przyczółka jest skromniejsza, jest to po prostu ściana. Tymczasem w moście na Kalinowszczyźnie ściana czołowa (268 cm) jest znacznie niższa w zestawieniu z filarem (425 cm). Zamiast płaskiej powierzchni zastosowano boniowanie o podstawowym module 85x50 cm, Rys. 14. Ślady stanów wysokich wód na przyczółku wskazują, że maksymalny spływ miał poziom lustra wody o 50 cm niższy niż spody dźwigarów.

3 Korozja żelbetu

Nawierzchnia na moście została wykonana z asfaltu lanego, który jest w znacznym stopniu szczelny. Tym niemniej korozja betonu, może nieco wolniej, ale jednak postępuje systematycznie. Widoczne są odsłonięcia zbrojenia głównego na belach skrajnych z obu stron mostu. Jesienią roku 2013 r., zaobserwowano jej znaczne postępy. Jak zwykle w przypadku mostów betonowych największe zniszczenia powstają w obszarze belek skrajnych spowodowane przeciążeniem tych belek w porównaniu z belkami wewnętrznymi oraz ich dużej ekspozycji na oddziaływania środowiskowe. Na gruncie pod mostem można znaleźć mniejsze i większe fragment otuliny. Najdłuższy miał długość ~1 m. W tych miejscach postępuje korozja zbrojenia głównego i strzemion, Rys. 11. Pojawiły się także odspojenia powierzchniowe betonu, Rys. 12.



Rys. 11-12. Korozja żelbetu belek i płyty pomostu

W obszarach odsłonięć pomierzono średnice prętów zbrojenia, które wynoszą 28 mm. W konstrukcjach Hannebique'a jako strzemiona stosowano blachę bednarkę o przekroju poprzecznym 30x3 mm.

4 Poręcz dla pieszych

Z zapisów w materiałach znajdujących się w Archiwum Państwowego Lublina wynika, że na moście była zainstalowana balustrada ze stali kutej. Podczas zamierzonego remontu mostu trzeba dopuścić zmiany w porównaniu do oryginału z podstawowej przyczyny tj. bezpieczeństwa użytkowników. Odległości pomiędzy przeciągami dziś byłyby za duże.

Rys. 13-14. Żeliwne słupki - pozostałości oryginalnej balustrady

Na Rys. 7. są też widoczne kolumny oświetleniowe. O tym, że zostały one wykonane świadczy zdjęcie znalezione przez autorów w Bibliotece Multimedialne Teatru NN, na którym widoczne są dwie kolumny, ale niezwieńczone latarniami. Widoczna jest na nim również oryginalna balustrada, z której do dziś pozostały dwa słupki o pełnej wysokości i kilka dolnych połówek słupków. Wszystkie montowano w kapinosie w sposób pokazany na Rys. 13-14.

Istniejąca balustrada szczeblinkowa jest typowym współczesnym rozwiązaniem stosowanym na mostach. Jej wysokość wynosi 100 cm, w świetle obowiązujących przepisów jest toza mało. Ze względu na dopuszczenie do ruchu rowerzystów powinno to być 120 cm.

Most pilnie wymaga remontu. Jego obecna klasyfikacja to kładka dla pieszych.

5 Szanse na ponowne odkrycie mostu

Najlepszym przykładem na to, że most na Kalinowszczyźnie może zostać wyremontowany i znaleźć odpowiednie miejsce w świadomości mieszkańców jest renowacja drugiego mostu Lutowsławskiego przy ul. Zamojskiej. Jest to most rok młodszy, bo wybudowany w 1909 roku. Jest on wpisany na listę zabytków pod numerem A/956 z datą 31.XII.1987 r. W 2013 roku nastąpiło ponowne otwarcie mostu, który od tamtego czasu stał się atrakcyjną przestrzenią publiczną w tkance

miasta. Odbywają się na nim wydarzenia kulturalne, wystawy, spotkania, warsztaty, także koncerty. Most żyje zarówno za dnia, jak i w nocy, Rys.15.

Rysunek 15. Uspołecznienie mostu[1]

Doświadczenia miasta przy renowacji mostu przy ul. Zamojskiej należy wykorzystać do remontu starszego mostu M. Lutosławskiego. Pomimo, że odbudowa mostu na ulicy Zamojskie powiodła się, to w trakcie procesu budowlanego miały miejsce liczne błędy, które rozpoznano i opisano po to by w przypadku mostu na Kalinowszczyźnie nie były powtórzone.

Most na Kalinowszczyźnie ma potencjalnie lepszą lokalizację. Wokół mostu istnieją niezagospodarowane tereny zielone, które mogą tworzyć enklawę spokoju pomimo, że w sąsiedztwie przebiegają arterie miejskie. Przyjmując, że tereny zielone będą miały formę parku miejskiego - most może się stać alejką parkową dla pieszych i licznych w tym miejscu rowerzystów. Odbudowa kolumn narożnych mostu będzie też okazją do kształtowania *bram* do tej alejki.

Myśl o restauracji mostu i jego sąsiedztwa już została zgłoszona władzom miast i plan odnowy może będzie wprowadzony do planów budżetowych miasta w najbliższym czasie.

[1] Rybak M., Zanim minął wiek XIX – były już mosty z betonu zbrojonego, Drogownictwo, nr 7-8, 2002.
[2] Karaś S., Ścieżki powstawania technologii F. Hennebique'a, Drogownictwo, LXVIII, 5, 2013.

[1] Pobrano ze strony http://lublin.naszemiasto.pl/artykul/1959258,most-kultury-w-lublinie-cztery-sierpniowe-wieczory-w-pelnym,id,t.html, z Artykułu Most Kultury w Lublinie: Cztery sierpniowe wieczory w Pełnym Metrażu

[3] Karaś S., Gazda L., Inżynier Marian Lutosławski i jego mosty w Lublinie, Drogownictwo, 2, 159-164, 2004.
[4] Karaś S., Unique Hennebique bridges in Lublin, Poland, American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013 1 (2), pp 47-5
[5] Nosaliuk N., Karaś S., The bridges fate, УДК 624.04.(075,8) Д 69, 425-434.
[6] Gieroba J., Karaś S., Przesmycka E., Po remoncie zabytkowego mostu w Lublinie, Lubelski Inżynier Budownictwa, Nr 23, 14-16, 2012.
[7] Karaś S., Kossowski G., Nasunięcie przęsła Vierendeel'a w Lublinie, Przegląd Komunikacyjny, 4, , 16-242013.

ABSTRACT

The article was taken a technical problem of human-technical heritage. The thing applies to the 1st M. Lutoslawski's bridge in Lublin. Years of neglect caused by a deficiency of knowledge about the bridge worth, its uniqueness meant that the structure is close to the limit condition in the sense of technical standards. This does not mean that at any moment the bridge will collapse, but each subsequent year of its duration is a further development of corrosion and increases the cost of future repair. In terms of sustainable development - should endeavor not to impoverish future generations of unique monument. Nowadays when the Sustainable Development concept getting domination in construction activity the nursing of all technical monuments residues becomes an ordinary obligation for civil engineers and especially for employees of technical universities.

Keywords: bridges, sustainable construction, Hennebique, M. Lutoslawski

АННОТАЦИЯ

В этой статье поднята проблема технического культурного наследия. Это относится в первую очередь к мосту М. Лютославского в Люблине. Многолетнее забвение из-за нехватки знаний о значимости моста, его уникальности привели к тому, что конструкция близка к граничному состоянию, в смысле технических норм. Это не значит, что он рухнет в любой момент, но каждый последующий год его продолжительности приведет к дальнейшему развитию коррозии и увеличению стоимости будущих расходов на ремонт. С точки зрения устойчивого развития - необходимо прикладывать усилия чтобы не лишить будущие поколения уникального памятника.

Ключевые слова: мосты, устойчивое строительство, мост М. Лютославского

УДК 711

Смаль М.В., Кошель М.С,
Луцький національний технічний університет

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Наведенні необхідні заходи з реалізації державної політики, які дозволять забезпечити сталий розвиток населених пунктів.

Ключові слова: *уповільнений розвиток, демографічна ситуація, реструктуризація підприємств, розвиток інфраструктури, структурна перебудова.*

На сьогодні розвиток населених пунктів України характеризується значними відмінами в рівнях їх соціально-економічного розвитку, неузгодженістю ряду законодавчих та нормативно-правових актів з містобудівним законодавством, недостатньо чітко визначеною загальнодержавною стратегією. Спостерігається надмірна концентрація населення і виробництва у великих містах, неефективний, уповільнений розвиток більшості середніх і малих міст, селищ і сіл. Це є наслідком надмірного втручання держави до регіональної політики протягом довготривалого періоду, що призвело до значних територіальних диспропорцій економічного розвитку країни, суттєвих недоліків в територіальній організації суспільства, в системі поселень. Це призвело до погіршення демографічної ситуації в країні, стану зайнятості, зниження якості життя населення, певною мірою зумовило занепад сільської місцевості.

Розвиток населених пунктів – це соціально, економічно і екологічно збалансований розвиток міських і сільських поселень, спрямований на створення їх економічного потенціалу, повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь на основі раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо), технологічного переоснащення і реструктуризації підприємств, удосконалення соціальної, виробничої, транспортної, комунікаційно-інформаційної, інженерної, екологічної інфраструктури, поліпшення умов проживання, відпочинку та оздоровлення, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини.

За рахунок розвитку населених пунктів зменшуються обсяги капітальних вкладень в їхній розвиток і житлове будівництво, введення в експлуатацію нових та відремонтованих жилих будинків. Показник середньої забезпеченості житлом в України у 2 – 2,5 рази менший, ніж у західноєвропейських країнах.

Водночас спостерігається тенденція збільшення загальної площі територій населених пунктів. При цьому землі використовуються нераціонально. Значні площі зайняті під складування відходів виробництва, під сміттєзвалища тощо. Здебільшого неефективно використовуються землі, відведені під об'єкти промисловості, транспорту, енергетики, а також землі рекреаційного призначення. Через недостатність коштів державного та місцевих бюджетів майже припинено розроблення і коригування генеральних планів населених пунктів, іншої містобудівної документації, яка є основою для вирішення питань щодо забезпечення раціонального використання територій.

Основними причинами, що перешкоджають забезпеченню збалансованому сталого розвитку населених пунктів, є нестабільність соціально-економічних умов у державі на перехідному етапі, відсутність науково обґрунтованої, чітко визначеної стратегії її сталого розвитку, ефективного реформування економіки та її державного регулювання, недосконалість правових, організаційних, економічних засад діяльності органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, фізичних і юридичних осіб щодо формування повноцінного життєвого середовища.

Тому, необхідно запровадити певні заходи з реалізації державної політики щодо забезпечення сталого розвитку населених пунктів.

1. Забезпечити раціональне використання природних ресурсів. Для цього потрібно розробляти загальнодержавні, регіональні та місцеві програми, які визначать цілі, завдання, джерела і обсяги фінансування, терміни та виконавців комплексу відповідних заходів. Для забезпечення раціонального використання земель населених пунктів і прилеглих до них територій відповідно до законодавства вживати заходи для прискорення земельної реформи (з урахуванням обмежень стосовно земель, які не підлягають приватизації), приватизацію земель здійснювати на основі затвердженої містобудівної документації, впроваджувати та удосконалюються системи землекористування.

Для раціонального використання мінеральних ресурсів, особливо тих, джерела яких в прилеглих до міста територіях виступають як база для розвитку містоформуючих виробництв, експортних виробництв тощо, забезпечувати максимально повне використання відходів промислового виробництва, вторинної сировини.

2. Поліпшити соціальні умови життя населення. Необхідно удосконалювати рівний доступ до соціальних послуг усіх верств населення, розробляти та реалізувати загальнодержавні, регіональні та місцеві програми поступового реформування системи соціального обслуговування, забезпечувати розвиток мережі закладів та установ дошкільного виховання, освіти, охорони здоров'я, культури, фізичної культури і відпочинку з дотриманням

нормативних показників соціальних стандартів та з урахуванням місцевих соціально-економічних і демографічних умов.

3. Забезпечити населення житлом. По-перше, потрібно удосконалювати систему інвестування житлового будівництва. По-друге, важливим етапом буде впровадження прогресивних архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень у проектуванні жилих будинків з метою підвищення їх експлуатаційних якостей, зменшення вартості будівництва. По-третє, здійснити структурну перебудову та переорієнтацію виробничої будівельної бази на спорудження житла з використанням енерго- і ресурсозберігаючих технологій, застосуванням місцевих будівельних матеріалів та ефективних конструкцій. Все це допоможе забезпечити населення житлом, поліпшити умови його проживання та сталого функціонування житлово-комунального господарства.

4. Удосконалити виробничу інфраструктуру. Важливим етапом для цього буде здійснення структурно-технологічної перебудови промисловості населених пунктів та її технічне переоснащення, а також розробка заходів щодо фінансового забезпечення сталого розвитку населених пунктів за рахунок довгострокових кредитів комерційних банків, активізації діяльності інвестиційних фондів, переходу від сертифікатної до грошової приватизації. За рахунок впровадження раціональних планувальних рішень під час їх нового будівництва або реконструкції можна здійснити ущільнення та зменшення площі територій промислових, комунальних та складських об’єктів.

5. Розвинути транспортну інфраструктуру. За рахунок удосконалення вулично-дорожньої мережі, зменшення витрати часу на перевезення пасажирів і вантажів з урахуванням розташування систем розселення та основних місць застосування праці, інших місцевих умов. Необхідно забезпечити розвиток пасажирського транспорту загального користування (насамперед енергозберігаючих, безпечних, екологічно чистих видів, зокрема електротранспорту), а в містах з населенням понад 1 млн. чоловік – метрополітену, швидкісного трамвая тощо. Для розвитку транспортної інфраструктури потрібно передбачити створення при проектуванні, будівництві та реконструкції вулично-дорожньої мережі смуг для велосипедного та пішохідного руху, а також умов для пересування маломобільного населення.

6. Розвинути інженерну інфраструктуру. Щоб цього досягти потрібно підвищити рівень забезпеченості населених пунктів (особливо малих міст, селищ і сіл) централізованими системами газопостачання, водопостачання і каналізації, особливу увагу приділити реалізації заходів першочергового забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів, які користуються привізною водою, удосконалити структуру паливно-енергетичного балансу населених пунктів з урахуванням регіональних ресурсів

енергозабезпечення, в тому числі альтернативних видів рідкого та газового палива, з використанням нетрадиційних та відновних джерел енергії (геліопаливних, вітрових, геотермальних тощо).

Для забезпечення сталого розвитку населених пунктів формування повноцінного життєвого середовища у населених пунктах включатиме:

– здійснення заходів щодо поліпшення екологічного стану територій населених пунктів, захисту їх земель від ерозії, селів, зсувів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, забруднення відходами виробництва, хімічними, радіоактивними речовинами;

– раціональне використання природно-ландшафтних комплексів міст та приміських територій, провадження роботи щодо їх збереження та відтворення, здійснення упорядження та озеленення вулиць, майданів, територій громадського призначення, житлової забудови;

– здійснення заходів щодо охорони і реставрації пам'яток історії та культури, архітектури та містобудування, палацово-паркових, паркових і садових комплексів, природних заповідників, з пристосуванням пам'яток у необхідних випадках до сучасних функцій і потреб;

– використання підземних просторів населених пунктів для будівництва пішохідних переходів, гаражів, транспортних мереж, об'єктів культурно-побутового обслуговування, комунально-складських об'єктів тощо.

Не потрібно забувати про природні явища та їх вплив на розвиток населеного пункту. Для захисту від несприятливих природних явищ, запобігання виникненню техногенних аварій та ліквідації їх наслідків необхідно створити системи завчасного виявлення передумов аварій і катастроф; здійснити заходи щодо запобігання та захисту від несприятливих природних явищ і техногенних процесів; під час розроблення генеральних планів населених пунктів, іншої містобудівної та проектної документації з урахуванням природних і техногенних умов забудови передбачати містобудівні та інженерно-технічні рішення, спрямовані на забезпечення експлуатаційної надійності будинків і споруд, захист населених пунктів від впливу несприятливих природних явищ і техногенних процесів.

Висновок. Уповільнений розвиток більшості середніх і малих міст, селищ і сіл призводить до погіршення демографічної ситуації в країні, стану зайнятості, зниження якості життя населення. Для забезпечення збалансованого сталого розвитку населених пунктів потрібно поліпшити соціальні умови життя населення, забезпечити раціональне використання природних ресурсів, удосконалити виробничу, транспортну а також інженерну інфраструктуру. Тільки після впровадження цих заходів ми зможемо підняти показник середньої забезпеченості житлом в України до рівня західноєвропейських країн.

Список використаних джерел

1. Бабець І. Напрями удосконалення державного стимулювання інноваційного розвитку економіки малих міст //Стратегічні пріоритети. - 2009. - № 1. - С. 182-188.

2. Бабченко Р.П. Екоосвіта в інтересах збалансованого розвитку промислового міста //Екологічний вісник. - 2009. - № 2. - С. 26

3. Бакалова Л. Сталий розвиток міст: участь громадськості //Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. - 2008. - № 2. - С. 223-230.

4. Бойко-Бойчук О. Категорія державне регулювання розвитку міст: зміст, визначення // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. - 2007. - № 4. - С. 307-320

5. Бойко-Бойчук О. Реформа місцевого самоврядування в Україні з позицій розвитку міста як цілого: теоретико-методологічний аспект/ О. Бойко-Бойчук // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. - 2008. - № 3. - С. 131-140

6. Бойко-Бойчук О. Типологічний простір проблем розвитку міст //Вісник Національної академії при Президентові України. - 2008. - № 4. - С. 146-154

7. Бойчук-Бойко О. Типологізація механізмів державного регулювання розвитку міст //Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. - 2008. - № 2. - С. 124-133

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В данной статье наведении необходимые меры по реализации государственной политики, которые позволят обеспечить устойчивое развитие населенных пунктов.

Ключевые слова: замедленное развитие, демографическая ситуация, реструктуризация предприятий, развитие инфраструктуры, структурная перестройка.

ANNOTATION

Abstract: In this article, prompting the necessary measures for the implementation of public policies that will ensure sustainable development of human settlements.

Keywords: slow development, demographic situation, restructuring, infrastructure development, restructuring.

УДК 711

Смаль М.В., Троць В.Я.,
Луцький національний технічний університет

САДИ НА ДАХАХ

Розглянуті особливості організації садів на дахах, їх переваги, конструкції, вплив на навколишнє середовище та застосування у міському середовищі. Актуальність розвитку садів на дахах в архітектурі .

Ключові слова: *сади на дахах, сади на терасах, п'ятий фасад.*

Постановка питання. Плоский дах – резерв території для влаштування садів та терас для відпочинку. На прикладах історичних досліджень та аналогів зарубіжної та вітчизняної практики обґрунтувати доцільність застосування такої практики, що суттєво збагатить п'ятий фасад виднокраю міста. Наукові дослідження різних авторів, зазначених наприкінці статті, дають змогу викласти основні положення організації садів на дахах, принципи, архітектурно-планувальні та конструктивні вирішення їх будівництва.

Виклад основного матеріалу. Про сади на дахах і терасах було відомо ще з давніх давен. Спочатку такі сади закладали на Близькому Сході, де споруджувались будинки з плоскими дахами. Батьківщиною садів на дахах стала Асиро-Вавілонія. Найраніше датовані посадки дерев на терасах вавилонських зіккуратів (2 тис. р. до н. е). Та найвідомішими були «Висячі сади Семіраміди» – сьоме чудо світу, збудовані близько 600 р. до н.е. царем Навуходоносором II для своєї коханої дружини. На спорудження «Висячих садів» мала вплив низка чинників, серед яких: терасованість полів зі штучним поливом; бажання створити подобу гірського виднокраю; використання цегли-сирцю; влаштування терас на конструкціях галерей з колисковим склепінням.

Композиційну основу творили чотири тераси, кожна з яких мала бітумну гідроізоляцію з тонкою плівкою олова, яку покривала товща землі, де росли дерева, чагарники та квіти. Тераси височіли над землею на 22 метри і вражали сучасників красою і пишністю. Відомо, що римляни також використовували для розміщення рослин та квіткових горщиків тераси. Праобраз садів на дахах наявний і в європейській культурі мистецтві ренесансових та барокових садів Італії та Франції (Вілла Медічі, Іполіта д'Есте, Версаль) – XVI–XVII ст. Яскравим прикладом є вілла на півночі Італії, побудована на скелях острова Ізола-Белла. Тут у XVI–XVII ст. були побудовані тераси висячого саду, які дивовижно віддзеркалювалися у водах озера Лаго Маджоре. Незабаром садами прикрашались дахи не тільки будинків у Європі, але і в дохідних і приватних будинках у Москві та Петербурзі. На початку XX ст. великою популярністю

користувалися теоретичні праці, проекти і споруди найвизначніших архітекторів, зокрема американця Ф. Л. Райта і француза Ле Корбюзьє, який не бачив міста майбутнього без садів на дахах. На архітектурно-ландшафтну організацію покрівлі першочерговий вплив здійснюють конструктивні особливості будівлі (тип даху, його нахил, конструктивна система). Плоскими важаються дахи з невеликим ухилом, проте не менше 2 %, а похилі можуть мати ухил від 20 % і більше. Сучасні технології дають змогу створювати сади практично на будь-який покрівлі.

Сад на даху Ле Корбюзьє проголошував одну з «відправних точок сучасної архітектури». Ле Корбюзье належить величезна кількість здійснених проектів – від озеленення дахів невеликих вілл до цілого міста Чандігарх в Індії, грандіозного ансамблю садів на дахах адміністративних будівель. У США вже на межі XIX і XX століть широко використовувалися дахи багатьох готелів Нью-Йорка. У 40-х роках XX ст. з'явилися сквери на дахах підземних гаражів у Сан-Франциско, а через десять років висячий сад розміром з цілу площу був розбитий на даху підземної автостоянки у місті Портсмуті. Із стрімким розвитком будівельної індустрії, а також швидким скороченням площ озеленення у великих містах відродився інтерес до садів на дахах не лише в Європі та Америці, але й у всьому світі. Зелений дах – це дах будинку, частково або повністю покритий рослинністю і ґрунтовим шаром. Це зелений простір, створений додаванням поверх традиційної покрівельної системи додаткових шарів родючого ґрунту і рослин. Зелену покрівлю також називають екологічною та живою покрівлею.

Сьогодні зелені дахи особливо актуальні в містах Західної Європи, які задихаються серед бетону та асфальту, де позначається брак вільного місця, а кам'яна забудова займає близько 80 % міської території. У таких містах сад на даху – необхідність. Дах будівлі нерідко називають «п'ятим фасадом». Від його розмірів та художнього вигляду залежить силует забудови. Одночасно дах – верхня захисна конструкція будівлі. Вона виконує і несучу, і теплоізоляційну функції, а покрівля – забезпечує захист будинку від дощу, снігу, вітру, перепадів температури повітря.

Ідея використання площинних дахів на сьогодні отримала міжнародне визнання незалежно від особливостей клімату. В багатьох містах світу експлуатація та озеленення покрівель розглядається як один із шляхів вирішення проблеми оздоровлення навколишнього середовища та отримання додаткових цінних міських територій.

Україна, на жаль, не належить до країн, що активно використовують дахи будівель з цією метою. Часто перешкодами для поширення застосування цих сучасних технологій стають технічні й економічні проблеми, що пов'язані з

ризиком, відсутність необхідних знань та стимулів.

Сьогодні покрівля будинків перестала бути просто огороджувальною конструкцією. Використовуватися дахи звичайно, можуть по-різному: стати свого роду штучною підосновою для садів, бульварів, скверів та інших об'єктів ландшафтної архітектури міста. Разом з тим вони захистять конструкції покрівлі від ушкоджень, збільшуючи термін експлуатації. Не менш важливо і те, що, поглинаючи вологу, рослини зменшують навантаження на дощову каналізацію і в результаті це зможе запобігти катастрофічним підтопленням і повеням. Залежно від навантаження на дахову конструкцію і різновидів рослин можна виділити два основних напрями озеленення дахів: екстенсивний та інтенсивний. У разі екстенсивного озеленення на покрівлі створюється килим з газонних трав або низькорослих багаторічників, яким потрібно мало ґрунту та догляду. Таке озеленення робиться зазвичай на не експлуатованих та похилих дахах. Доступ людей на такий дах, у принципі, не передбачається. Таке озеленення можливе на дахах з ухилом до 28 градусів. Інтенсивне озеленення дахів – це створення повноцінного саду з доріжками, водоймами, квітниками, деревами. Вони характеризуються більшою товщиною субстрату, більшою вагою, але широким розмаїттям рослин, Субстрат інтенсивних покрівель глибиною 20–60 см, з вагою в насиченому стані від 250 до 950 кг/м2 . Однак і вимоги до обслуговування інтенсивних покрівель, особливо до їх поливу, більші: необхідно передбачати особливі системи для поливу.

Існуючі різновиди архітектурно-планувальних рішень садів на дахах можна звести до кількох основних типів: трав'яні дахи в малоповерховому будівництві; сади на терасах; сади на дахах прибудов (гаражі, магазини); сади на дахах багатоповерхових будівель.

Трав'яні дахи поширені у багатьох країнах упродовж сотень (якщо не тисяч) років, були стандартною конструкцією, головним чином завдяки чудовим теплоізоляційним властивостям родючого шару і дерну. У холодному кліматі Ісландії та Скандинавії дернові покрівлі допомагали зберігати тепло в будинках, а в жарких країнах, наприклад у Танзанії, зберігали прохолоду в будівлях. Відповідно їх основною функцією є терморегуляція. Сади на терасах використовують з давніх давен і вони не втрачають свою актуальність. У житловому будівництві сад на терасі збільшує особистий простір кожної квартири, підвищуючи комфортність життя та не використовуючи додаткових територій міст. Сади на дахах багатоповерхових будівель найпоширеніші й можуть мати різні функціональні призначення – влаштовування дитячих майданчиків та зон відпочинку. Ландшафтна організація відкритого простору саду-даху повинна відповідати умовам його сприйняття з верхніх і нижніх рівнів забудови і відповідати вимогам навколишнього середовища чи

природного ландшафту, чи житлового району, чи історичного центру міста.

Незважаючи на складність створення зеленої покрівлі, вона має такі переваги: якщо дах зробити плоским, то він послужить ще й незвичайною зоною відпочинку (в країнах Європи зелені дахи використовують в якості майданчиків для гольфу, місць відпочинку працівників, території для прийняття сонячних ванн і т.д.); шар озелененої покрівлі сприяє потужній звукоізоляції, зменшенню тепловтрат будівлі; рослини зеленої покрівлі добре прибирають навали снігу і вологу; при правильному спорудженні цієї покрівлі її довговічність має високу відмітку; декоративний вид зеленої покрівлі є більш привабливим по відношенню до інших покрівельних матеріалів.

До недоліків зеленої покрівлі можна віднести: трудомісткість робіт; істотні матеріальні витрати на спорудження конструкції та придбання елементів «зеленого пирога»; потрібен ретельний догляд за рослинами; зелена покрівля може підійти далеко не кожному садовому стилю.

Як бачимо, переваги зеленої покрівлі значно переважають над недоліками, тому озеленення покрівлі своїми руками є досить раціональним процесом!

Покриття для озеленення покрівлі можуть бути як інтенсивні, так і екстенсивні.

Інтенсивне покриття призначене для активного використання ландшафтного дизайну саду: на даху розсідаються декоративні чагарники, карликові дерева, облаштовується невелика зона відпочинку і т.д. Створення даного виду покрівлі є більш дорогим і трудомістким процесом, оскільки передбачає спорудження міцної металевої несучої конструкції, яка повинна витримувати загальний вага покрівлі.

Дах будинку – важлива складова його архітектури. Тому важливо об’єднати архітектуру споруди з таким постійно змінним матеріалом, як рослини. Для створення експлуатованого даху не підходить традиційна конструкція покрівлі, тому для цих цілей застосовують спеціальні інверсійні покрівлі. Основною відмінністю інверсійної покрівлі від звичайної для плоского даху є укладання шару гідроізоляції поверх утеплювача. Така конструкція дає змогу оберігати гідроізоляційний шар від руйнування і значно продовжити термін служби покриття. Тому існує спеціальна конструктивна схема , яка складається з кількох шарів. На залізобетонну основу вкладається цементна стяжка. Як і будь-яка покрівля даху, «зелена» потребує паро-, гідро- і теплоізоляції. Для пароізоляції використовують сучасні бітумо-полімерні матеріали. Вони зазвичай рулонні, тому легко вкладаються. Як теплоізоляцію найчастіше використовують екструдований пінополістирол або керамзит, перліт. Надійна гідроізоляція – наступний важливий крок. Для гідроізоляції використовують покрівельні мембрани з найвищою кліматичною, хімічною,

біологічною стійкістю і довговічністю. Дренажне полотно призначене для відводу надлишків атмосферних опадів з рослинного шару і з мощення, а також для видалення надлишку води під час поливу рослин. Це мембранна конструкція, яка дає змогу одночасно зберігати вологу у прикореневій зоні рослин і відводити надлишок води. Крім того, необхідним є протикореневий захист. Такий протикореневий гідроізоляційний верхній шар призначений для захисту гідроізоляції від проростання коренів рослин і від механічних пошкоджень під час будівництва покрівлі. Щоб не пошкодити рослинний шар, необхідний фільтрувальний шар. Це тонкий прошарок між рослинним шаром і дренажем, який перешкоджає проникненню в дренаж дрібних частинок ґрунту або субстрату (так званому замулювання) і вимивання з ґрунту поживних речовин. Одночасно завдяки капілярній структурі фільтрувального шару відбувається і зворотний процес – передача рослинам вологи з дренажу. Поверх дренажного шару вкладають з ґрунту. Товщина ґрунтового шару, що відповідає обраному типу «зеленої покрівлі» повинна задовольняти вимоги для висадки вибраного типу рослинності (товщина родючого шару від 5 см до 1 м). Так, для невибагливих рослин достатньо 5–6 см, для кущів – 25 см, а для дерев 60–100 см. У багатьох країнах взагалі поширені субстрактні плити, які повністю замінюють рослинний ґрунт і є набагато легшими.

У деяких країнах переходять до озеленення дахів практично у всіх міських будинках – від адміністративних до житлових і промислових, особливо якщо вони примикають до житлових територій. Місцева влада Німеччини, наприклад, висуває особливо жорсткі вимоги, вводячи податки для тих, хто не використовує озеленення на даху. Газони в швейцарських містах займають до 25 % плоских дахів нових комерційних будівель, а у Німеччині обов'язковою умовою проектування є озеленення дахів будівель, зокрема скатних дахів. У Японії діє принцип розбивати сади на всіх дахах, чия площа перевищує 100 м2 . Цікаво, що вартість озеленених дахів порівняно зі звичайними становить від 11 до 26 % або всього 0,1 % від загальних капіталовкладень на будівництво будівлі.

Висновок. Зелені покрівлі – це нові рекреаційні зони, дитячі майданчики, солярії, відкриті кафе в кращих традиціях і, нарешті, міні-парки – царство гармонії та умиротворення. Відтворюючи втрачений рослинний світ на дахах і терасах, ми допомагаємо відтворювати життя на Землі.

Список використаних джерел

1. Титова Н.П. Сады на крышах. – М.: Олма Пресс, 2002. – 112 с.
2. Голлвитцер Г., Вирсинг В. Сады на крышах. – М., 1972 – 118 с.

3. Залесская Л. С. Курс ландшафтной архитектуры. – М.: Стройиздат, 2008. – 190 с.

4. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць. – Львів: Світ, 2005. – 456с.

5. Антипов А.Н., Дроздов А.В. Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и русский опыт. – М.: Бонн, 2002. – 142 с.

6. Udo Weilacher. Syntax of Landscape. – Boston.:, 2005. – 197 p.

7. Charles W. Harris. Time – savers standards: for landscape architecture. Design and construction data. – N.Y.:, 2002. – 923 p.

8. Hashida Shoko. Sustainable building design book. – Tokyo, 2005. – 100 p.

9. Leslie Chan. Landscape in USA. – N.Y., 2006. – 333 c.

10. http://www.samper.pl/warszawa-ukraina/galeria/ua/

11. http://demakerealestate.blogspot.com/2008_06_01_archiv

12. http://www.dominal.com.ua/uslugi33/

13. http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=46025591

14. http://www.greenprophet.com/2009/01/27/6371/jerusalem-design/

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности организации садов на крышах, их преимущества, конструкции, влияние на окружающую среду и применения в городской среде. Актуальность развития садов на крышах в архитектуре.

Ключевые слова: сады на крышах, сады на террасах, пятый фасад.

ANNOTATION

The paper examines the characteristics of roof gardens organisation, their advantages, constructions, their usage in the urban surroundings and the way they influence the environment. The relevance of roof gardens development in the architecture .

Key words: roof gardens, gardens on terraces, fifth facade.

УДК 691

Смаль М.В., Павлів О.І.,
Луцький національний технічний університет

СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Охарактеризовано різні види сучасних будівельних матеріалів, їх основні властивості, переваги, недоліки та особливості використання.

Ключові слова: *залізобетонні плити, пінобетон, газобетон, полістіролбетон, si-панелі, клеєний брус, сайдинг, віниловий сайдинг, металевий сайдинг, ондулін, черепиця.*

Загальна постановка проблеми. Останнім часом в розмовах про новаторські технології в будівництві багато говорять про нові сучасні матеріали. Під ними слід розуміти систему, яка забезпечує різновидність на всі смаки,комфорт і ресурсозбереження для всіх користувачів. Від сучасного будівництва вимагаються швидкі темпи, найменші витрати, а також щоб спорудженні будівлі відповідали найсучаснішим вимогам безпеки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Рух будівельної сфери вперед залежить від досягнень науки. Вони розробляються для таких цілей: ефективне енергозбереження і звукоізоляція, легка вага будови, швидке зведення, забезпечення комфортного мікроклімату приміщень. Сучасний будівельний матеріал повинен бути також екологічно безпечним, і нові технології в будівництві розробляються для досягнення саме цих якостей. Зниження витрат на зведення будівель теж є важливим показником застосування певних матеріалів. При цьому якість будинку, його міцність, довговічність повинні залишатися основними чинниками використання певної технології [5].

Метою роботи є дослідження різновидності сучасних матеріалів та їх можливостей у будівництві.

На сьогодні для висотного будівництва досі залишаються незамінними такі види матеріалів, як залізобетонні плити. Залізобетонні плити - це не лише економічний вид сучасних будівельних матеріалів. Це матеріал, який відрізняється підвищеною міцністю і довговічністю. Ці будівельні матеріали здатні витримувати самі екстремальні навантаження Ще одним видом матеріалу, основу якого складає бетон є пінобетон. Але він дещо відрізняється від бетонних плит, тому що в своїй основі має абсолютно іншу структуру [3].

Інший важливий матеріал пінобетон - це легкий, пористий будівельний матеріал, який застосовується для швидкого зведення різних будівель і споруд. Відмінність пінобетону від залізобетону в його технології виготовлення. Якщо в основі залізобетону лежить залізна арматура, то в основі пінобетону лежить

піноутворювач. Після приготування бетонної суміші в неї додається впінювач, який в короткий термін насичує бетонну суміш бульбашками повітря, збільшуючи об'єм матеріалу. Після цього отриману суміш розливають по блок формам і просушують. При цьому час, що витрачається на виготовлення необхідних піноблоків є мінімальним. Також є можливість виготовлення піноблоків таких форм і розмірів, які ідеально підійдуть для зведення замовленого об'єкту. Усі ці характеристики дозволяють йому зайняти високий щабель. Ще що слід згадати, це те, що завдяки своїй пористій структурі, пінобетон абсолютно не допускає проникнення холодного повітря в приміщення. При цьому особливу роль грає і відсутність численних стикувальних швів [4].

Досить дешевим матеріалом для будівництва будинку є газобетон він один з кращих матеріалів в будівельній індустрії. Завдяки йому можна не тільки звести стіни будинку в найкоротші терміни, але і заощадити при цьому на покупці дорогих будівельних матеріалів. За словами фахівців, газобетон поєднує в собі легкість дерева і міцність каменю, що дозволяє йому бути незамінним. До того ж він абсолютно безпечний для людського здоров'я, тому що до його складу входить вода, цемент, газоутворювач і дрібний заповнювач.[3]

Революційним продуктом на ринку є полістіролбетон, так як служить представником різних утеплювачів. Від усіх інших пінобетонів він відрізняється рядом переваг, які не доступні багатьом іншим. Він довговічний, безпечний, схожий по паропроникності з деревиною і важко займистості . Але головна його перевага полягає в його дешевизні, завдяки якій можна заощадити чимало коштів і при цьому отримати відмінний будівельний матеріал. Їм чудово можна утеплити не тільки стіни, але і різні перекриття, а також підлоги. Для підлоги він особливо підходить, оскільки не боїться вологи і грибкових захворювань [5].

Основою популярної панельно-каркасної технології є SI-панелі, яку прийнято сьогодні називати «канадської технологією». Ці конструкційні теплоізоляційні панелі дозволяють збудувати будинок у кілька разів міцніше, ніж звичайний каркасний будинок. Вартість матеріалу порівняно невисока, що просто ідеально поєднується з його відмінною якістю. Як показала практика, будинки з SI-панелей будуються швидко, коштують недорого і служать власникам довгі роки.[1]

Клеєний брус ідеально підходить для будівництва дерев'яних будинків, так як він дуже міцний, чистий з екологічної точки зору і порівняно недорогий. Будівельники не раз радять майбутнім власникам дерев'яних будинків брати саме клеєний брус, а не брус звичайний, так як цей матеріал має чимало

вагомих плюсів. Для виробництва клеєного бруса застосовується деревина сосни, червоного дуба, модрини, ялини і червоного дерева. А як відомо, ці породи дерев мають хороші експлуатаційні показники, що, власне, і позначається на якості вже клеєного вироби. [4]

Сайдинг. Слово "сайдинг" є запозиченим. В англійській мові, точніше в американському англійському, слово "siding" визначає технологію зашиття фасаду якимсь навісним матеріалом. Найчастіше деревом, точніше, дошками. Дошки при цьому нашивалися одна до одної, ялинкою. Таким чином, через відсутність вітрового шва не була потрібно додаткового вітрозахисту й захисту від атмосферних опадів.

Вініловий сайдинг являє собою відформовані з полівінілхлориду панелі завтовшки біля одного міліметра. Фактура поверхні найчастіше імітує дерево. Барвник вноситься в масу матеріалу до формування. Форма панелей трохи відрізняється у різних виробників і в різних серіях у одного і того ж виробника. Довжина панелей найчастіше близько 300 - 400 см, ширина всього від 20 до 25 см [2].

Металевий сайдинг - це довгі легкі панелі шириною 120-300 мм Панелі виготовляються з оцинкованої сталі, стали з полімерними покриттями і алюмінію різної колірної гами (рис. 1). Як полімерне покриття провідні виробники рекомендують поліестер, PVF і ПУРАЛ. Панелі можуть бути з гладкою або профільованою поверхнею. Основні характеристики металевого сайдинга: довговічність (термін служби без зміни своїх властивостей - 50 років); негорючість; корозійностійкість - підвищена стійкість до впливу атмосферних опадів; температурний діапазон застосування - від - 50 до + 800С; технологічність - простота, зручність і надійність монтажу (короткі терміни, можливість монтажу круглий рік); екологічна безпека та естетичність [1].

Ондулін - це оригінальний хвилястий покрівельний і облицювальний матеріал, що випускається французькою фірмою Onduline вже більше 50 років. Проводиться шляхом насичення органічних волокон бітумом при високій температурі і тиску, має у складі гуму. Широко використовується практично по всій території Росії. Міцний і довговічний матеріал, що має гарантію 15 років і службовець до 50 років. Листи Ондулін добре згинаються і уздовж хвилі. При радіусі кривизни від 5 метрів їх можна укладати на криволінійні поверхні [5].

Ще одним будівельним матеріалом є сандвіч-панелі. Їх застосовують для малоповерхового будівництва досить високої якості. Структурна теплоізоляційна панель складається з двох стружкових плит, 10 міліметрів завтовшки кожна, між якими під тиском, за допомогою спеціального клею кріпиться утеплювач пінополістирол, щільністю не менше 16 кілограмів на кубічний метр. Для з’єднання модульних елементів між собою, по торцях

вставляються дошки, або брус різної товщини. Простота модульної конструкції сендвіч-панелі є її величезною перевагою перед іншими матеріалами при будівництві котеджів та інших будівель малої поверховості [1].

Черепиця - це один із самих здавна відомих покрівельних матеріалів, що витримав випробування часом. Ще древні греки, а потім і римляни застосовували мармурову і гончарну черепицю. У зв'язку з появою нових технологій, на даний час можна спостерігати друге народження черепиці. Зі збереженням на ринку власне натуральної керамічної (глиняної) черепиці, з'явилися нові, більш дешеві технології виготовлення точного подоби черепичних плиток з цементу і піску. Черепиця може застосовуватися для кам'яних, цегельних, дерев'яних будівель як при новому будівництві, так і при реконструкції. Сучасна черепиця, як керамічна, так і цементно-піщана, дозволяє виконувати скатні даху будь-якої складності (від звичайних двосхилих до самої складної конфігурації - щипцеві, шатрові з мансардними і слуховими вікнами - круглі баштоки з конічними формами), однак слід пам'ятати, що форма даху найчастіше визначає і форму застосовуваних плиток [2].

Одним словом, всі перераховані вище матеріали підходять для швидкого й економічного будівництва будинку так, як ніякі інші. Адже не кожен матеріал може служити довгі роки і економити кошти при його покупці. Їх застосування робить будівельний процес не тільки легким і швидким, але і дуже економічним.

Список використаних джерел

1. Довбенко В. Формування ринкового середовища в будівельному комплексі // Економіка України. – 1995. – № 7. – С. 45–47.

2. Економіка будівельного комплексу: Навчальний посібник / За ред. П.Ф. Жердецького та ін. – К.: Вища школа, 1992. – 271 с.

3. Задорожна О. Соціальні аспекти інвестування житлового будівництва // Економіка України. – 1997. – № 3. – С. 91–93.

4. Кухленко О. Можливі моделі приватизації підрозділів будівельного комплексу // Економіка України. – 2012. – № 1. – С. 42–47.

5. Кухленко О. Будівельний комплекс в умовах нової інвестиційної політики // Економіка України. – 2011. – № 12. – С. 35–41.

6. Размещение производительных сил / Под ред. В. В. Кистанова, Н. В. Копылова. – М.: Экономика, 2004. – 589 с.

7. Розміщення продуктивних сил України / За ред. Є. П. Качана. – К.: Вища школа, 1998. – 376 С.

8. http://economstroy.com.ua

9. http://ua-referat.com

10. http://rim-service.at.ua
11. http://bodrost.com.ua
12. http://stroytechnology.net

АННОТАЦИЯ

В статье охарактеризованы различные виды современных строительных материалов, их основные свойства, преимущества, недостатки и особенности использования.

Ключевые слова: железобетонные плиты, пенобетон, газобетон, полистиролбетон, si-панели, клееный брус, сайдинг, виниловый сайдинг, металлический сайдинг, ондулин, черепица

ANNOTATION

The article describes the different types of modern building materials, their basic properties, advantages, disadvantages and use features.

Keywords: concrete slabs, foam, concrete, polistirolbeton, si-bar, Beams, siding, vinyl siding, metal siding, Ruukki, shingles

УДК 624.04

Струк О.О., Бортник О.В.,
к. т. н., доцент Пасічник Р.В.,
Луцький національний технічний університет

ПЕРЕВІРКА МЕТОДУ ЗАМІНИ ФЕРМИ ЕКВІВАЛЕНТНОЮ БАЛКОЮ В СТАТИЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

Проведено аналіз доцільності та ефективності використання стержнів зведеної жорсткості в якості розрахункової схеми для певних типів наскрізних конструкцій. Розглянуто метод розрахунку ферми як балкової системи. Запропоновано розрахунок балкової системи, як розрахункової, що полягає в використанні формули Мора з врахуванням Q.

Ключові слова: *наближений розрахунок, наскрізні стрижневі системи, ферми, еквівалентна система, система з розподіленими параметрами.*

Основними несучими конструкціями будівельних об’єктів є балки, ферми, рами, колони, пластини, оболонки, тощо. При проектуванні і конструюванні цих елементів необхідно проводити інженерні розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість при статичному і динамічному навантаженні. В деяких випадках в залежності від виду об’єкта дослідження такі розрахунки можуть виявитись досить об’ємними через складність математичної моделі розрахункової схеми. В таких випадках часто вдаються до спрощеного розрахунку, замінюючи розрахункову схему об’єкта простішою, еквівалентною заданій з деякими допущеннями.

Відома практика заміни ферми еквівалентною балкою в статичних розрахунках[1]. Однак і в теперішній час залишається багато питань по спрощенню розрахунків ферм.

Ця робота присвячена обґрунтуванню заміни наскрізної стрижневої системи стрижневим балочним елементом.

Балка являє собою стержень суцільного поперечного перерізу, що працює на згин. При згині стержня виникають, в основному, нормальні напруження, які змінюються по лінійному закону, з найбільшими значеннями в найбільш віддалених від нейтральної осі волокнах, рис.1.

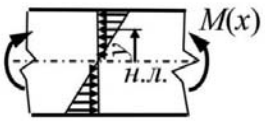


Рис.1. Розподіл навантаження по січенню стержня при прогині.

$$\sigma = \frac{M(x)}{J_z} y. \quad (1)$$

Нормальними напруженнями в волокнах прилеглих до нейтральної осі можна знехтувати. Це означає, що товщину балки в межах нейтральної осі, тобто поблизу центру ваги поперечних січень, можна зробити невелику по відношенню до волокон, які віддалені від нейтральної лінії, рис. 2.

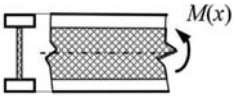


Рис.2. Раціональна форма січення балки.

Але, повністю викинути цю тонку діафрагму не можна, так як на нейтральній осі виникають найбільші дотичні напруження, що викликають зсув, і діафрагма повинна забезпечити роботу балки-стержня на зсув. Очевидно, суцільне січення такої діафрагми доцільно замінити наскрізним, у вигляді решітки стержнів, що утворює замість балки ферму, рис. 3.

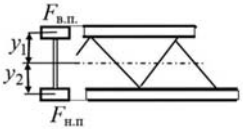


Рис.3. Балка з наскрізною діафрагмою.

Стержні такої статично визначеної конструкції при вузловому навантаженні працюють на розтяг або стиск. Тому в розрахунковій схемі ферма зображується у вигляді системи прямих стержнів, зв'язаних між собою шарнірами, рис. 4.

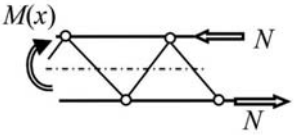


Рис.4. Розрахункова схема ферми.

При згині ферми стержні верхнього і нижнього поясів сприймають розтяг-стиск і зусилля в них зрівноважують момент зовнішнього навантаження, а розтягнуто-стиснені стержні решітки ферми зрівноважують поперечну силу, яка зі згинаючим моментом зв'язана диференціальної залежністю

$$Q(x) = \frac{dM(x)}{dx}. \quad (2)$$

З вище висловленого твердження випливає, що балку можна замінити еквівалентною по міцності фермою і це виявиться економічно доцільно. Випливає і зворотне твердження, що ферму можна замінити рівноміцною балкою.

В балках розрахунок на міцність визначається головним чином побудовою епюр згинаючих моментів і поперечних сил, а в розрахунку на жорсткість, крім основоположного наближеного диференціального рівняння зігнутої осі, використовуються і інші ефективні методи: метод початкових параметрів, правило Верещагіна та ін.

Розрахунок ферми на міцність зводиться до обчислення внутрішніх зусиль у всіх стержнях методом вирізання вузлів або методом моментних точок, і ця робота хоча і проста, але трудомістка. Переміщення вузлів ферми обчислюють за формулою Мора, що істотно більш трудомістка.

$$\delta_i \sum \frac{N_{ip} N_{i1}}{EF_i} l_i. \quad (3)$$

Особливо надзвичайно великою трудомісткістю характеризується динамічний розрахунок ферм. Навіть у спрощеному динамічному розрахунку ферми потрібно складати подвійну кількість (по числу вузлів ферми) диференціальних рівнянь руху умовного інерційного навантаження. Такий розрахунок доволі трудомісткий і малоефективний для інженерної практики.

Необхідно розробити спрощений розрахунок переміщень в балочній системі з застосуванням його до еквівалентної балки, яка замінює ферму.

Основи заміни наскрізного стержня еквівалентною балкою

Відомо, що переміщення в балці залежать від згинаючого моменту і поперечної сили. Так, наприклад, в формулі Мора для обчислення переміщення (прогину або кута повороту) міститься три складові [2,3]

$$\delta = \sum \int \frac{M_p(x) M_1(x)}{EJ} dx + \\ + \sum K \int \frac{Q_p(x) Q_1(x)}{GF} dx + \\ + \sum \int \frac{N_p(x) N_1(x)}{EF} dx. \quad (4)$$

Легко показати, що впливом поперечної сили Q порівняно з впливом згинаючого моменту Мв балках можна нехтувати, а вплив поздовжнього

зусилля ще менше, ніж поперечної сили. Але слід зауважити, що y(x)=y(M)+y(Q).

Розглянемо елемент балки під дією поперечної сили, рис. 5. Додаткове переміщення по вертикалі правого січення по відношенню до лівого рівне $dy(Q)= -\gamma Q(x)dx$ (при додатній поперечній силі кут повороту січення від'ємний – по ходу годинникової стрілки). Тут γ – відносний зсув, тобто кут зсуву від одиничної поперечної сили.

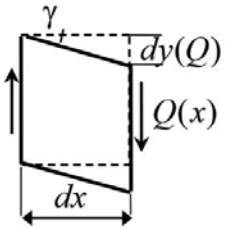


Рис. 5. Деформація зсуву в елементі балки.

Інтегруючи представлену залежність, знаходимо додатковий прогин від поперечної сили

$$y(Q) = -\gamma \int Q(x)dx + C. \quad (5)$$

Постійна інтегрування залежить від вибору початку координат. При виборі початку координат на опорі балки C=0.

Таким чином, сумарне переміщення в балці при згині складається з двох складових

$$y(x) = -y(M) - \gamma M(x). \quad (6)$$

Перша складова враховує дію згинаючого моменту, друга – поперечної сили.

Поширюючи це судження на ферму, слід зауважити, що першу складову (6) можна обчислювати по розрахунковим формулам (або рівнянням) балки, тобто в додатку до ферми в балкових формулах потрібно враховувати момент інерції площі поперечного січення поясів ферми відносно нейтральної осі, тобто відносно центральної осі січення поясів ферми, рис. 3

$$J = F_{в.п.}y_1^2 + F_{н.п.}y_2^2. \quad (7)$$

Для врахування впливу поперечної сили потрібно знати кут зсуву γ в залежності від схеми решітки ферми і її січення. Найпростіше цей кут знаходиться для решітки з паралельними кісцями, рис. 6.

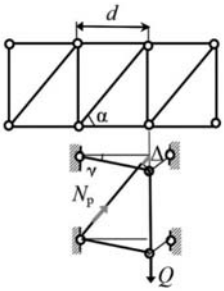


Рис. 6. Схема визначення деформації зсуву в фермі.

Для довільної панелі з нерухомими вузлами в лівому січенні і рухомими у вертикальному напрямку (перпендикулярному напрямку поясів) правими вузлами зусилля в кісці від поперечної сили $N_p = Q/\sin\alpha$. Від цього зусилля виникає поздовжня деформація кісця

$$\Delta l = \frac{N_p l_p}{EF_p} = \frac{1}{\sin\alpha\cos\alpha}\frac{d}{EF_p}\frac{1}{}.$$

Перпендикуляр до напрямку кінця стиснутого кісця на стійку $\Delta = \Delta l/\sin\alpha$ визначає катет кута γ, тобто

$$\gamma = \frac{1}{EF_p}\frac{1}{\sin^2\alpha\cos\alpha} \qquad (8)$$

Така ж формула кута зсуву буде і в фермі з трикутною решіткою[4].

Для оцінки точності цієї формули розглянемо чисто академічну задачу у вигляді консольної вертикальної ферми з квадратними панелями і трикутною решіткою, рис. 7. Площі поперечних січень приймемо однаковими. Обчислимо переміщення вузла завантаження по формулі Мора (3). Розрахунок представимо в таблиці 1.

З таблиці знаходимо переміщення верхнього вузла, завантаженого силою Р

$$\delta_{11} = 55{,}313\frac{d}{EF}.$$

В еквівалентній балці від зсуву

$$\gamma = -\frac{1}{EF_p sin^2\alpha\, cos\alpha} = -\frac{1}{EF}\frac{1}{0{,}3535},$$

а відповідний прогин

$$\delta(Q) = -\gamma M(l) = -\frac{4d}{0{,}3535EF} = -11{,}315\frac{d}{EF}.$$

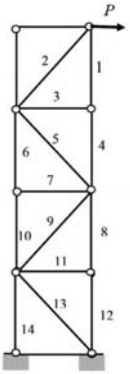


Рис. 7. Вертикальна консольна ферма.

Прогин від згинаючого моменту з врахуванням моменту інерції площі поперечного січення поясів (одної ферми)

$$J = 2F\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{Fd^2}{2}$$

обчислюється за відомою формулою для консолі

$$f(M) = \frac{Pl^3}{3EJ}, \text{тобто}$$

$$\delta(M) = -\frac{l^3}{3EJ} = -\frac{(4d)^3\ 2}{3EJ\ d^2} = -42{,}66\frac{d}{EF}.$$

Таблиця 1.

Обчислення переміщень у фермі

№ст.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
l_i/d	1	$\sqrt{2}$	1	1	$\sqrt{2}$	1	1	1	$\sqrt{2}$	1	1	1	$\sqrt{2}$	1	
N_{i1}/P	-1	$\sqrt{2}$	0	-1	$-\sqrt{2}$	2	0	-3	$\sqrt{2}$	2	0	2	$-\sqrt{2}$	4	
N_{i1}	-1	$\sqrt{2}$	0	-1	$-\sqrt{2}$	2	0	-3	$\sqrt{2}$	2	0	2	$-\sqrt{2}$	4	
$N_{ip}N_{i1}l_i$	1	$2\sqrt{2}$	0	1	$2\sqrt{2}$	4	0	9	$2\sqrt{2}$	4	0	4	$2\sqrt{2}$	16	55,3

Сумарний прогин від одиничного навантаження

$$\delta_{11} = -53{,}98\frac{d}{EF},$$

що відрізняється від розрахунку за формулою Мора на 2,4%.

Зауважимо, що формула Мора з врахуванням поперечної сили (4) приводить до кінцевого результату з великою точністю практично при одному обчисленні

$$y(Q) = \int_0^1 k\frac{Q(P)\,Q(1)}{GF}dx = k\int_0^{4d}\frac{P\,dx}{EF}\frac{E}{G} = 1{,}2\frac{P4d}{EF}2{,}5 = 12\frac{Pd}{EF}.$$

Сумарне переміщення

$$\gamma = 54{,}66\frac{d}{EF}$$

з відхиленням від точного значення на 1,8%.

Отже, в будівельній механіці стержневих систем для розрахунку наскрізних систем у вигляді ферм і стійок можна використовувати заміну заданої стержневої системи еквівалентною балкою.

Список використаних джерел

1. Жеданов, С.А. Новый способ расчета сквозных ферм, рам и арок [Текст] : Учебное пособие /С.А.Жеданов. – Донецк : ДПИ, 1974. – 76 с.
2. Курс сопротивления материалов [Текст] / Под общей редакцией Г. С. Писаренко. – К. : Вищашкола, 1986. – 776 с.
3. Шевченко, Ф.Л. Механика упругих деформируемых систем. Часть1. Напряженно–дефомированное состояние стержней / Ф.Л. Шевченко. – Донецк : ДГТУ, 2006. – 293 с.

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ целесообразности и эффективности использования стержней сводной жесткости в качестве расчетной схемы для определенных типов сквозных конструкций. Рассмотрен метод расчета фермы как балочной системы. Предложено расчет балочной системы, как расчетной, заключающийся в использовании формулы Мора с учетом Q.

Ключевые слова: приближенный расчет, сквозные стержневые системы, фермы, эквивалентная система, система с распределенными параметрами.

ANNOTATION

The paper analyzed the feasibility and effectiveness of the rods pivot stiffness as a design scheme for certain types of cross designs. The method of calculating the farm as a beam system. Proposed calculation of the beam system, as calculated, is to use the formula Mora considering Q.

Keywords: approximate calculation, through core systems, farms, equivalent to the system, a system with distributed parameters.

УДК 624.012.04

к.т.н., доц. Сунак П.О., к.т.н. Мельник Ю.А.,
Луцький національний технічний університет
к.т.н., Мельник О. В.,
Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки
к.т.н., доц. Синій С. В., к.т.н., доц. Сунак О. П.,
Луцький національний технічний університет
д.т.н., Линник І.Е.,
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М.Бекетова

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ ЗАКОРДОНОМ

Розглянуто досвід закордонних країн щодо заходів з реконструкції та модернізації житлових будівель та інженерних мереж на основі енерго- і ресурсозбереження. Проаналізовано відповідні заходи архітектурного, будівельного та управлінського характеру.

***Ключові слова**: комплексна реконструкція, модернізація, житлові будинки, інженерні мережі, заходи з енергоефективності і ресурсозбереження.*

Постановка проблеми. Відсутність в Україні дієвих реформ з житлової політики стала причиною швидкого зростання частки житлових будівель з високим ступенем зношення. Зокрема, 80 % багатоквартирних житлових будинків потребують повної або часткової енергоефективної модернізації, і це при тому, що за даними [1] багатоквартирний житловий фонд складає 40 % житлового фонду України, а в багатоквартирних будинках мешкає більш ніж 47 % населення. Характерним для існуючих будинків масових серій, особливо – перших, якнайстаріших, є моральне та фізичне зношення, яке зумовлено недосконалістю планувальних рішень квартир (незручне планування, малі розміри та недостатня висота приміщень) і невідповідності експлуатаційних показників огороджувальних конструкцій сучасним вимогам з тепло-, гідро- і звукоізоляції. Також, системи внутрішніх та зовнішніх інженерних мереж цих будівель потребують повної чи часткової заміни на модернізовані енерго- та ресурсоекономні.

Зважаючи на сьогоднішні українські соціально-економічні реалії та статистичні дані щодо об’ємів введення в експлуатацію нового житла, реконструкція існуючого житлового фонду стала більш актуальним завданням, ніж нове будівництво, оскільки дозволяє оперативніше і менш затратно впровадити заходи з енерго- та ресурсозбереження у сфері житлово-

комунального господарства (ЖКГ).

Виходячи з вищенаведеного вважаємо, що актуальним завданням для міського будівництва та господарства є проведення відповідних заходів з реконструкції житлового фонду з урахуванням можливостей адаптації передового світового досвіду до вітчизняних умов функціонування житлово-комунальної сфери.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні проблеми реконструкції та енергоефективної модернізації житла висвітлені у багатьох працях. Різні підходи до їх вирішення з архітектурно-технічної, управлінської та економічної точок зору спираються на потреби активного впровадження у житлово-комунальному секторі економіки передових світових досягнень з енергозберігаючих технологій, які зокрема відобразили у своїх працях М.М.Дьомін [2], Б.С. Посацький, Б.С. Дамаскін, О.П. Авдієнко, Н.Г. Насонкіна, О.І. Сингаївська, Г.І. Онишук, О.Ф. Осипов, В.М. Соколенко [3], Н.І. Олійник [4], В.М. Андрухов [5], В.С. Балицький, П.І. Кривошеєв, Л.Т. Красовський, О.П.Горячев, Н.Ф. Костецький [6], М.О. Жураковська [7] та ін. Хоча на рівні держави заходи щодо реконструкції житлових будинків [1, 8 та ін.] заплановані ще в минулому столітті, однак темпи та способи їх впровадження не дозволили досягнути якихось вагомих у галузі ЖКГ результатів.

Тому, особливо актуальним для вітчизняного ЖКГ і надалі залишається пошук, дослідження та впровадження енергоефективних ресурсозберігаючих заходів реконструкції та модернізації житлового фонду в умовах розвитку жорстких економічних умов, які потребують різкого зменшення витрат дорогих та дефіцитних енергоносіїв, економії матеріальних та грошових ресурсів, ефективного використання існуючої території забудови та розвитку інфраструктури населених пунктів.

Мета дослідження. Аналіз енергоефективних ресурсозберігаючих заходів реконструкції та модернізації житлового фонду на основі зарубіжного досвіду з огляду на можливості їх застосування в Україні.

Основний матеріал досліджень. На нашу думку, одними з найбільш важливих для проведення належної енергоефективної реконструкції житлового фонду є організаційно-технологічні рішення, що стосуються функціонування огороджувальних конструкцій будівель та їх інженерних мереж. Якщо дивитись з точки зору управлінських рішень, то потрібно відзначити, що у переважної більшості країн Європи та Північної Америки накопичено великий позитивний досвід з проведення масштабних реформ у сфері ЖКГ, в тому числі – і з впровадження державних програм із реконструкції та модернізації житлового фонду, адже прийняті при цьому організаційні, технічні та технологічні заходи дозволяли суттєво підвищити отриманий ефект енерго- та ресурсозбереження

житлових будівель при значному подовженні терміну служби житлового фонду.

Для вирішення післявоєнної житлової кризи 50-х рроків ХХ ст., яка була особливо відчутна у крупних європейських містах, у них розпочалось масове житлове будівництво із досить швидким введенням в експлуатацію недорогих малометражних квартир [6]. У таких умовах відбудови міст, за потреби швидкого відновлення та розвитку галузей економіки і формування нової інфраструктури населених пунктів досить мало уваги приділялось питанням енергоекономічності, довговічності, споживчої якості, комфортабельності квартир. Така ж тенденція була характерна і для тогочасної України та інших республік Радянського Союзу. У ХХ столітті особливо багато житлових будинків за проектами, аналогічними вітчизняним, було побудовано у країнах Східної Європи. Тому, сучасні принципи і методи реконструкції об'єктів міської житлової забудови у цих країнах є особливо корисними і близькими для України. Однак, на жаль, вітчизняні умови експлуатації житлової забудови залишаються порівняно гіршими, що відповідно призводить до більш інтенсивного зношення житлового фонду, не говорячи вже про його моральну застарілість, а отже – більших затрат на заходи з реконструкції.

У таких умовах, у Німеччині, Швеції, Фінляндії, Франції, Данії з'явились нові мікрорайони з типовими проектами переважно чотири- та п'ятиповерхових крупнопанельних житлових будинків [9]. При цьому, завдяки державним субсидіям на будівництво житла, вже наприкінці 60-х років частка крупнопанельного будівництва у житловому секторі цих країн досягала близько 50-70% (рис. 1) [6].

Аналогічне будівництво проводилось і в східноєвропейських країнах та країнах Радянського Союзу. Зокрема в Україні воно виконувалось за технологіями індустріального домобудування, для яких характерні сильна типізація та уніфікація конструктивних елементів, планувальних схем, об’ємно-просторових рішень. Основою міських мікрорайонів стали 5- та 9-поверхові серійні будинки, з них за матеріалами основних несучих конструкцій 50 % цегляні, 47 % панельні, 3 % крупноблочні. Зважаючи на це, на сьогодні в Україні існує гостра потреба проведення широкомасштабних заходів щодо енерго- та ресурсозберігаючої реконструкції житлової забудови 60-70 років ХХ століття, оскільки виходячи з статистичних даних [8, 10] період можливої служби близько 95 % будинків цієї забудови обмежений 5-10 роками.

На сьогодні, у країнах ЄС близько 40 % від загального споживання енергії припадає на будівлі [11]. Вітчизняний потенціал енергозбереження складає близько 40 % [8, 10]. Ці факти зумовлюють певну подібність потреб проведення заходів з енергоефективного будівництва та реконструкції в Європі

та в Україні, а адаптація до вітчизняних умов закордонного досвіду вирішення схожих завдань може принести вагомі позитивні результати.

Рис. 1. Частка крупнопанельного будівництва у житловому секторі країн Європи наприкінці 60-х років XX ст.

Вітчизняна нормативна та законодавча база повинні орієнтуватись на відомі європейські принципи сталого розвитку населених пунктів, а також високі вимоги до енергетичної ефективності будівель, закладені у Директиві ЄС [11] про енергетичну ефективність будівель (Директива 2010/31/EU). Згідно з вимогами Директиви 2010/31/EU держави-члени ЄС повинні здійснювати заходи з підвищення енергоефективності будівель, зменшення тепловтрат, зниження використання енергії, скорочувати використання традиційних видів енергоносіїв натомість збільшуючи використання відновлюваних джерел енергії, а також з 2020 р. європейські будівлі дозволено будувати тільки з нульовим споживанням енергії, тобто нові будинки повинні мати показники пасивних будівель чи наближатись до енергетично нейтральних.

Зважаючи на існуючий циклічний характер закономірності трансформації вимог населення до якості житла, з періодом в середньому через кожні 8 років [12], вже на початок 80-х років XX ст. значна частка європейських будинків з перших післявоєнних масових серій не достатньо відповідала актуальним нормам проживання, нормативно-технічним та санітарно-гігієнічним вимогам, що спричинило потребу проведення робіт із їх реконструкції. Відповідна реконструкція панельних житлових будівель проводилась наступними способами: надбудова додаткових поверхів; добудова лоджій, балконів, терас; перебудова будинку із зміною його об'ємно-планувального рішення; корекція архітектурного рішення будівлі через видозміну фасадів, балконів, лоджій [4].

Реконструкція таких житлових будівель включала модернізацію систем опалення чи їх повну заміну на більш енергоощадні. Аналогічні заходи слід проводити і при реконструкції вітчизняного житлового фонду, а саме – разом з

реконструкцією конструктивних елементів будівель проводити повну заміну, реконструкцію чи модернізацію усіх інженерних мереж (теплопостачання, гарячого та холодного водопостачання, водовідведення, газопостачання, вентиляції, електропостачання), що дуже важливо для зменшення тепло- та ресурсовтрат пов'язаних з експлуатацією інженерних систем.

Загалом, тодішніми урядами західноєвропейських країн під подібні проекти реконструкції житлових будівель були розроблені відповідні державні програми зі значними інвестиціями у вигляді державних субсидій та пільгових кредитів.

Особливо значними стали заходи з реконструкції житлових будівель після об'єднання земель Східної та Західної Німеччини. Існувала гостра потреба збереження житлового фонду та запобігання його руйнації, особливо цього потребувала значна кількість панельних будинків 60-70 років забудови. Тоді житлова сфера поступово перейшла з державної у приватну власність і паралельно з програмами нового будівництва значні економічні зусилля державної житлової політики були направлені на реконструкцію та капітальний ремонт житлового фонду. Зокрема, під реалізацію розробленої у 90-х р.р. XX ст. програми реконструкції крупнопанельних будинків, урядом Німеччини було виділено кредит на загальну суму у 70 млрд. німецьких марок під низькі проценти (4,6 % річних). Реалізація даної програми дозволила провести реконструкцію більше 90000 крупнопанельних будинків [4]. Для державного фінансування масштабних робіт з реконструкції житлової забудови була запроваджена програма «Розквіт Сходу», участь мешканців у фінансуванні цих заходів відбувалось через збільшення квартплати. Досвід Німеччини показує, що вартість заходів з комплексної санації будівель (відновлення первісного стану і термомодернізація будівлі та її інженерних систем) складає третину витрат від нового будівництва, тобто вона значно економніша відносно витрат на знесення старого з наступним зведенням нового житла [1 та ін.].

Проведений нами аналіз також показав, що як закордоном, так і в Україні, одним з найбільш перспективних напрямків заходів з енергозбереження при реконструкції та капітальному ремонті в житловому секторі є термомодернізація як складова комплексної санації житлового фонду. Особливо цінним у цьому сенсі є досвід європейських країн – Німеччини, Польщі, Естонії, Литви, Латвії та інших східноєвропейських країн [1, 4 та ін.], оскільки у них проведено заходи з реконструкції та капітального ремонту багатьох об'єктів подібної з вітчизняною житлової забудови, враховуючи обслуговуючі її системи внутрішніх та зовнішніх інженерних мереж.

Західноєвропейська хвиля пілотних проектів енергозберігаючої санації житлових будинків, зокрема за участю німецьких представників з їх досвідом

управлінських та будівельних реформ 90-х років, за останні 10 років вже дійшла до міст Росії (Москва, Санкт-Петербург та ін.), України (серед сьогоднішніх прикладів – проект «Енергозберігаюча санація житлових будівель» 2012-2014 р.р., із заходів енергозбереження у житловому фонді на території Львівської та Херсонської областей) та ін. Основна перевага здійснюваної санації – орієнтовно на третину менші витрати на проведення комплексу енерго- та неенергозберігаючих робіт з реконструкції конструкцій будівель та інженерних мереж (зазвичай без виселення мешканців з будинків) із можливістю продовження терміну експлуатації будівель як мінімум на 50 років.

Французька державна політика передбачає об'єднання мешканців у "синдикати", міське господарство підпорядковано комуні, спеціалізовані банківські структури реалізовують державне пільгове кредитування. Зокрема, у країні передбачено чотири сучасні державні програми з реконструкції міської житлової забудови [4 та ін.], а саме: програма покращення житла - надання домовласникам субсидій до 35% вартості робіт і пільг (на реконструкцію до трьох років) при дотриманні встановлених умов; тематичні соціальні програми – надання населенню з низькими прибутками субсидій до 70% вартості робіт для реконструкції невеликих житлових будівель; програма реновації будівель – надання домовласникам значних податкових пільг на реконструкцію, причому у разі їх відмови місцеві органи влади мають право продати об'єкт інвестору, що проводитиме реконструкцію; програма ліквідації будівель з нездоровими умовами проживання – надання ряду субсидій домовласнику для проведення знесення і реконструкції ветхого житла, у разі відмови домовласника відповідні роботи за його рахунок держава може провести сама.

За цими програмами, будівельними фірмами, які виграли конкурс на найменшу вартість реконструкції будівель за наданими проектами, складається графік організації будівельних робіт, який погоджується з мешканцями. До заходів з енерго- та ресурсозберігаючої реконструкції будинку також включаються роботи з повної модернізації чи заміни існуючих конструкцій санітарно-технічних систем, заміни старих панелей зовнішніх стін та проведення внутрішнього перепланування приміщень квартир. Зазвичай, на реконструкцію житлового будинку у Франції витрачається близько 3-6 місяців, залежно від обсягу потрібних робіт.

Виходячи з проведеного аналізу французьких програм, завдяки застосуванню сучасних ресурсо- та енергозберігаючих технологій будівництва та ремонту із широким використанням нової техніки та ефективних будівельних матеріалів, така реконструкція житлових будівель здійснюється, переважно, без проведення виселення мешканців і при цьому максимально дотримуються їх побутові умови.

У Нідерландах реконструкція житлових будинків здійснюється за участі єдиного Фонду оновлення міст, на який уряд щорічно виділяє близько 500 млн. доларів [4]. В рамках дотації програм реконструкції районів старої забудови через муніципалітети виділяються кошти на заходи з утеплення огороджувальних конструкцій (зовнішніх стін, покрівлі, віконних отворів). Загалом, діють різноманітні програми субсидування енергоефективної реконструкції житлових будівель. При цьому, уряд фінансує затрати на установку ліфтів у багатоповерхових будинках та пристосування будинків для зручності проживання людей з обмеженими фізичними можливостями шляхом модернізації приміщень сходових кліток (встановлення підйомників), санвузлів та кухні (адаптації сантехприладів).

У Швеції безпосередньо до розміру існуючої квартирної плати включаються амортизаційні відрахування на реконструкцію, утримання та технічне обслуговування житлових будинків, що в середньому відповідає 15-50% доходу сім'ї [9].

У містах США набули поширення федеральні програми реконструкції житлових будинків на рівні мікрорайону. Причому, експертиза вартості 25-річного житлового циклу експлуатації житлового будинку є обов'язковою умовою державної фінансової підтримки його реконструкції [3].

Загалом, в економічно розвинених країнах частка інвестицій на реконструкцію житлових будівель сягає близько 40-70 % від обсягу коштів на нове будівництво [1, 4, 6] (див. також рис. 2).

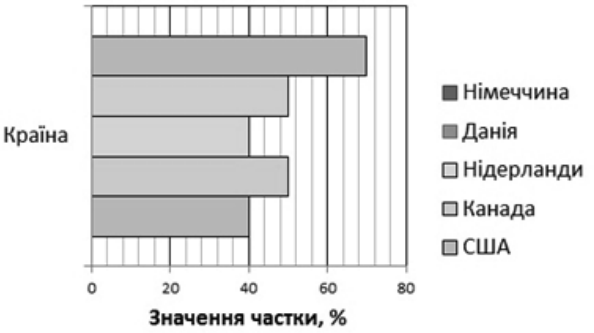


Рис. 2. Частка інвестицій на реконструкцію житлових будівель від обсягу коштів на нове будівництво

Варто відзначити, що західні спеціалісти вже зараз проводять певні роботи та виконують дослідження розробок з перспективних напрямків нових методів реконструкції житлових будинків сучасних серій.

У зв’язку з цим, на нашу думку, особливої уваги заслуговують вітчизняні та закордонні теоретичні та експериментальні дослідження з використанням різноманітних нанотехнологій у матеріалознавстві [13 та ін.] та ряді інших

дотичних до будівництва галузях виробництва, оскільки їх впровадження може бути корисним для реконструкції, реновації, модернізації будівель, починаючи від високоточного аналізу характеристик матеріалів (ґрунту, підвалин, несучих конструкцій та перекриттів, трубопроводів інженерних комунікацій тощо) та модернізації широкого ряду технологічних процесів будівництва через підвищення їх точності та оперативності і закінчуючи створенням принципово нових ефективних будівельних матеріалів та технологій.

У Росії велика різноманітність вимог споживачів до якості житла та різні джерела фінансування відповідно формують різноманітні підходи до вибору методів збереження та заходів реконструкції житлового фонду [4, 12, 14, 15]. Зазначимо, що принцип широкого різноманіття способів фінансування та заходів реконструкції житлового фонду повинен ефективно діяти і в Україні.

У Санкт-Петербурзі з чотирьох категорій житлового фонду за періодом забудови житлових будинків (до 1917 р. XX ст.; 1918–1940 років; 1941–1955 років; 1956–1984 років), особлива активність на сьогодні спостерігається з реконструювання житлових будівель забудови до 1917 р. за трьома основними напрямами [14]: перетворення їх в адмінбудівлі (близько третини будинків забудови до 1917 р. переведені до нежитлового фонду, під банки і крупні фірми, які мають можливість провести витратну реконструкцію будівель та модернізацію їх інженерних мереж); реконструкція житлових будівель з модернізацією їх в елітні квартири (ці будинки особливо привабливі для забезпечених верств населення з підвищеними вимогами до комфортності проживання: центральне розташування, високі стелі, просторі сходові клітки, великі багатокімнатні квартири, виразна архітектура фасадів, енерго- та ресурсозберігаючі інженерні мережі, враховуючи системи безпеки); вибіркова реконструкція окремих поверхів чи квартир приватними інвесторами під житлові й офіси. Для житлової забудови 1918–1940 років характерне планування для умов комунального заселення (санвузли мінімальних розмірів та без ванних кімнат, дерев'яні перекриття, непрезентабельні фасади та інтер’єри), тому такі будинки мають попит на вторинному ринку, що зумовлено передусім зручністю їх центрального розташування у місті. Поширені шляхи реконструкції цих будинків: передача до нежитлового фонду і перетворення їх в адмінбудівлі; викуп та поетапна реконструкція окремих квартир приватними інвесторами. Будинки 1941–1955 років забудови, що розташовані у центральних частинах міста, дуже цінуються на вторинному ринку. До речі, на сьогодні така оцінка загалом є поширеною і для будівель інших, передусім – великих, міст післявоєнної забудови СРСР, враховуючи і багато українських міст (наприклад, Київ, Харків, Львів, Луцьк та ряд інших). Аналогічними є і способи реконструкції – активна реконструкція квартир приватними

інвесторами з проведенням робіт з їх внутрішнього перепланування, енергоефективної модернізації інженерних мереж, заміною віконних рам і дверей на енергозберігаючі. Житлова забудова індустріального періоду домобудування 1956–1984 років є морально та фізично застарілою, не користується попитом на вторинному ринку, хоча і займає як правило цінну у містобудівному значенні територію. Аналогічними є проблеми для подібної серійної забудови в Україні [1, 2, 5, 7, 8], які потрібно вирішувати заходами комплексної реконструкції житлової забудови на рівні кварталу чи мікрорайону.

Зважаючи на масштаби комплексної реконструкції житлової забудови, існують два основні напрями її проведення: знесення будинків чи кварталів з відселенням або реконструкція житлових будинків без відселення. Перший напрям більш ефективніший особливо у мегаполісах, однак і більш затратний.

У Росії впроваджується метод зведення ширококорпусних житлових будівель, на місці існуючих без їх знесення [15 та ін.]. При цьому, проектування нових багатоповерхових ширококорпусних житлових будинків висотою до 17 поверхів різноманітної конфігурації включає реконструкцію існуючих будинків перших масових серій. Таке об'єднувальне рішення на рівні проекту та будівництва дозволяє зекономити кошти на будівництво, урізноманітнити архітектурні рішення будівель що будуються чи реконструюються. Загалом, у Москві, Санкт-Петербурзі та інших російських містах накопичено значний досвід комплексної реконструкції районів житлових будинків перших масових серій, крупнопанельних та цегляних, яка виконується в рамках цільової федеральної та регіональних програм. Слід відзначити, що така реконструкція п'ятиповерхових будинків з влаштуванням надбудови поверху з одно- та дворівневими квартирами дозволяє отримати ряд суттєвих переваг, особливо важливих для сучасної щільної та дороговартісної міської забудови, до основних з яких можна віднести: збільшення загальної площі будинку в середньому на 1000 $м^2$ (при будівництві мансардного поверху); економію близько 0,15 га дороговартісної міської території; зниження затрат в 1,5 раза порівняно з будівництвом на нових територіях; скорочення затрат на будівництво інженерної інфраструктури в 1,5 раза порівняно з новим будівництвом [4, 15 та ін.].

Аналіз багаторічного досвіду закордонних країн показує, що суттєве підвищення ефективності заходів з реконструкції та модернізації окремих житлових будівель досягається у складі заходів з комплексної реконструкції житлової забудови на рівні кварталу чи мікрорайону. При цьому, комплекс прийнятих заходів з реконструкції та модернізації, капітального ремонту, зносу, нового будівництва враховує існуючу містобудівну ситуацію в цілому

і направлений на подовження життєвого циклу застарілого житлового фонду, трансформацію аварійно небезпечного житлового фонду, ущільнення забудови. За умови дотримання сучасних та по-можливості перспективних нормативних вимог архітектурного характеру, безпеки та комфортності проживання, енерго- та ресурсозбереження, основні заходи з реконструкції здійснюються без зносу житлових будинків та відселення мешканців, з ущільненням житлової забудови шляхом введення надбудов нових поверхів та мансард, прибудов та вставок до існуючих будівель. Даний досвід є актуальним і для впровадження в ЖКГ України, передусім така реконструкція стосується забудови з об'єктів застарілого житлового фонду, найчастіше це старі дво-, триповерхові житлові будинки та житлові будинки перших масових серій, збудовані сучасні енергозатратні багатоповерхові житлові будинки, а також громадські і адміністративні будівлі.

Слід також відзначити, що в межах комплексної реконструкції житлової забудови важливо здійснювати заходи з модернізації інженерних мереж, і не лише внутрішніх, але й зовнішніх систем. При цьому значно зростає загальний ефект від енергоефективної модернізації будівель. Передусім, значимість від впровадження відповідних заходів стосується теплових мереж.

У часи енергетичної кризи 70-х років у містах західноєвропейських країн (ФРН, Данії, Нідерландах та ін.) відбувся інтенсивний розвиток мереж централізованого теплопостачання від ТЕЦ [16] зі значним збільшенням одиничної потужності теплогенерувальних турбоагрегатів. Як і в СРСР, у західноєвропейських країнах, а також у США, Японії розвиток великих систем централізованого теплопостачання та ТЕЦ відбувався за активної державної підтримки. У 90-х роках почалася модернізація тепломереж у Польщі, Латвії та інших країнах Східної Європи, зараз відбувається відродження систем централізованого теплопостачання у країнах, які недавно вступили в ЄС. Загалом, країни ЄС продовжують розвивати централізоване теплопостачання, яке має ряд переваг по економії палива (більша ефективність енергоустановок; перехід на вугілля замість газу, що зазвичай використовується у децентралізованих системах) та екологічній безпеці (можливість екологічно чистого спалювання низькосортного палива та побутових відходів).

Характерною особливістю роботи європейських систем централізованого теплопостачання, наприклад у Польщі, є надання споживачам (абонентам) технічної можливості індивідуального кількісного регулювання відбору тепла з тепломережі (зміною витрат отримуваного теплоносія у внутрішньому контурі). А в Україні переважна більшість тепломереж працює в режимі якісного регулювання (із зміною температури теплоносія, яка регулюється для усієї подавальної магістралі тепломережі за температурним графіком). Тобто у

даному випадку споживач не може самостійно регулювати об'єми теплопостачання, оскільки стабільний гідравлічний режим роботи системи розраховано під незмінні параметри водоструминного елеватора теплового пункту (ТП). Тому, перехід на незалежну схему під'єднання абонентів до тепломережі є одним з визначальних заходів реконструкції вітчизняних тепломереж.

Економію ресурсів, що транспортуються інженерними мережами, слід забезпечувати заходами з регулювання та обліку їх споживання: встановлення будинкових чи квартирних лічильників холодної, гарячої води та тепла, квартирних лічильників електроенергії та газу; енергоефективна модернізація центральних теплових пунктів (ЦТП) та широке впровадження індивідуальних (ІТП) в будинках та квартирах, застосування приладів індивідуального регулювання безпосередньо біля пристроїв споживання тепла (опалювальних приладів тощо): використання теплових насосів та інших альтернативних джерел теплопостачання: широке впровадження автоматизації та диспетчеризації роботи внутрішніх та зовнішніх інженерних систем.

Заходи з енергоефективної реконструкції та санації житлових будинків повинні передбачати роботи з підвищення їх енергоефективності, усунення фізичного та морального зносу:

- утеплення зовнішніх стін, горищ, технічних поверхів, підвалів, утеплення/заміна покрівлі, віконних та балконних блоків, елементів вентиляції будівлі;

- заміна/термомодернізація інженерних систем (застосування сучасних матеріалів, конструкцій, обладнання систем тепло-, водо-, газопостачання, вентиляції, каналізації та їх теплоізоляція).

Харківською міською радою спільно з Харківським національним університетом міського господарства імені О.М. Бекетова були проведені передпроектні проробки енергореновації панельних будівель соціального призначення, метою яких є визначення енергоплану, проведення основних енергозберігаючих заходів щодо поліпшення конструктивних, теплозахисних якостей об'єктів соціального призначення з урахуванням їх відповідності сучасним нормативам з енергозбереження.

Для досягнення поставленої мети було вивчено ринок теплоізоляційних і покрівельних матеріалів, сертифікованих і бажано вироблених в Україні; проведена інвентаризація та оцінка технічного стану існуючих типових об'єктів соціального призначення (дитячі садки, школи) з точки зору фізичного зносу конструкцій і огорожі, а також енергоспоживання кВт·год на 1 м^2 корисної площі, в т.ч. запропоновані заходи щодо впровадження та використання альтернативних джерел енергії.

В рамках вирішення поставлених завдань був запропонований послідовний комплекс заходів щодо енергореновації будівель за рахунок [17]:

– утеплення стін + установки енергорегулюючих приладів;

– утеплення стін + заміна вікон;

– утеплення стін + заміна вікон + улаштування даху;

– енергореновації системи освітлення, опалення, водопостачання та водовідведення.

Для проведення енергореновації будівель соціального призначення запропоновано кластер, спрямований на реалізацію положень Державної цільової економічної програми енергоефективності на 2010–2015 роки.

Результати роботи отримали своє відображення в «передпроектній проробці по енергореновації та реконструкції панельних будинків по вулиці Арнасай у м Астана».

Висновки. Слід відзначити, що зважаючи на сучасну важку економічну ситуацію, а також потребу забезпечення житлом переселенців та швидко зростаючий відсоток будівель повністю чи частково зруйнованих унаслідок військових дій на території південно-східної України, суттєво підвищилась актуальність реконструкції, модернізації та капітального ремонту житлового фонду, які є значно менш затратними та більш короткотерміновими заходами із забезпечення житлом населення у порівнянні з новим будівництвом.

Враховуючи, що існуючий вітчизняний житловий фонд характеризується значною кількістю будинків з великим відсотком амортизації та умовами проживання, що не відповідають сучасним вимогам до енерго- та ресурсозбереження, комфортності житла, а також актуальним вимогам до формування ефективного вторинного ринку житла, передовий світовий досвід реконструкції та модернізації житлових будинків повинен активно впроваджуватись у відповідні програми державної житлової політики України. Енергоефективну реконструкцію житлового фонду в Україні слід здійснювати на основі впровадження різних програм (перш за все – державних), що можуть передбачати різні способи співфінансування та участі партнерів – від державних до приватних структур, із наданням кращих умов фінансування проектам з вищим кінцевим ефектом енергоекономії.

Проведений аналіз закордонного досвіду реконструкції та модернізації житлових будівель показав, що загальна ефективність від прийнятих заходів значно підвищується при комплексній реконструкції як об’єднаному багатоваріантному рішенні конкретних завдань ресурсо- та енергозбереження по кожній будівлі (в процесі перебудови, надбудови чи добудови, прибудов і вставок будівель) та інженерних мережах. При цьому, з’являється можливість не лише покращення архітектурного рішення кварталу чи мікрорайону,

уникнення, як правило, проблем з відселення мешканців, але і більш ефективного використання міських територій з підготовленою інфраструктурою, завдяки чому зекономлені кошти та ресурси можуть бути використані на наступні етапи реконструкції, удосконалення та розвиток інфраструктури міста.

Енергоефективна реконструкція та модернізація житлового фонду повинна починатись з заходів утеплення та зменшення тепло-, ресурсовтрат у будівлях та інженерних мережах і закінчуватись заходами з економії, ефективного використання їх тепло-, енергоресурсів, активного впровадження альтернативних джерел енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: практичний посібник [Текст] / за заг. редакцією В. Брагілевича. – Львів, ФОП П'ятаков Ю.О., 2012. – 262 с.

2. Дьомін М.М., Биваліна М.В. Проблеми та методи модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років (на прикладі м. Києва) [Текст] / М. М. Дьомін, М. В. Биваліна // Містобудування та терит. планув.: Наук.-техн. збірник. — К: КНУБА. — 2005. — Вип. 21. — С. 67-75.

3. Симонов С.И. Исследования теплопотерь наружных ограждений жилых домов массовых серий [Текст] / С.И. Симонов, В.М. Соколенко, И.Н. Симонова [Текст] // Містобудування та терит. планув: Наук.-техн. збірник. — К: КНУБА. – 2014. — Вип. 52. — С. 368-374.

4. Олійник Н.І. Зарубіжний досвід реконструкції житлового фонду [Електронний ресурс] / Н. І. Олійник // Державне управління: теорія та практика. Електронне наукове фахове видання – 2009. – №2(10). – Режим доступу: http://www.academy.gov.ua/ej/ej10/doc_pdf/Oliinyk.pdf

5. Андрухов В.М. Оцінка технічного стану житлових будинків перших масових серій індустріального зведення та варіанти їх перспективи у майбутньому [Текст] / В. М. Андрухов, А.О. Колесник, Л.В. Мартинова, В.В. Матвійчук [Текст] // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Наук.-техн. збірник – ІнБТЕГП, ВНТУ. – 2010. - Вип. 1 (8). - С. 103-111.

6. Костецкий Н.Ф. Зарубежный опыт воспроизводства жилищного фонда, его сохранения и модернизации [Текст] / Н.Ф. Костецкий, А.И. Гурко // Экономика строительства. - 2003. - № 5. - С. 33-45.

7. Жураковська М.О. Стан житлового фонду та необхідність проведення капітального ремонту (на прикладі міста Алчевська) [Текст] / М.О. Жураковська // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. збірник Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ. – 2013. – Вип. 108. – С. 55-59.

8. Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій: Постанова від 14.05.1999 р. (із Змінами за Постановою КМ №32 (32-2002-п) від 10.01.2002 №820). – К., 2002. – 5 с.

9. Дмитриев А.П. Зарубежный опыт модернизации крупнопанельных зданий [Текст] / А.П. Дмитриев. Р.Б. Орлович, Э. Шафранко // Изв. вузов. Стр-во. - 2002. - № 1-2. - С. 8-12.

10. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua

11. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings [Електронний ресурс] // Official Journal of the European Union - L 153/13. Режим доступу: http://ec.europa.eu

12. Шрейбер А.К. Технико-экономическая оценка вариантов организационно-технологических решений при проектировании реконструкции жилых зданий [Текст] / А.К. Шрейбер // Экономика строительства. -1993.-№3.-С. 25-27.

13. Основи РЕМ-стереофрактографічних досліджень у матеріалознавстві та трибології: Монографія [Текст] / А.В. Шостак, В.В. Широков, В.В. Божидарнік, С.В. Синій. – Луцьк: Ред.-вид. відд. Луцького НТУ, 2013. - 300 с.

14. Карташова К.К. Реконструкция городского жилища с учетом современных социальных потребностей [Текст] / К. К. Карташова // Изв. вузов. Стр-во. - 2003. -№ 7. - С. 125-131.

15. Булгаков С.К. Новые технологии системного решения критических проблем городов [Текст] / С.Н. Булгаков // Изв. вузов. Стр-во. - 1998. - № 3. - С. 5-23.

16. Маліновський А.А. Централізоване теплопостачання має перспективу в Україні [Текст] / А.А. Маліновський, В.Г. Турковський, А.З. Музичак // Проблеми загальної енергетики: Наук. збірник. (Інститут загальної енергетики НАН України) – К.: Логос. - 2009. – Вип. 19. – С. 50-56.

17. Семенов В.Т. К вопросу о энергореновации типовых панельных зданий в г. Харькове [Текст] / В.Т. Семенов, А В. Завальный, С.Н. Гордиенко, Т.А. Черноносова // Строительство: проблемы и перспективы : сб. статей по материалам междун. науч.-практ. конф. 29–30 марта 2013 г. – Махачкала : ДГИНХ, 2013. – 227–230 с.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен опыт зарубежных стран о мерах по реконструкции и модернизации жилых зданий и инженерных сетей на основе энерго- и ресурсосбережения. Проанализированы соответствующие мероприятия архитектурного, строительного и управленческого характера.

Ключевые слова: комплексная реконструкция, модернизация, жилые дома, инженерные сети, мероприятия по энергоэффективности и ресурсосбережению.

ANNOTATION

The article considers experience of other countries on measures for the reconstruction and modernization of residential buildings and engineer communications on the basis of energy and resource saving. Analyzed the relevant activities of the architectural, construction and management type.

Keywords: complex reconstruction, modernization, houses, engineering communications, activities in energy efficiency and resource saving

УДК 94 (477)

Табачук О.О., к.т.н., доцент Пахолюк О.А.,
Луцький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ПОРОЖНИСТИХ САМАННИХ БЛОКІВ

Розглядаються технології виробництва блоків з саману, а також сфери їх застосування. Описуються переваги використання даного матеріалу, що можуть бути використані для підвищення енергоефективності та екологічності будівель.

Ключові слова: *саман, порожнисті блоки, теплозбереження, екологічність*

Постановка проблеми. В наш час звичні стінові матеріали – задоволення не з дешевих. Окрім того, витрати на електроенергію та опалення збільшуються з кожним роком. Саме тому пошук дешевих, теплозберігаючих і, разом з тим, екологічно чистих матеріалів є актуальним на даний момент.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виробництво саманних блоків є дуже давньою справою. Проте, знову актуальним воно стало після енергетичної кризи середини сімдесятих років минулого століття. А вже наприкінці вісімдесятих на південному заході США знову виникла діяльність навколо повторного відкриття будівельного методу з використанням снопів соломи.

Мета дослідження. Мета дослідження полягає в тому, щоб дослідити основні технології виробництва саманних блоків

Виклад основного матеріалу. Саман – будівельний стіновий матеріал, що являє собою невипалену цеглу з суміші глини, соломи та піску. Був широко поширений в будівництві житла різних народів світу, особливо в степових і гірських районах. В Україні поширена назва саман (від тюркського "солома"). Зокрема з саману будували традиційні українські мазанки [1].

Рис. 1. Типова українська хата-мазанка

Глинобитні стіни і обмазка глиною саманових споруд подекуди існують і зараз. Нині саман застосовується головним чином в країнах Азії, на Північному Кавказі для будівництва малоповерхових споруд. Так само житло селян високогір'я Південної Америки переважно з саману [2].

Межа міцності на стиснення саману і цегли-сирцю (у висушеному вигляді) коливається від 10 до 50 кг/см^2 і близька за міцністю з газо- і пінобетонами марки 600 (межа міцності 25-40 кг/см^2).

Способи будівництва будинків із саману.[2]

1. Саманні блоки. Важкий саман замішують, виливають у спеціальну форму, де він застигає. Потім його дістають з форми, виходить блок, який далі сушать на сонці. Після того, як блоки просохнуть, з них зводяться стіни будинку, як з сучасної цегли, тільки замість бетону використовують глиняний розчин.

2. "Закид" або "глинобитний» будинок. Спочатку будують порожнистий каркас. Встановлюють дерев'яні або металеві опори з кроком 1,5-2 м. До них з обох боків прибивають рейки, щоб обмежити простір. У нього втрамбовують саманну суміш. Після ретельного трамбування саман висихає, виходить стіна. Зовні його необхідно обмазати глиною.

3. "Топтанка" або монолітний саман. Виготовляють опалубку на місці стін будинку. У неї засипають глину, заливають воду і, присипаючи соломою, втоптують. Суміш злегка перемішують і утрамбовують ногами. Шар саману має бути однаковим по всьому периметру стін. Після висихання цього шару опалубку знімають і переставляють вище. Цей спосіб побудови саманного будинку застосовують, коли необхідно звести будинок нестандартної конструкції, наприклад, круглий.

4. "Легкий саман". Замочену в глині солому забивають в опалубку. Такий спосіб використовують для утеплення перекриттів, для формування несучих конструкцій він не підходить.

5. Монолітний саманний будинок з порожнистими стінами. Використовують спеціальну опалубку Вайсбурда. Суміш готують з 60% вмістом соломи і забивають в опалубку. У стінах є порожнини, які обумовлені особливостями опалубки, в них забивають утеплювач або за бажанням заливають бетон.

На основі вивчення різних методів будівництва, як вітчизняного, так і зарубіжного, Вайсбурд Юрій Михайлович в 1998р. розробив енергозберігаючу технологію індустріального будівництва, що дозволяє виготовляти основні елементи будівель (фундаменти, стіни, перекриття) безпосередньо на місці будівництва. Компактна переставна опалубка, конструкція якої захищена патентами Росії (№ 2129647) і України (№ 26250), дозволяє зводити монолітні

стіни, що мають до 60% порожнин, бетонувати фундаменти і виготовляти елементи збірно-монолітних перекриттів. Пустоти можуть бути заповнені утеплювачем, а стіни заармовані [3].

Рис. 2. Стіна, виготовлена з порожнистих саманних блоків

За словами автора, завдяки каркасно-стільниковій монолітній конструкції стін, будівлі побудовані за даною технологією, можуть витримати японські землетруси, американські торнадо, тихоокеанські тайфуни та навіть якутські зими. При зведенні стін може використовуватися опалубка різної конструкції. Вона може бути виготовлена для зведення стін певних фіксованих розмірів по товщині, або складніша по конструкції, яка дозволяє змінювати товщину стіни від 16 до 40 см. Є можливість варіювання як товщини стіни в цілому, так і зовнішнього і внутрішнього шарів залежно від навантажень і вимог енергозбереження. При цьому практично відсутні обмеження по поверховості будівель.

Опалубка складається з поздовжніх щитів, відстань між якими можна міняти, пустотоутворювачів і допоміжних елементів. Тривалий термін служби опалубки забезпечується виготовленням її із сталі з антикорозійним покриттям.

Технологія була орієнтована, в першу чергу, на жорсткий бетон - суміш піску з цементом з невеликою кількістю води.

Як додаткові компоненти, рекомендувались різноманітні шлаки, керамзит, тирса та інші природні матеріали або відходи виробництва. Порожнини зовнішніх стін можна заповнити ефективним утеплювачем, що забезпечить необхідну теплозберігаючу здатність стін.

Після установки опалубки на фундамент або нижній ряд стіни зазори між щитами опалубки і пустотоутворювачами заповнюються саманом з пошаровим трамбуванням. Після заповнення опалубки витягуються пустотоутворювачі, а потім знімаються поздовжні щити і встановлюються в нове проектне положення. Набір міцності стіни відбувається у вільному від опалубки стані.

Для проектування житлових будівель із саману необхідно знати основні конструктивні вимоги до стін з цього матеріалу. Карнизна частина саманних стін повинна звисати з покрівлі не менше як на 48 см. При цьому напуск саману поза межі площини стіни неприпустимі, тобто карнизне звисання можна зробити лише за рахунок винесення карнизної балки покрівлі. Покрівля повинна мати нахил, що збігається з напрямом балок перекриття. Мауерлат роблять у вигляді плоского дерев'яного бруска, втиснутого в матеріал стіни по центру її поперечного перерізу, щоб рівномірно розподілити навантаження від покрівлі. Для цього балки перекриття спирають на стіну по її центру, під їх опорну частину встановлюють плоский дерев'яний брусок. Перемички над отворами виготовляють із дощок або дерев'яних брусків. Між перемичкою і коробкою отвору залишають вільний проріз, що передбачає можливість просідання стіни до 10% висоти отвору. Щілину заповнюють просмоленим віхтем. Отвори роблять прольотом не більше 2 м. Ширину прольотів у кутах беруть не меншою за 1,5 м. У нижній частині віконних отворів улаштовують розвантажувальні дошки, на яких прикріплюють дошки підвіконня і зливу. Цоколь зводять із каменю.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Основний недолік в будівництві будинку з саману – це трудомісткий процес замішування будівельного матеріалу. Застосовують різні способи замісу, але у будь-якому разі процес будівництва такого будинку не простий та трудомісткий. Тому і вартість саманного будинку не така низька як хотілося б. У той же час, переваги такого будинку поза конкуренцією:

1. Теплоємність і енергоефективність. Саманний будинок добре регулює тепловий режим. У літній час тут прохолодно вдень і тепло вночі. Взимку саманні стіни накопичують тепло від опалювального обладнання та віддають його протягом цілого дня. Утеплені зовнішні стіни, енергоефективні вікна та правильна система вентиляції дозволяють утримати тепло всередині будинку.

2. Екологічність. При будівництві такого будинку використовується тільки натуральні, природні будівельні матеріали. Це здоровий та безпечний спосіб

створення житла, яке завжди готове забезпечити своїх мешканців чистим свіжим повітрям.

4. Позитивний вплив на організм. Крім того, що саман - це екологічно чистий будівельний матеріал, він має також і лікувальні властивості. Недавні дослідження глини показали, що в ній міститься радій - елемент, який виганяє з нашого організму все, що гниє, розкладається і веде до клітинної дезорганізації, позитивно діє на нервову систему людини. Можливо тому наші предки, які жили в глиняних будинках, майже ніколи не скаржилися на своє здоров'я.

5. Міцність та надійність. Про довговічність саманних будинків говорить їх історія. У світі є як одноповерхові, так і багатоповерхові будівлі, які частково або цілком побудовані з саману, існують вони вже кілька сотень років, в той час як, наприклад, каркасним будинкам дають терміни експлуатації в 50-70 років (залежно від того, наскільки добре господарі будуть доглядати за будинком). Тим не менш, важливо, щоб в такому будинку був якісний, міцний фундамент. Відсутність надійного фундаменту одна з причин недовговічності українських хат - мазанок.

6. Здоровий мікроклімат. Якість повітря в таких будинках найбільш відповідне для людини: у повітрі немає домішок хімічних речовин які випромінюють сучасні будівельні матеріали (хім. фарби, лаки, пластики і т.д.), саманні стіни відбирають надлишки вологи і віддають їх назад коли повітря стає занадто сухим, в такому будинку мінімум пилу. Це краще житло для людей із захворюваннями органів дихання. Так наприклад у астматиків проходять напади астми, люди які страждають хронічним ларингітом, бронхітом більше не хворіють.

7. Зовнішній вигляд та дизайн. Такі будинки вельми привабливі як зовні, так і всередині. Так само як і в звичайному будинку, тут можна створити будь-який дизайн, який буде розбавлений старовинної екзотикою саманного будинку [4].

Саман - це найкращий будівельний матеріал для тих, хто хоче жити в екологічно чистих умовах, мати можливість прожити здорове життя, і подарувати таку можливість своїм дітям.

Список використаних джерел

1. Словник іншомовних слів., К.: Головна редакція Української радянської енциклопедії АН УРСР., 1975, стор. 114

2. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.

3. [Електронний ресурс] – режим доступу: http://ecobum.io.ua/s204459/pustotiliy_saman_za_tehnologiyu_vaysburda.

4. [Електронний ресурс] – режим доступу: http://top-investor.eu5.org/saman.html.

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются технологии производства блоков из самана, а также области их применения. Описываются преимущества использования данного материала, которые могут быть использованы для повышения энергоэффективности и экологичности зданий.

Ключевые слова: саман, пустотелые блоки, теплосбережение, экологичность.

ANNOTATION

We consider the production technology of adobe blocks and their scope. Describe the benefits of using this material, which can be used to improve energy efficiency and environmental performance of buildings.

Keywords: adobe, hollow blocks, heat conservation, environmental.

УДК 624.012.25:539.386

к.т.н., доцент Талах Л.О., Жежерун В.Д.,
Луцький національний технічний університет

ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ ПРОМИСЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (НЕЗАВЕРШЕНЕ БУДІВНИЦТВО) ПО ВУЛ, ШЕВЧЕНКА, 13 У М.ЛУЦЬКУ

Наведені результати обстеження будівлі промислового призначення, виробничого корпусу (незавершене будівництво), подано рекомендації, щодо ліквідації дефектів будівельних конструкцій для безпечної та довготривалої експлуатації будівлі.

***Ключові слова**: Залізобетон, колона, плита, перекриття, тріщина, цегла, розчин*

Інструментальне та візуальне обстеження будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 (незавершене будівництво) у м. Луцьку по вул. Шевченка, 13 виконувалось у грудні 2013 року науковими співробітниками науково-дослідної лабораторії при кафедрі промислового та цивільного будівництва факультету будівництва та дизайну Луцького НТУ.

Запроектована будівля є каркасною. Вона має розміри в осях 150×36 м. Крок колон у поздовжньому напрямі 6 м, а в поперечному 9 м, триповерхова, Конструкції перекриття та покриття – збірні залізобетонні ребристі плити розміром 3×6 м, 1,5×6 м, 0,75×6 м, змонтовані по залізобетонних ригелях, які опираються на залізобетонні колони перерізом 400×600 мм (перший та другий поверхи) і 400×400 мм (третій поверх), замонолічені в окремих фундаментах стаканного типу. Фундаменти монолітні.

Оскільки будівля протягом тривалого часу, більше 25 років простояла, як незавершене будівництво без неповного виконання заходів по консервації, виконувалось суцільне обстеження всіх будівельних конструкцій, збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття і покриття, а також цегляної кладки внутрішніх і зовнішніх стін.

У результаті виконання робіт з обстеження було встановлено, що тривалий несприятливий вплив навколишнього середовища та незначні недоліки виконання будівельно-монтажних робіт привели до того, що окремі конструктивні елементи отримали ряд пошкоджень і дефектів, які погіршили їх технічний стан, а саме:

- збірні залізобетонні колони в своїй більшості мають: незначні поперечні сколи в місцях розміщення конструктивної арматури, що привело до оголення конструктивної арматури, її корозії; поперечні та поздовжні усадочні тріщини з

періоду виготовлення колон; поздовжні тріщини по кутах поперечного перерізу колон у місцях розміщення робочої арматури по висоті різної довжини;

- збірні залізобетонні ригелі в своїй більшості мають: незначні сколи, оголення конструктивної арматури, її корозії, корозії закладних деталей кріплення плит перекриття;

- збірні залізобетонні плити перекриття I, II поверхів і покриття III поверху в своїй більшості мають: незначні сколи, оголення конструктивної арматури, а також окремими місцями оголення та корозію робочої арматури поздовжніх і поперечних ребер.

Окремі колони, ригелі, плити перекриття і покриття мають сліди висолів від попадання атмосферних опадів, які є характерними для конструкцій, які розміщені по осях 10 – 16, 19, 20, 24, 25 в рядах А/1 – Е.

На зовнішніх і внутрішніх цегляних стінах, явних дефектів не виявлено.

Дослідження фізико-механічних характеристик збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття і покриття та зовнішніх і внутрішніх цегляних стін, зварних швів ванної зварки опорних вузлів ригелів та колон з технічного обстеження виконувалося інструментальне дослідження не руйнівними методами фізико-механічних властивостей бетону залізобетонних колон, ригелів та плит перекриття і покриття будівлі. При цьому використовували наступні прилади: еталонний молоток Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77, ИЗС-10Н по ГОСТ 12997-84, повірених 23.01.2013 року, ультразвуковий дефектоскоп УД3-71, ультразвуковий товщиномір ТУЗ-1 з перетворювачами П112-5×10/2-Т-003, П112-10×6/2-Т-003, П111-2,5-К12-003, повірених 10.09.2013 року, а також ліхтар і фотоапарат “Nikon”.

Для всіх методів визначення міцності бетону виконувалась статистична обробка отриманих результатів. При цьому для кожної групи однотипних конструкцій визначалось середнє значення міцності бетону:

$$R_m = \frac{n_1 R_1 + n_2 R_2 + \ldots + n_n R_n}{\sum n} \quad , \tag{1}$$

де – n_1, n_2, …, n_n – номер зразка;

R_1, R_2, …, R_n – міцность бетону відповідного зразка.

Далі визначалося середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R_m)^2 + (R_2 - R_m)^2 + \ldots + (R_n - R_m)^2}{n-1}} \tag{2}$$

За отриманими даними визначалося нормативне значення характеристик міцності бетону:

$$B = R_n = R_m - \beta \cdot \sigma, \quad (3)$$

яке відповідає найменшому контрольному значенню з достовірною ймовірністю 0,95. Ця величина була базовою для встановлення класу бетону по міцності на стиск. При цьому згідно рекомендацій норм коефіцієнт достовірності приймався β = 1,64.

Дані випробувань фізико-механічних характеристик збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття та покриття наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Фізико-механічні показники збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття і покриття

№ з/п	Найменування показника	Усереднена міцність бетону, R_m, МПа	Коефіцієнт достовірності, β	Середнє квадратичне відхилення, σ, МПа	Нормативна міцність бетону, B, МПа
1.	Колони I-II поверхів	28,60	1,64	2,42	24,63
2.	Колони III поверху	30,56	1,64	3,59	24,67
3.	Збірні з/б ригелі I-III поверхів	32,47	1,64	1,93	29,30
4.	Збірні з/б плити I-II поверхів	28,01	1,64	2,37	24,12
5.	Збірні з/б плити III поверху	27,64	1,64	3,39	22,08

Для визначення фізико-механічних властивостей цегли та розчину самонесучих стін було відібрано з 1-го по 3-й поверхи проби цегли та розчину безпосередньо з існуючих стін. При влаштуванні стін використовувалась звичайна глиняна червона цегла пластичного формування.

Міцність (марка) цегли визначалась шляхом дослідження відібраних зразків (штампів) у лабораторних умовах на пресовому обладнанні (преси ИП - 1000, ПСУ-125, ПСУ-10) повірених 23.01.2013 року. Випрбування проведено згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN 771-1:2003, NEQ); ГОСТ 8462-85,

В результаті виконаних випробувань і технічного обстеження встановлено, що цегла має середню міцність: $R_ц^{сер} = 73{,}85$ кгс/см^2 = 7,385 МПа, що відповідає марці М 75, а конструкції цегляних стін знаходяться в стані II – задовільному.

Для випробування цементно-пісчаного розчину згідно ГОСТ 5802-86, ДСТУ Б В.2.7-239:2010 (EN1015-11:1999. NEQ) з відібраних проб виготовляли дослідні зразки розміром 20×20×20 мм. Зразки випробовувалися на гідравлічному пресі ПСУ-10 повіреному 23.01.2013 року.

У результаті випробовування визначено, що середня міцність цементно-пісчаного розчину складає: $R_{р}^{сер} = 50{,}23$кгс/см^2 = 5,023 МПа, що відповідає М 50, а конструкції цегляних стін на цементно-пісчаному розчині знаходяться в стані ІІ – задовільному.

Ультразвуковий контроль проводився у відповідності з ГОСТ 25863-83, інструкції з експлуатації приладу, ГОСТ 10922-75 та ГОСТ 23858-79, а оцінка якості згідно ГОСТ 10922-75 та ГОСТ 23858-79.

Результати ультразвукового контролю якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати ультразвукового контролю якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон

№ з/п	Прив'язка в плані			Тип зварного з'єднання	Діаметр арматури	Опис дефектів	Оцінка якості
	Вісь	Ряд	Арма-тура				
1.	19	А/1	ліва	стиковий шов	∅36	не відповідає вимогам	бал 1
2.	20	А/1	ліва	стиковий шов	∅36	в межах допуску	бал 2
3.	20	А/1	права	стиковий шов	∅36	в межах допуску	бал 2
4.	26	Г/1	середня	стиковий шов	∅36	в межах допуску	бал 2
5.	26	Г/1	права	стиковий шов	∅36	в межах допуску	бал 2
6.	19	А/1	права	стиковий шов	∅36	не відповідає вимогам	бал 1
7.	10	Е	права	стиковий шов	∅36	не відповідає вимогам	бал 1
8.	10	Е	ліва	стиковий шов	∅36	в межах допуску	бал 2

Результати ультразвукового контролю якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон показали, що в проконтрольованих зварних швах арматури дефектів, які перевищують допустимі значення не виявлено, окрім арматури – вісь 19, ряд А/1, ліва; вісь 19, ряд А/1, права; вісь 10, ряд Е, права.

Ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон з метою виявлення внутрішніх дефектів зварних швів (пор, тріщин, шлакові включення, не сплавлення та не проварів металу) проводився такими засобами: ультразвуковим дефектоскопом УД 3-71, ультразвуковим товщиноміром ТУЗ-1 з перетворювачами П112-5×10/2-Т-003, П112-10×6/2-Т-003, П111-2,5-К12-003, повіреними 10.09.2013 року, а також ліхтар і фотоапарат "Nikon" (рис. 1, 2).

Рис. 1. Вузол з'єднання колони і ригеля по осі 19 ряд А/1
на відмітці +6,000 (Ф-1)

Рис. 2. Виявлення внутрішніх дефектів зварного шва в з'єднання колони і ригеля по осі 19 ряд А/1 на відмітці +6,000, стержень правий (Ф-2)

Перевірочні розрахунки несучих будівельних конструкцій будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 з побудовою її моделі були виконані в ПК ЛИРА 9.4 з урахуванням реальних фізико-механічних характеристик матеріалів та врахуванням реальних розмірів і технічного стану елементів будівлі, визначених інженерними обстеженнями та дослідженнями матеріалів.

Визначення зусиль в елементах конструкцій корпусу виконувалося на ЕОМ з використанням пакету прикладних програм розрахунку будівельних конструкцій за діючими будівельними нормами проектування Ліра-Windows 9.0. Розрахунок виконувався, як для чотирьохпрогінної рами.

За визначеними із статичного розрахунку на ЕОМ зусиллями виконувалася перевірка несучої здатності конструкцій.

Виконані розрахунки показали, що незважаючи на відхилення від вимог проекту по класах і марках основних несучих збірних залізобетонних конструкцій, а саме – бетон В20 (М250), В25 (М300) замість – по проекту В25 (М300), В30 (М400); несуча здатність консолей, ригелів, колон забезпечена.

При виконанні перевірочних розрахунків не враховувались недопустимі за умов нормальної експлуатації пошкодження та дефекти конструкцій,

оскільки такі конструкції підлягають підсиленню за спеціально розробленим проектом.

При розрахунку використане тимчасове рівномірно-розподілене навантаження на перекриття 10 кН/м^2. При цьому несуча здатність в опорних перерізах ригеля забезпечена, хоча запас міцності мінімальний. Розрахунок колон показав, що використання даного навантаження максимально допустиме.

Розрахунок виконувався з врахуванням перерозподілу зусиль між опорними та прольотними згинальними моментами. В нелінійному розрахунку в ПК ЛИРА зафіксовано початок виникнення пластичних шарнірів в опорних перерізах ригеля.

За результатами розрахунків, для безпечної та довготривалої експлуатації корпусу, враховуючи короткочасні перевантаження, рекомендується зменшити тимчасове експлуатаційне навантаження до 9 кН/м^2.

Аналіз результатів інженерних обстежень показує, що внаслідок тривалого перебування незавершеного будівництва будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 без належної консервації під дією навколишнього середовища та відсутність справного організованого відведення дощових вод привело до того, що будівельні конструкції отримали ряд дефектів та пошкоджень і це погіршило їх технічний стан та експлуатаційну придатність (особливо в критичному стані колона першого поверху вісь 10Л ряд Б/1).

Додатковою причиною є недотримання технології при виготовленні збірних залізобетонних конструкцій – не витримана товщина захисного шару бетону конструктивної арматури.

Це в комплексі привело до локальних корозійних руйнувань бетону, сколів, висолів, тріщин, корозії конструктивної, а місцями робочої арматури збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття і покриття.

Перевірочні розрахунки основних несучих конструкцій виробничого корпусу Є-3 з використанням реальних фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів та збірних залізобетонних конструкцій, визначених дослідженнями, як з використанням не руйнівних методів так і випробуванням відібраних зразків будівельних матеріалів у лабораторних умовах, показали, що незважаючи на відхилення характеристик матеріалів від проектних величин, несуча здатність основних конструкцій виробничого корпусу Є-3 забезпечена. Необхідно зауважити, що при цьому не враховувались встановлені інженерним обстеженням недопустимі з умов нормальної експлуатації дефекти та пошкодження. Збірні залізобетонні колони з відшаруванням захисного шару бетону від робочої арматури по висоті поперечного перерізу необхідно підсилити за окремо розробленими рішеннями. Крім цього, необхідно, використовуючи спеціальні технології, нанести захисний шар бетону на

конструктивну арматуру збірних залізобетонних конструкцій колон, ригелів, плит перекриття і покриття.

Особливу увагу необхідно звернути на стик колони з ригелем, а при можливості підсилити його, або зменшити експлуатаційне навантаження.

Висновки та рекомендації

1. Результати виконаних інженерних обстежень показали, що внаслідок тривалого перебування незавершеного будівництва виробничого корпусу Є-3 без належної консервації під дією навколишнього середовища, при відсутності справного організованого відведення дощових вод, збірні залізобетонні конструкції отримали ряд дефектів та пошкоджень, які суттєво погіршили їх технічний стан і придатність до нормальної експлуатації.

2. При виконанні технічного обстеження збірних залізобетонних колон першого, другого, третього поверхів виробничого корпусу Є-3 з 140 колон кожного поверху виявлено з дефектами: І-ий поверх – 66 колон; ІІ-ий поверх – 67 колон; ІІІ-ій поверх – 120 колон.

Основними дефектами збірних залізобетонних колон, враховуючи тривалий несприятливий вплив навколишнього середовища, порушення технологій при виготовленні конструкцій – недостатня товщина захисного шару бетону конструктивної арматури, усадочні тріщини, недостатня марка бетону на водонепроникність, що привело під дією кліматичних умов до утворення сколів, оголення і корозії конструктивної арматури, а також недопустима водопроникність захисного шару бетону робочої арматури поперечного перерізу по висоті колон, що під дією мінусових температур та корозії робочої арматури привело до відшарування захисного шару бетону від робочої арматури колон на різну висоту.

Підсилення поперечного перерізу колон по висоті пропонуємо виконати: І-ий поверх – 24 колони; ІІ-ий поверх – 50 колон; ІІІ-ій поверх – 14 колон.

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів і підсилення збірних залізобетонних колон, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- відокремлення відшарованого захисного шару бетону від робочої, конструктивної арматури;
- очищення шару корозії арматури механічним способом за допомогою піскоструменевої установки;
- виконання антикорозійного захисту арматури;
- влаштування захисного шару робочої, конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном, класом $B \geq 25$ при допомозі торкрет-установки;
- здійснення підсилення металоконструкціями з кутикового профілю і штрипсової полоси по висоті колон в колонах з відокремленим захисним шаром

бетону від робочої арматури в кутах поперечного перерізу згідно з розробленим проектним рішенням;

- обтягнення сіткою-рабицею і виконання торкрет-штукатурки з наступним тинкуванням обрамлених (підсилених) колон металоконструкціями.

Окремого виду підсилення рекомендуємо виконати на колоні першого поверху вісь 10Л ряд Б/1, - проектом передбачити влаштування залізобетонної «сорочки»

3. При проведенні технічного обстеження збірних залізобетонних ригелів першого , другого поверхів та покриття третього поверху виробничого корпусу Є-3, з 121 ригеля кожного поверху виявлено з дефектами: І-ий поверх – 89 штук; ІІ-го поверху – 105 штук; ІІІ-го поверху – 99 штук.

Основними дефектами збірних залізобетонних ригелів, враховуючи тривалий несприятливий вплив навколишнього середовища, недотримання технологій при виготовленні конструкцій – недостатня товщина захисного шару бетону конструктивної арматури, недостатня марка бетону на водонепроникність, які привели під дією кліматичних умов до утворення сколів, оголення і корозії конструктивної арматури та закладних деталей, а по осях 13, 14, 15, 20Л П, ряди А/1 – А і по осях 21, 22 ряди Б/1 – Г ІІІ-го поверху – робочої арматури ригелів.

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- очищення ділянок залізобетонних поверхонь з корозією арматури і металевих закладних деталей за допомогою піскоструменевих установок;

- виконання антикорозійного захисту арматури, закладних деталей;

- влаштування захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном (наповнювач – крупнозернистий промитий кварцовий пісок), класом $B \geq 25$ товщиною 5 – 10 мм при допомозі торкрет-установки;

- виконання захисного шару бетону на ділянках оголеної робочої арматури після їх очищення від корозії, згідно вимог серії виготовлення.

4. Технічним обстеженням збірних залізобетонних плит перекриття першого, другого поверхів та плит покриття третього поверху виробничого корпусу Є-3 (проекції на стелі з кроком 1500 мм) виявлено з дефектами: І-ий поверх – 359 штук; ІІ-ий поверх – 330 штук; ІІІ-ій поверх – 354 шт.

Основними дефектами збірних залізобетонних плит перекриття і покриття корпусу, враховуючи тривалий несприятливий вплив навколишнього середовища, недотримання вимог технологій при виготовленні конструкцій – недостатня товщина захисного шару бетону конструктивної арматури, недостатня марка бетону на водонепроникність, які привели під дією

кліматичних умов до утворення сколів, оголення і корозії конструктивної арматури, поздовжніх, торцевих ребер та закладних деталей, а також механічних пошкоджень ділянками довжиною 100 – 150 мм; оголення, корозія робочої арматури поздовжніх, торцевих і поперечних ребер (І-ий поверх 11 плит, ІІ-ий поверх – 10 плит, ІІІ-ій поверх – 23 плити).

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- очищення ділянок залізобетонних поверхонь з корозією арматури і металевих закладних деталей за допомогою піскоструменевих установок;
- виконання антикорозійного захисту арматури, закладних деталей;
- влаштування захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном (наповнювач – крупнозернистий промитий кварцовий пісок), класом В $\geq$ 25 товщиною 5 – 10 мм при допомозі торкрет-установки;
- виконання захисного шару бетону на ділянках оголеної робочої арматури після їх очищення від корозії, згідно вимог серії виготовлення.

5. При виконанні технічного обстеження зовнішніх і внутрішніх стін з цегляної кладки виробничого корпусу Є-3 та лабораторного випробування зразків будівельних матеріалів та зразків цементно-піщаного розчину відхилення від вимог нормативно-техінчної документації не виявлено.

Зовнішні і внутрішні цегляні стіни знаходяться в нормальному стані.

6. Проведеними дослідженнями збірних залізобетонних конструкцій колон, ригелів, плит перекриття і покриття з використанням не руйнівних методів встановлено, що усереднена міцність бетону збірних залізобетонних конструкцій колон І і ІІ поверхів відповідає класу бетону В20 (М250), ІІІ поверху В25 (М300), а по проекту (оригіналам паспортів) – В25 (М300) та В30 (М400); усереднена міцність бетону збірних залізобетонних конструкцій ригелів, прекриття І, ІІ поверхів і покриття ІІІ поверху відповідає класу В25 (М300), а по проекту (оригіналам паспортів) – В25 (М300) або В30 (М400).

7. У зв'язку з виявленими відхиленнями фізико-механічних характеристик матеріалів конструкцій виробничого корпусу Є-3, було виконано перевірочні розрахунки несучої здатності будівельних конструкцій з використанням реальних показників міцності матеріалів. У розрахунках не враховувались недопустимі з умов нормальної експлуатації дефекти та пошкодження конструкцій, оскільки їх необхідно ліквідувати та підсилити.

За результатами розрахунків, для безпечної та довготривалої експлуатації корпусу, враховуючи короткочасні перевантаження, рекомендується зменшити тимчасове експлуатаційне навантаження до 9 кН/м^2.

8. При технічному обстеженні доступних зварних швів ванної зварки опорних вузлів ригелів та колон перевірених зовнішнім оглядом, виявлено:

- відсутність підрізів;
- відсутність тріщин;
- відсутність видимих порожнин, які виходять на зовні;
- відсутність ніздрюватості зварних швів;
- відсутність переривів зварювального шва;
- відсутність незаплавлених кратерів;
- наявність зварювальних напливів;
- наявність усадочних раковин наплавленого металу до 2 – 2,5 мм.

Вибірковим ультразвуковим контролем якості зварних з'єднань виявлено монолітність зварних з'єднань а в деяких місцях помічено наявність поодиноких внутрішніх газових і шлакових включень розмірами 1 – 1,5 мм, що відповідає вимогам ГОСТ 10922, тобто вони є придатними для подальшої експлуатації.

9. При виконанні геодезичних робіт по нівелюванню перекриття першого поверху сіткою 6000х9000 мм відносно умовного репера, R = 0.000, визначено фактичне перевищення (пониження) на кожному перетині осей і рядів корпусу:

- мінімальна висота перевищення h_{min} = +2 мм;
- максимальна висота перевищення h_{max} = +58 мм;
- мінімальна висота пониження h_{min} = -1 мм;
- максимальна висота пониження h_{max} = -122 мм.

При вибірково-доступному виміру відхилень колон по вертикалі по контуру корпусу встановлено:

- мінімальне відхилення по вертикалі a_{min} = 5 мм;
- максимальне відхилення по вертикалі a_{max} = 50 мм.

Результати виконаних геодезичних робіт засвідчують невідповідність допусків вимогам на монтаж збірних залізобетонних конструкцій згідно ДБН.

При виконанні окремого проектного рішення конструкції виробничого корпусу придатні для подальшої експлуатації.

Список використаних джерел

1. НПАОП 45.2-1.01-98 Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд. Затверджено наказом №321288 від 27.11.1997р. Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України.

2. ДСТУ Б В.2.7-239:2010. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань. Мінрегіонбуд України (EN1015-11:1999. NEQ).

3. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. Мінрегіонбуд України (EN 771-1:2003, NEQ);

4. ДСТУ БВ.2.7-43-96. Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови.

5. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Мінбуд України.– Київ: 2006 – 79 с.

6. ДБН В.2.6. – 98: 2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд України.– Київ: 2011 – 84 с.

7. Неразрушающие методы испытания бетона.– Москва: Стройиздат, 1985 г.

8. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77. – Москва : Стройиздат, 1985 г.

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты обследования здания промышленного назначения, производственного корпуса (незавершено строительство), поданы рекомендации, относительно ликвидации дефектов строительных конструкций для безопасной и долговременной эксплуатации здания.

Ключевые слова: железобетон, колонна, плита, перекрытие, трещина, кирпич, раствор

ANNOTATION

The results of inspection of building of the industrial setting, production corps (building is uncompleted) are resulted, recommendations are given, in relation to liquidation of defects of build constructions for safe and of long duration exploitation of building.

Keywords: Reinforced concrete, column, flag, ceiling, crack, brick, solution

УДК 728.5:379.85-053.6(045)

Ткаченко Н.В.,
Національний авіаційний університет, м. Київ

СТРУКТУРА СИСТЕМИ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ МОЛОДІЖНОГО ТУРИЗМУ

Здійснено аналіз соціально-економічних підходів до вивчення туризму та системи архітектурних об'єктів молодіжного туризму. Виявлено основні види підприємств, що належать до різних груп заходів із забезпечення сфери туристських послуг і складають структуру системи туризму, задовольняють різні потреби туристів. Визначено місце засобів розміщення для молоді та архітектурної діяльності як такої в цій системі, їх значення для формування туристського продукту.

Ключові слова: *туристська індустрія, інфраструктура туризму, туристський продукт, туристська пропозиція, архітектурні об'єкти молодіжного туризму.*

За оцінками Всесвітньої туристської організації (ВТО) і Всесвітньої ради з туризму і подорожей функціонування суб'єктів туристської діяльності тісно пов'язане чи впливає на розвиток та діяльність 32 галузей народного господарства.

Актуальність. Широка взаємодія різних галузей народного господарства в процесі формування туристського продукту або надання туристських послуг ускладнює диференціацію видів діяльності, що стосується і розширення номенклатури закладів туризму, в тому числі і для молоді. Адже, саме динаміка засобів розміщення забезпечує мультиплікативний вплив на інші види туристської діяльності. [5, с.19]

Сучасні заклади туризму для молоді в Україні, як складна комплексна система, що інтегрує в єдине ціле чисельні технічні, конструктивні, психологічні, естетичні складові є мало вивченим, з наукової точки зору, аспектом архітектурної діяльності, як з боку теоретичного узагальнення ознак та особливостей подібних закладів, так і з боку практичного застосування вже існуючого досвіду. На даному етапі розвитку сфери туризму досить актуальним постає питання кооперації закладів туризму для молоді з іншими закладами громадського призначення, підприємствами сфери обслуговування, культурно-просвітницькими та навчальними закладами тощо, а також визначення їх місця у соціально-економічних процесах, розуміння їх суті, структури, значення для розвитку туризму.

Мета. На основі аналізу соціально-економічних підходів до вивчення туризму та системи архітектурних об'єктів молодіжного туризму, їх функціонування виявити основні види підприємств, що складають її структуру та забезпечують різні групи заходів при формуванні туристського продукту, а також визначити місце і значення засобів розміщення, в тому числі і закладів туризму для молоді, в цій системі.

Аналіз досліджень. Розробкою, так званої, базисної моделі рекреаційної системи у 1970-1980-ті роки займався колектив Інституту географії академії наук під керівництвом В.С.Преображенського [7]

У 1993 році ВТО була розроблена Стандартна міжнародна класифікація видів діяльності в сфері туризму (СІКТА), що була прийнята Статистичною комісією ООН. Мета її створення і використання полягала у забезпеченні методологічної основи збором, обробкою та розповсюдженням інформації про туризм. СІКТА дає уявлення про структуру туристської індустрії, і разом з тим, вказує на тісні зв'язки і можливий внесок галузей, що входять до класифікації, у спільну величину витрат туристів. [5]

Світовим економічним форумом був розроблений та використовується для аналізу факторів конкурентоспроможності сектору туризму спеціальний індекс - the Trevel&Tourism Competitiveness Index (TTCI). Показник TTCI вимірює фактори та сприятливі умови для розвитку туризму в різних країнах світу. Цей індекс базується на трьох групах параметрів, які сприяють конкурентоздатності та забезпечують її. Групи об'єднують більше 70 показників. Перший субіндекс охоплює елементи політики та сфери діяльності уряду (основи регулювання); другий стосується бізнес-середовища та виробничої інфраструктури; третій включає людські, природні та культурні складові ресурсного багатства країни. [2]

Питанням розробки теоретико-методологічних підходів до формування концепції взаємодії індустрії туризму із суміжними галузями національної економіки, їх вивченню і визначенню специфіки присвячена докторська дисертація російського вченого Морозова В.А. [5]

Соціально-економічні аспекти, зокрема, організаційно-економічні умови розвитку молодіжного туризму та стратегія позиціонування туристських фірм на молодіжному сегменті ринку туристських послуг досліджені в роботах Орловської В.П. та Козлової В.А.

В роботах білоруського автора Кабушкіна Н.П. розглядаються комплексна система туристського обслуговування та складові туристської пропозиції. [3]

Основна частина. Довгий час у вітчизняній практиці широко використовувався рекреаційно-географічний підхід на основі якого базувалася методологія дослідження організації відпочинку населення. Згодом географічні

аспекти рекреаційної системи були доповнені міждисциплінарними дослідженнями, що дозволило перейти від природно-ресурсної моделі до природно-соціальної, що викликало увагу до наукових досліджень стосовно врахування фізіологічного комфорту, безпеки перебування людини в місці туристської дестинації, привабливості культурно-історичних, розважально-дозвіллєвих, спортивних та інших об'єктів на основі спеціальних критеріїв. Зростання туристської активності населення, залучення в оборот нових природних та інших туристських ресурсів обумовив перехід у 1980-х роках до системного вивчення рекреаційно-туристської діяльності із врахуванням техніко-економічних параметрів. [5, с.13]

В 1970-1980-х роках на основі аналізу послідовності технологічних процесів сфери туризму фахівцями було вибудовано структуру туристсько-рекреаційного господарства, в якій виділяли дві групи видів діяльності: структуроутворюючі види діяльності, що спеціалізувалися на наданні туристсько-рекреаційних послуг (туристські бюро, готельні заклади, заклади громадського харчування тощо); життєзабезпечувальні для туризму види діяльності - структури комунального і побутового обслуговування, транспорту, зв'язку, торгівлі, розваг тощо, кінцевий результат діяльності яких є профільним для відповідних галузей. [5, с.11] Архітектурна діяльність, в такій структурі туристсько-рекреаційного господарства належить як до структуроутворюючої групи, так і до життєзабезпечувальної.

Матеріальна база системи туристських підприємств повинна враховувати всі види туристської діяльності. Основу системи туристської інфраструктури для молоді утворюють її структурні елементи – певні типи туристських закладів та їх комплекси. Вони є територіальними елементами просторово об'єднаних об'єктів туристської інфраструктури, що пов'язують між собою туристські зони і центри. Комплексна система туристського обслуговування передбачає наступні групи заходів:

1. Забезпечення основних видів послуг по прийому і розміщенню туристів, а також їх пересуванню: будівництво та організація діяльності підприємств готельного типу, туристських баз, підприємств громадського харчування, транспортних підприємств;

2. Виявлення, збереження, утримання та організація показу об'єктів туристської аттрактивності в місці дестинацій, культурно-просвітницька робота, розвиток музейної справи, розробка туристських маршрутів та виробництво товарів туристського споживання.

3. Забезпечення додаткових видів обслуговування туристів у вільний час (виробництво і реалізація сувенірів, організація та діяльність тематичних

підприємств громадського харчування, культурно-видовищних, розважальних закладів, спортивно-оздоровчих підприємств).

4. Організація господарського обслуговування, створення базових підприємств харчування, комунально-побутового обслуговування, транспорту, інженерного забезпечення туристсько-рекреаційних підприємств, житлове будівництво для обслуговуючого персоналу, організація закладів по підготовці кадрів для сфери туризму. [6]

Кожен вид підприємства та туристської діяльності має свої особливості функціонально-планувальної структури будівлі, в якій воно розміщується, специфіку організації основних технологічних процесів надання послуг, споживання туристського продукту тощо. Все це необхідно враховувати при введенні їх в систему туризму.

В роботах архітектурного спрямування у 1970-1980-х роках також розглядалися питання формування туристсько-рекреаційних комплексів різних типів, що, як правило, розташовувалися в селітебних зонах (в складі курортно-рекреаційних районів, в приміській зоні відпочинку, на суміжних територіях), були пов'язані єдиним архітектурно-планувальним задумом і складалися з групи рекреаційних закладів туризму і відпочинку з частковою чи повною централізацією управління й обслуговування, кооперування. Ступінь кооперації туристських закладів міг бути різним, що залежало від конкретної містобудівної ситуації: локальне розміщення, малий, середній ступінь кооперації, повна кооперація. [6]

Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду формування архітектури закладів туризму для молоді показав, що у колишньому СРСР будувалися туристські заклади із автономним і повним циклом обслуговування. Тобто заклад туризму надавав комплексну туристську послугу – розміщення, харчування, оздоровлення, розваги тощо, і мав у своїй комплексній структурі відповідні функціональні споруди чи приміщення. Такі заклади туризму не потребували послуг місцевих підприємств. З одного боку це було зручно для гостей і забезпечувало безперервність технологічного процесу надання туристських послуг, але в ринкових умовах такий підхід має багато ризиків, тим більше зважаючи на сезонні коливання завантаження закладів готельного типу.

В країнах світу при проектуванні молодіжних хостелів обов'язково беруть до уваги вже існуючі об'єкти місцевої інфраструктури, які при подальшому функціонуванні закладу активно використовуються. Наприклад, в хостелі не обладнують кафе і гості користуються послугами кафе, що розташовуються поруч. Такий підхід зменшує витрати на будівництво чи перебудову, обладнання закладу туризму, його експлуатацію та сприяє розвитку місцевої

економіки. Хоча, з іншого боку, це не завжди може гарантувати якісне надання послуг. Або ж, проектом передбачаються додаткові приміщення, що можуть бути використані з різними цілями. Але їх функціональне призначення визначається вже під час експлуатації молодіжного хостелу. Так, наприклад, у New York Hostel International досить проблематичним виявилося використання простору під заклад громадського харчування, що було передбачено проектом. Через низький попит на послугу харчування (харчувалися лише групи туристів) неможливо було знайти орендарів. Тому цей простір було вирішено використовувати для роздрібної торгівлі. [1]

Стандартна міжнародна класифікація видів діяльності в сфері туризму (СІКТА) дає уявлення про структуру туристської індустрії, і разом з тим, вказує на тісні зв'язки і можливий внесок галузей, що входять до класифікації, у спільну величину витрат туристів. Так, серед видів туристської діяльності, СІКТА виділяє послуги готельних закладів, кемпінгів та інших комерційних засобів розміщення, як таких, що мають значну долю надходжень від своєї діяльності. Але доля витрат туристів на даний вид послуг в загальній сумі туристських витрат диференційована на середню і незначну. СІКТА вирішує проблему впорядкування різноманіття видів діяльності, що так чи інакше пов'язані з туризмом. Але методологія СІКТА залишає поза увагою питання пріоритетності видів діяльності, що спеціалізуються на туризмі, і що є важливим показником для державного регулювання, обґрунтування ресурсного забезпечення та інвестиційної політики оптимізації джерел і способів фінансування. Вибір пріоритетів в індустрії туризму важливий, з точки зору, ефективності розміщення та використання ресурсів, в тому числі будівництва закладів готельного типу.

В сучасних умовах в Україні туризм характеризується неефективністю розміщення ресурсів, в тому числі праці і капіталу. Про це свідчить стан інфраструктури та розподіл зайнятості населення. Неефективний розподіл ресурсів послаблює мультиплікативний ефект туризму.

Важливою особливістю туризму є те, що на відміну від інших галузей національної економіки тут значна роль полягає на трудові та культурно-історичні ресурси, а також вона прив'язана до конкретної території та природно-кліматичних умов. До того ж, туризм тісно пов'язаний з таким поняттям, як індивідуальний профіль місця туристського призначення, яке визначає привабливість туристської послуги і створює туристську мотивацію. Такий профіль формується під впливом таких факторів як: географічне розташування, ландшафт, біокліматичні та екологічні характеристики території, історико-культурні параметри.

Ще одним важливим аспектом формування туристської пропозиції на сучасному етапі є її диференціація відповідно до потреб конкретних демографічних груп населення. На думку британських маркетологів Н.Моргана, А.Причарда основним способом виходу туристських підприємств на споживачів залишається пропозиція одного і того ж продукту всім гостям. Але, більш перспективним і конкурентоспроможним вони вважають створення цільового продукту і техніку цільової пропозиції. Це, в свою чергу, потребує сегментації туристського ринку. [4]

При формуванні закладів туризму для молоді слід пам'ятати, що попит на послуги розміщення створюється не закладами готельного типу, а первинною пропозицією (наприклад, турист має бажання приїхати до історичного міста Києва, і вже потім постає питання розміщення). Хоча, світовий досвід має зворотні приклади, коли гість приїздить до туристської дестинацій саме для того щоб пожити в певному готелі (наприклад, в одному із готелів Лас-Вегаса). Але, навіть за такої ситуації, мета створення таких засобів розміщення була саме для формування атракцій та мотивацій для гостей. Тобто, архітектура засобів розміщення може виконувати первинну пропозицію при формуванні туристського продукту.

Слід також враховувати і такий важливий аспект, що попит на туристські послуги та туристська пропозиція не можуть існувати окремо. Туристська пропозиція представляє собою комплекс послуг, який необхідний для задоволення потреб туриста, і які надаються йому під час його подорожі та у зв'язку із цією подорожжю. [3]

Туристська пропозиція (або туристський продукт) складається із первинної та похідної пропозицій. Первинна пропозиція від початку не пов'язана із сферою туризму, але являє собою потужний туристський потенціал певної туристської дестинації. Первинна пропозиція може складатися з наступних елементів: природно-кліматичні умови; соціально-культурні фактори (історико-культурна спадщина, пам'ятки архітектури, народні звичаї та традиції, навчальні заклади, культурно-мистецькі, освітні, спортивні центри тощо); загальна інфраструктура населеного пункту (дорожньо-транспортна система, інженерно-комунальні комунікації, очисні спорудження, культурно-освітні та дозвіллєві заклади, спортивні спорудження тощо).

Похідна пропозиція, на відміну від первинної, існує спеціально в туризмі і складається із туристської інфраструктури та туристської супраструктури. Туристська інфраструктура, в свою чергу поділяється на інфраструктуру обумовлену розвитком туризму і власне туристську інфраструктуру, які являють собою суттєве доповнення до існуючого туристського потенціалу місця дестинації, тобто, що необхідно створити для залучення та зручностей

туристів при наявності первинної пропозиції. Так, інфраструктура обумовлена розвитком туризму подібна до загальної інфраструктури місця дестинації, і носить характер додаткових потужностей, що покликані забезпечувати процеси життєдіяльності туристських потоків, що прибувають. До власне туристської інфраструктури відносять транспортні засоби, засоби розміщення, заклади розважального, конгресного типу, заклади сфери обслуговування та інформації.

До туристської супраструктури прийнято відносити підприємства готельного типу та заклади громадського харчування, які, при наявності первинної пропозиції туристської аттрактивності, мають вирішальне значення для формування туристського продукту. Як видно, із вище сказаного туристський попит задовольняється комплексно і потребує наявності декількох елементів, які можуть бути первинними та похідними. За відсутності хоча б одного з них, стає неможливим досягти стратегічну мету туризму, як такого. [3]

Туристська інфраструктура та туристська супраструктура роблять туристські ресурси доступними, а подорожі комфортними та безпечними, що збільшує їх цінність як фактора виробництва туристського продукту. Всі елементи туристської інфраструктури та супраструктури розташовуються в безпосередній близькості до об'єктів туристської привабливості; повинні відповідати певному рівню якості (національних та міжнародних стандартів); мати можливість до розширення (збільшення потужності), модернізації та модифікації. Також, всі елементи туристської інфраструктури та супраструктури безпосередньо чи опосередковано взаємопов'язані поміж собою, що і дозволяє ефективно функціонувати єдиній туристській індустрії.

Висновки. Таким чином, матеріальну основу виробництва туристського продукту утворює складний комплекс різних галузей, підгалузей та видів діяльності, які безпосередньо задовольняють потреби туристів чи створюють необхідні для цього умови. Послуги розміщення об'єктивно займають центральне місце в індустрії туризму і виступають її базовим обов'язковим елементом. Адже фізіологічні та психологічні особливості людини такі, що хоча б один раз на добу вона повинна відпочивати для чого необхідні послуги закладів готельного типу та інших засобів розміщення.

Виходячи із основних заходів туристського обслуговування та складових туристського продукту можна визначити основні типи підприємств, що складають структуру системи туризму, в тому числі і молодіжного. До того ж, всі ці підприємства представляють собою архітектурні об'єкти або функціонують завдяки засобам архітектурної діяльності. (Таблиця).

Таблиця Система архітектурних об’єктів молодіжного туризму

Основні заходи туристського обслуговування	Типи підприємств	Приклади типів підприємств, об’єктів	Складові туристської пропозиції
Забезпечення основних видів послуг по прийому, розміщенню	Заклади готельного типу	Заклади готельного типу, кемпінги, мобільні засоби розміщення	ПП, ТІО, ТІ, ТС
	Заклади громадського харчування	Ресторани, кафе, їдальні, бістро, закусочні, бари	ПП, ТІО, ТІ, ТС
	Транспортні підприємства	вокзали, станції, аеропорти; система громадського транспорту в місці дестинацій; дорожньо-транспортна система.	ПП, ТІО
Виявлення, збереження, утримання та організація показу об’єктів туристської аттрактивності в місці дестинацій. Розробка туристських маршрутів	Культурно-просвітницькі підприємства	пам’ятки історії, культури, архітектури; музеї; навчальні заклади; археологічні пам’ятки, пам’ятні місця тощо.	ПП
	Матеріальна база спеціалізованих суб’єктів господарювання	Офіси туристських операторів, агентів, виробників товарів туристського споживання, екскурсійні бюро тощо.	ТІ
	Природні об’єкти	Гори, ліси, море, річки, лісопарки, парки, природні заповідники тощо	ПП
Забезпечення додаткових видів обслуговування туристів	Виробництво та реалізація сувенірної продукції	Містечко народних майстрів, сувенірні крамнички, базари; художні майстерні; художні салони	ТІ,
	Тематичні підприємства громадського харчування	Ресторани, кафе національної кухні, спеціалізовані заклади громадського харчування	ТІО, ТІ
	Культурно-видовищні заклади	Розважальні заклади, галереї, театри, концертні зали, нічні клуби, ігрові атракціони	ПП, ТІО, ТІ
	Спортивно-розважальні заклади	спортивні комплекси, спортивні зали, басейн, стадіони, тенісні корти	ПП, ТІО, ТІ
	Об’єкти компенсуючої та ландшафтної архітектури	Солярій, пляж, фонтани, басейни, благоустрій території	ПП, ТІО, ТІ
Організація господарського обслуговування	Об’єкти місцевої інфраструктури	Торгівельні підприємства Будинки побутового обслуговування	ПП, ТІО
	Інженерне забезпечення	Електропостачання , водопостачання, водовідведення	ПП, ТІО
	Заклади по підготовці кадрів для сфери туризму та обслуговування	Навчальні заклади	ПП, ТІО
	Житлове будівництво для обслуговуючого персоналу	Житлові будинки, гуртожитки	ПП, ТІО

ПП – первинна пропозиція

ТІО – інфраструктура обумовлена розвитком туризму

ТІ – власне туристська інфраструктура

ТС – туристська супраструктура

Як видно із таблиці, система архітектурних об'єктів молодіжного туризму є складним і взаємопов'язаним комплексом підприємств різного функціонального призначення та різних архітектурно-конструктивних рішень. Відсутність будь-якого з таких підприємств або недостатня потужність збіднює, а то і, взагалі, робить неможливим надання туристської послуги. В цій системі заклади, що надають послуги розміщення належать до групи заходів із забезпечення основних видів туристських послуг і є одними із основних елементів туристської інфраструктури та супраструктури, роблять можливим формування якісного туристського продукту, в тому числі з дотриманням принципу диференціації. Засоби розміщення, як і природно-кліматична або історико-культурна складові туристського потенціалу місця дестинацій можуть виступати як первинна, так і як похідна пропозиції. Формування архітектури закладів туризму для молоді сприяє ефективному використанню наявних туристських ресурсів та оптимізації джерел і способів фінансування, розвитку бізнес-середовища та виробничої інфраструктури, соціально-культурного простору.

Список використаних джерел

1. Elisabeth Dubin Preservation for the people: seventy years of American youth hostels. a thesis in Historic Preservation Presented to the Faculties of the University of Pennsylvania in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of master of science [Електронний ресурс]/ 2003. – http://www.dubingreen.org/ed/impersonal/official/pdf

2. The Travel & Tourism Report 2009. Balancing Economic Development and Environmental [Electronic resource]/ Режим доступу: http://www.weforum.org/en/media/publications/

3. Кабушкин Н.И. Менеджмент туризма: учебное пособие для ВУЗов. – Минск: БГЭУ, 1999. – 644с.

4. Морган Н. Реклама в туризме и отдыхе: учебное пособие/ Н.Морган, А.Причард. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004 – 495с.

5. Морозов В.А. Социально-экономические основы взаимодействия туризма со смежными отраслями национальной экономики: дис. … д-ра. экон. наук: 08.00.05. – Москва, 2004. – 226с.

6. Орлов М.А. Крупные туристские центры. – М.: Стройиздат, 1983. – 159с.

7. Преображенский В.С., Зорин И.В., Веденин Ю.А. Географические аспекты конструирования нових типов рекреационных систем// Известия АНСССР Серия география, 1972, №1; Теоретические основы рекреационной географии. Под ред. Преображенского В.С. – М., 1975.

АННОТАЦИЯ

В статье проведен аналіз социально-экономических подходов к изучению туризма и системы архитектурных объектов молодежного туризму. Выявлено основне виды предприятий, которые относятся к разным группам мероприятий по обеспечению сферы туристических услуг и составляют структуру системы туризма, удовлетворяют различные потребности туристов. Определено место средств размещения для молодежи и архитектурной деятельности как такой в этой системе, их значение для формирования туристического продукта.

Ключевые слова: туристическая индустрия, ифраструктура туризма, туристический продукт, туристическое предложение, архитектурные объекты молодежного туризма.

ANNOTATION

This article gives an analysis of the socio-economic approaches to the study of tourism and system of architectural objects of youth tourism. The basic types of enterprises belonging to different groups of measures to ensure the scope of travel services and constitute the structure of system of tourism, satisfy the different needs of tourists. There specified the place of accommodation for young people and architectural activities as such in this system, their importance for the formation of the tourism product.

Keywords: tourist industry, infrastructure, tourism, tourist product, tourist supply, architectural objects youth tourism.

УДК 657.922:624.04
д.т.н., профессор Тур В.В., , Яловая Ю.С.,
УО «Брестский государственный технический университет»

ОЦЕНИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Представлена разработанная экспертная система нечеткого вывода, позволяющая определить класс технического состояния конструкции на основе 6-ти имеющихся факторов, на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab.

Ключевые слова: *оценка, дефект, теория размытых множеств, техническое состояние, обследование.*

В связи с большой трудоемкостью и длительностью проведения во времени инструментального метода оценки технического состояния зданий и сооружений применяется визуальное обследование строительных конструкций. При этом наиболее сложной становится задача определения категорий технического состояния железобетонных конструкций, так как достаточно нелегко дать оценку некоторой конструкции при визуальном осмотре: необходимо правильно и точно определить факторы, влияющие на техническое состояние конструкции и позволяющие определить ее категорию. Таким образом, появляется задача оценки и отнесения к категории технического состояния конструкцию в условиях неопределенности.

Одним из современных подходов, используемых в задачах принятия решений в условиях неопределенности, является подход, основанный на применении инструментария теории нечетких множеств, основоположником которой является Лотфи Заде (1965 г.). Применение теории нечетких множеств и её приложений позволяет строить формальные схемы решения задач, характеризующиеся той или иной степенью неопределенности, которая может быть обусловлена неполнотой, внутренней противоречивостью, неоднозначностью и размытостью исходных данных, представляющих собой приближенные количественные или качественные оценки параметров объектов. Эта неопределенность является систематической, так как обусловлена сложностью задач, дефицитом информации, лимитом времени на принятие решений, особенностями восприятия и т.п. [1].

Для оценки качества и технического состояния железобетонной конструкции нами была разработана нечеткая модель с помощью системы нечеткого вывода

и графических средств пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab, зависимая от 6-ти факторов:

1) повреждения бетона, снижающие защитные свойства по отношению к арматуре (карбонизация) (интенсивность – глубина, мм);

2) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

3) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

4) коррозия арматуры (интенсивность – глубина коррозии, мм);

5) образование нормальных, наклонных трещин (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

6) прогибы, перемещения (интенсивность, мм).

В качестве входных параметров системы нечеткого вывода рассматривались 6 нечетких лингвистических переменных: «карбонизация», «трещины [сж]», «трещины [раст]», «коррозия», «трещины [норм, накл]» и «прогибы, перемещения», а в качестве выходных параметров – нечеткая лингвистическая переменная «класс» (рисунок 1).

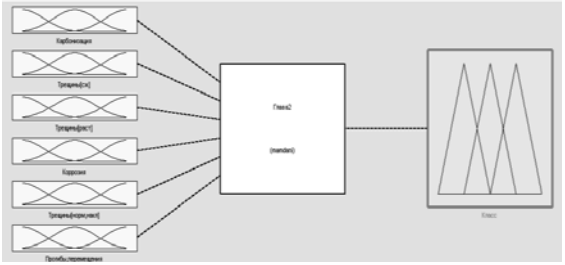


Рис. 1. Вид редактора FIS с принятыми входными и выходными параметрами

В качестве терм-множества *первой* лингвистической переменной «карбонизация» использовалось множество T_1={«L», «M», «H»} (рисунок 2).

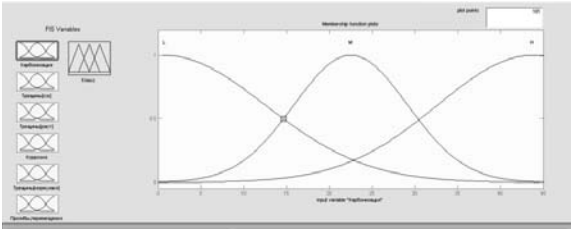


Рис. 2. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «карбонизация»

В качестве терм-множества *второй* лингвистической переменной «трещины [сж]» использовалось множество T_2={«L», «M», «H»} (рисунок 3).

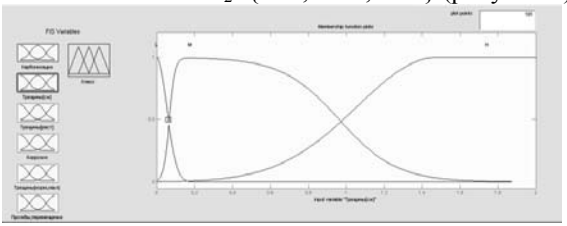


Рис. 3. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [сж]»

В качестве терм-множества *третьей* лингвистической переменной «трещины [раст]» использовалось множество T_3={«L», «M», «H»} (рисунок 4).

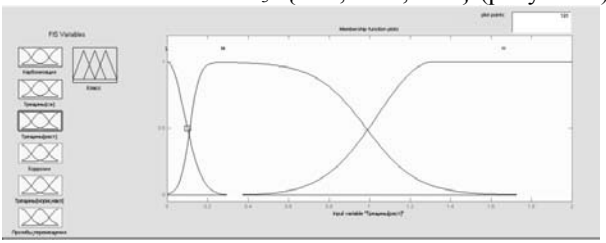


Рис. 4. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [раст]»

В качестве терм-множества *четвертой* лингвистической переменной «коррозия» использовалось множество T_4={«L», «M», «H»} (рисунок 5).

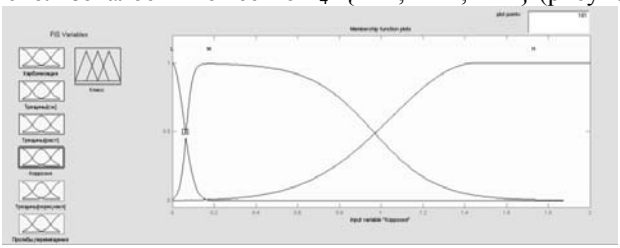


Рис. 5. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «коррозия»

В качестве терм-множества *пятой* лингвистической переменной «трещины [норм, накл]» использовалось множество T_5={«L», «M», «H»} (рисунок 6).

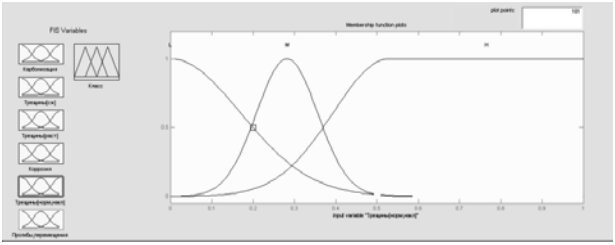


Рис. 6. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [норм, накл]»

В качестве терм-множества *шестой* лингвистической переменной «прогибы, перемещения» использовалось множество T_6={«L», «M», «H»} (рисунок 7).

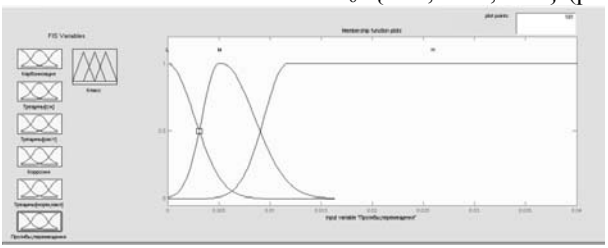


Рис. 7. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «прогибы, перемещения»

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной «класс» использовалось множество T_7={«1», «2», «3», «4», «5», «6»} (рисунок 8).

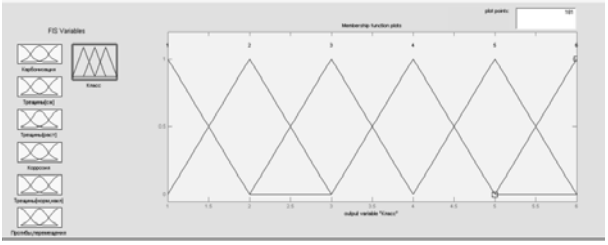


Рис. 8. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для выходной переменной «класс»

Для каждого терма нами были определены типы функций принадлежности, таким образом, чтобы при пересечении двух функций они пересекались в точке 0,5 по оси ординат, но и соответствовали границам по оси абсцисс.

После задания 26 правил нечеткого вывода выдавался результат нечеткого вывода для конкретных значений входных переменных.

В зависимости от имеющихся повреждений, техническое состояние конструкции может быть классифицировано по 6-ти классам:

класс 1 – «очень хорошее состояние» – дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта;

класс 2 – «хорошее состояние» – необходимы регулярное обслуживание и ремонтные работы;

класс 3 – «удовлетворительное состояние» – интенсифицированное обслуживание, ремонтные работы необходимы в течение каждых 6 лет;

класс 4 – «вполне удовлетворительное состояние» – ремонтные работы необходимы каждые 3 года;

класс 5 – «неадекватное состояние» – требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт;

класс 6 – «критическое состояние» – необходимо срочное ограничение нагрузок, затем капитальный ремонт, усиление или замена элементов [2].

Используя разработанную методику, нами было проведено оценивание технического состояния конструкции по характерным дефектам для реальных строительных конструкций: покрытие и перекрытия корпуса 422 цеха Карбамид-2 ОАО «Гродно-Азот» и были выявлены следующие дефекты и повреждения:

- участки биологической коррозии и высолы на 15% нижней поверхности плит и монолитных участков;
- дефекты плит, вызванные при их изготовлении (низкое качество уплотнения бетона, малая толщина защитного слоя на 12% площади плит);
- коррозия нижних арматурных сеток (0,5% площади поперечного сечения на общей площади 60-70 м^2);
- разрушение защитного слоя бетона и оголение рабочей арматуры на 10% площади плит.

По результатам обследования с помощью полученной конечной функции принадлежности при глубине карбонизации >30 мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней 0,6 мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней 0,8 мм, глубине коррозии арматуры 0,2 мм, ширине раскрытия нормальных, наклонных трещин 0,5 мм, прогибе 1/200 (0,005) пролета имеем класс 4,83 (рисунок 9), используя правила округления, получаем 5 класс технического состояния. Это означает, что покрытие и перекрытия корпуса с данными значениями факторов имеют неадекватное состояние, требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт.

Таким образом, разработанная нами экспертная система нечеткого вывода на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MatLab позволила определить класс технического состояния конструкции на основе 6-ти вышеперечисленных

факторов, что было подтверждено в оценивании реальных строительных конструкций.

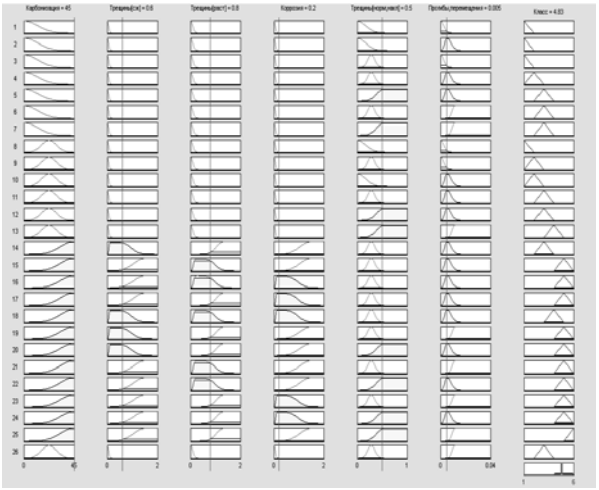


Рис. 9. Результат правил нечеткого вывода для покрытия и перекрытий корпуса

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яловая, Ю.С. Оценивание технического состояния конструкции по результатам натурных наблюдений с использованием теории размытых множеств / Ю.С. Яловая // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1 (79). – С. 45–48.

2. Рекомендации по оценке надежности железобетонных конструкций эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений: Р 1.03.0.42.07. – Брест: БрГТУ, 2007. – 60 с.

ANNOTATION

The developed expert system of the indistinct conclusion, allowing to define a class of technical condition of a design on the basis of 6 available factors, on the basis of a Fuzzy Logic Toolbox package within the MatLab environment is presented.

Keywords: assessment, defect, fuzzy set theory, technical condition, inspection.

АНОТАЦІЯ

Представлена розроблена експертна система нечіткого виводу, що дозволяє визначити клас технічного стану конструкції на основі 6-ти наявних факторів, на базі пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках середовища MatLab.

Ключові слова: оцінка, дефект, теорія розмитих множин, технічний стан, обстеження.

УДК 711.11

Хамар І.Г.,
Національний університет «Львівська політехніка»

ТЕОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ХРИСТИЯНСЬКИХ ЦЕНТРІВ ДЛЯ ПАЛОМНИЦТВА, ЯК СПЕЦИФІЧНИХ САКРАЛЬНИХ ПРОСТОРІВ.

Проаналізовано теологічні аспекти формування центрів для християнського паломництва, як специфічних сакральних просторів.

Ключові слова: *проща, мандрівник, паломництво, християнство, цінність*

Постановка проблеми. В ході історичного розвитку людства сталася така визначна подія, як розпад комуністичної імперії СРСР. В результаті такого розпаду мільйони людей позбулися матеріалістичної ідеології комунізму. На заміну комуністичній ідеології в духовний світ цих людей почали повертатись християнські цінності.

Звільнившись від ідеологічного гніту християни почали відновлювати свої традиції, відбудовувати храми, відновлювати монастирі, святі місця, спільноти та створювати нові. Цей процес триває і сьогодні. Процеси відновлення відпустових місць носять не завжди планомірний, організований характер. Багато таких місць розвиваються хаотично без врахування перспективи розвитку. Також в Україні немає науково-теоретичних напрацювань, в яких би розглядалась просторова організація цих центрів, як специфічних сакральних просторів.

Метою даної праці є викладення теологічних основ виникнення центрів для християнського паломництва, як специфічних сакральних просторів.

Виклад матеріалу.

З перших століть християни здійснювали паломництво – похід віруючих до святих місць на поклоніння.

Паломництво (богомілля, проща) — це подорож до святого місця, яке відзначилося тим, що там не раз Бог допомагав вірним чудесним способом.

Паломництво - це духовна праця, спрямована на очищення душі. В IV столітті приклад паломництва показала свята цариця Єлена, побувавши в Єрусалимі.

Термін «паломник» західного походження і являє собою скорочення від слова «пальмовник». «Пальмовник» - той, хто несе пальмову гілку, переклад відповідного латинського слова, що має на увазі людей, які несуть пальмову гілку і беруть участь у Хресній ході Вербної (Квітної) Неділі.

У західній традиції «religious piligrim», - «пілігрим», увага акцентується не на духовному стані, а на зовнішньому переміщенні в просторі - мандрівник, той, хто мандрує.

Прекрасне пояснення терміну «паломник» знаходимо в українській мові, - «прочанин», що означає «ходити на прощу» - шукати прощення гріхів йдучи з молитвою до святих місць. Термін поєднує стан душі і рух до мети.

Церковне розуміння паломництва має тісний зв'язок з вченням про святі ікони. Як відомо, отці VII Вселенського Собору, бажаючи висловити відмінність між ставленням до Бога і до святих ікон, постановили: поставляти і вважати в св. храмах, разом із зображенням Чесного і Животворящого Хреста Господнього, і святі ікони, шанувати і віддавати їм поклоніння, зводячи розум і серце до Господа Бога, Божої Матері і Святим, на них зображених.

Такий же принцип у розумінні Церквою і суті паломництва - **святі місця - це місця для вшанування.**

Паломництво - це спільна чи індивідуальна подорож релігійного характеру вірних до святого місця .Паломництво є способом вираження віри в Бога, формою особливої подяки чи просьби, яку вірні виражають через подорож до санктуаріуму. Паломництво має на меті духовну переміну вірних, пережиття зміни в їхньому житті. Є це „реколекції в дорозі". Це свого роду символ нашого земного життя, віддзеркалення та споглядання його, як паломництва до неба, до зустрічі з Богом, „бо постійного місця не маємо тут, а шукаємо майбутнього" (Євр. 13, 14). Паломництво супроводиться молитвою, постом, милостинею та участю у святих тайнах: Покаяння і Пресвятої Євхаристії. Паломництво відрізняється від пізнавальної екскурсії своєю ціллю. Найперше це духовна праця християн для оновлення серця та вдосконалення душі.

Паломництво – це не туристичний огляд визначних місць, а велика праця для духовного збагачення і очищення.

Правильне розуміння терміна паломництво багато в чому має визначити справжню культуру самого християнського паломництва. Істинний сенс цієї невід'ємної частини духовного життя християнина, повинен правильно усвідомлюватися кожним охочим здійснити паломництво до святих місць. І тоді, без сумніву, кожне паломництво сприятиме духовному зростанню і преображенню людини.

В наш час, на жаль, велика кількість людей, в тому числі і духовенства, не зовсім правильно розуміють суть паломництва, применшують його значення у духовно-релігійному житті і прирівнюють його до туризму. Паломництво – це не туристичний огляд визначних місць, а велика праця для духовного збагачення і очищення. В давнину люди проходили сотні кілометрів, щоб помолитися на святому місці, намагалися відключитися від мирського життя і

налаштуватися на молитву. Все тілесне йшло на другий план. Дорога до монастиря займала іноді декілька тижнів. По дорозі прочани зустрічали добрих людей, які давали їм нічліг і годували їх. Це вважалося служінням Богу. Головним ділом для паломників була молитва. Ще з часів древньої Русі наші благочестиві предки, з прийняттям християнства, також прийняли з Візантії і побожну традицію прощі до Святих місць.

Проща – це молитовна подорож віруючих до місця, яке в особливий спосіб пов'язане з Богом, освячене Його ласками та благодатями, чи пов'язане з явленням Богородиці, діяльністю святих та подвижників Христової віри. Метою прощі є не просто відвідання святих місць, чудотворних ікон, мощей тощо але в першу чергу прослава Бога, а також, зокрема, прилюдний вияв своєї віри. Спонукою до відбуття прощ можуть бути різноманітні причини: чи то власні, чи то сімейні негаразди; жертва за навернення чи уздоровлення близької або й сторонньої людини; прохання за молодь, за народ, за Церкву; внутрішня потреба спілкування з Творцем та Його прослава і багато багато інших. Якщо людина вирушає до святого місця з цікавості чи задля відпочинку а то й розваги, якщо спонукальним мотивом для неї не є каяття, очищення сумління, прослава Бога, то, незважаючи на всі зовнішні атрибути прощі (піша хода, участь у богослужбах і таке інше) цей чин для неї залишається всього лиш туристичною мандрівкою.

У православній традиції так само широко, як і паломництво, було поширене явище так званого "**странництва**" (рос. "странничество"), якому людина зазвичай присвячувала ціле своє життя, залишаючи інші заняття. Странники могли здійснювати паломництво до найвіддаленіших святих місць та проводити там багато часу. Такі люди користувалися великою повагою, адже вони ставали носіями духовного православного досвіду.

Релігійний туризм – це пізнавальна мандрівка до культової споруди, монастиря, відпустового місця чи місця пов'язаного з життям та діяльністю визначних представників Церкви. Головною метою релігійного туризму є ознайомлення з духовною та історичною спадщиною народу, а також, зокрема, відпочинок та отримання морального задоволення.

Турист і паломник: обоє в одному місці і водночас далеко один від одного

Відвідуючи Святі місця, можеш побачити багато людей. Дивишся і бачиш усіх разом. По якомусь часі відчуваєш, що єдності таки немає. Дивуєшся: що можна бути разом в одному місці і водночас далеко один від одного. Можна ступати по Святій Землі і бути далеко від неї серцем. Можна оглядати святиню, і бути духовно сліпим. Можна розказувати гаряче і при цьому ховати свої очі, щоб не показати правди, що для тебе це лише робота, а не свідчення віри, це

просто шукання земних скарбів. Турист і паломник – обоє в одому місці, чи справді обоє є на святому місці?

Обоє залишають свій дім і вирушають у подорож. Кожен прагне дійти до запланованого місця, але у кожного відбувається все по-іншому. Паломник починає приготування від свого серця, а турист із сумки. Турист планує відпочинок і зручності, а паломник готує себе до духовної праці і трудностей, невигоди. Турист мріє побувати на самому місці і побачити всі визначні пам'ятки, паломник хоче одного – зустріти Бога і відчути Його присутність.

Для туриста – це дорога у далеку країну, а для паломника – це ще шлях у глибину свого серця.

Турист вирушає сам із собою, паломник несе у своєму серці усіх, хто просив про його молитву, сповняє місію.

Турист шукає де більш цікавіше, а паломник – святе. Турист себе збагачу культурно, розумово, а паломник освячується.

Турист йде на пошуки, щоб побачити щось чуже і незнане, а паломник вирушає у подорож, щоб зустріти рідне, хоча не до кінця пізнане.

Турист приходить і розглядає все очима, паломник найперше дивиться у своє серце, щоб дати йому можливість поєднатися із святістю і умиротворитися.

Турист вичитує факти і деталі, щоб краще пізнати особливість місця, паломник пригадує свою історію і окремі факти свого життя, щоб отримати відповіді на свої запитання життя.

Турист хоче почути і побачити незнане йому, паломник хоче пережити вже знане і не раз почуте, що тепер оживляється і залишає невидимий слід благодаті.

Турист хоче побачити чим більше, паломник прагне побути чим довше. У туриста залишаються враження від побаченого, у паломника – від пережитого.

Турист шукає чогось цікавого і незнаного. Для Паломника все вже знайоме і рідне: відчуває себе, немов у вдома.

По поверненні - турист показує фотографії на фоні визначних місць, паломник позує очі, у яких можна побачити відблиск Божої присутності.

Турист прикрашає оповіді свої красивими прикметниками, паломник мовчить і мило запрошує побувати самому на святих місцях, адже слова не можуть передати всього, а можуть тільки збіднити.

Турист ділиться враженням від побаченого і везе сувеніри, паломник ділиться отриманою водою благодаті і благословення, що зачерпнув від самого джерела.

Турист, коли вертається додому, прощається із визначним місцем і заносить його у список відбутого, а паломник дякує Богові, що прийняв його і в цьому святому місці, у святій оселі, де як і повсюди відчув себе очікуваним і прийнятим.

Обоє побували в одному місці, обоє повернулись, повернулись різними. Кожен шукав, кожен найшов те, що шукав. Хтось щось тримав у руках знайдене, а хтось зберігав у серці віднайдене, і живе.

Цікаво: а скільки раз наше відвідування церкви чи іншого святого місця було паломнитцвом, а скільки туристичною прогулянкою?

Що таке відпуст?

Відпуст - це форма духовної реабілітації, яку Церква з материнською турботою пропонує своїм дітям, які отримали духовні рани внаслідок власного гріха. Сповідь, під час якої відбувається відпущення гріхів, можна порівняти з медичним втручанням, завдяки якому вдається перемогти хворобу. У цьому таїнстві людина, визнаючи загрожуючу їй небезпеку, отримує від Бога дар зцілення. Проте хвороба завжди залишає якісь сліди. Ті, хто не бере цього до уваги, повинні розуміти, що такий ослаблений духовний імунітет надалі може стати причиною серйозних ускладнень і подальших важких захворювань. Кожен, хто хоче відновити свої духовні сили за допомогою отримання відпусту, повинен чітко виконати певні умови:

1) Він має бути внутрішньо вільний від пристрасті до гріха. Це - найбільш суттєва умова, що передбачає не лише зобов'язання приступити до таїнства сповіді, якщо совість обтяжена гріхом, але і справжню і постійну потребу душі бути вільною від всякого гріха.

2) У нього має бути бажання і намір (інтенція) скористатися даром відпусту - різновиду духовного лікування, яке пропонує Церква.

3) Він повинен виконати добру справу (часто символічну), вказану Церквою, з якою пов'язаний дар відпусту: наприклад, це може бути певна молитва, відвідини певної церкви, паломництво, відвідини хворих або ув'язнених.

Мета відпусту

Християнин, який бажає отримати дар відпусту і виконає поставлені умови, може бути впевнений, що в цьому процесі повного відновлення духовних сил йому допомагає дієва молитва його братів і сестер, які вже знайшли спасіння, і особливо - клопотання Божої Матері і святих. Святі моляться за нього до Святого Духа, який є справжньою Скарбницею Церкви. Святий Дух, сходячи на людину, згладжує всі "шрами", що виникли в результаті гріха, і дає нові сили для вірного перебування людини з Господом.

Відпуст - це цілюща благодать Духа Святого, яку людина знаходить при дотриманні певних умов. Отже, метою відпусту є отримання духовної здатності любити Бога всім серцем своїм, всією душею своєю, всіма силами своїми, а ближнього свого - як самого себе... В деяких людей створюється помилкове уявлення про те, що відпуст - це щось формальне, що для її отримання досить виконати деякі умови або зовнішні розпорядження. Але насправді відпуст - це форма справжнього духовного лікування, завдяки якому наша воля прагне до дійсного блага, а наш розум точніше визначає і вибирає справжню істину. Відпуст- це засіб для глибшого духовного навернення, для зміни нашого менталітету, при якому світський спосіб мислення заміщається євангельським.

Історія

Переконання в тому, що молитва більш дієва в окремих місцях, які мають певне відношення до когось із богів, спостерігаємо ще серед народів класичного світу. Греки і римляни мандрували до віддалених храмів, германці прямували до священних дібров. Юдеї на великі свята (Песах, Пурім тощо) кожного року відправлялися до Єрусалима.

«А батьки Його щорічно ходили до Єрусалиму на свято Пасхи. І коли мав Він дванадцять років, вони за звичаєм на свято пішли. Як дні ж свята скінчились були, і вертались вони, молодий Ісус в Єрусалимі лишився…».

Так говорить Євангеліє від Луки, глава 2, вірші 41-43, ясно вказуючи на те, що сам Господь виконував стародавню заповідь і ходив на прощу разом із батьками у святі місця. У дохристиянські часи у іудеїв вважалося гріхом не відвідати старозавітні місцини, приміром, гай Мамре, де Пресвята Трійця у вигляді трьох ангелів навістила Авраама, чи гору Сінай, де Мойсей спілкувався з Богом й отримав від Нього Скрижалі Завіту і де пророк Ілля перебував у печері, і його годував ангел Господній.

Першими ж прочанами, котрі вклонилися Ісусові, можна вважати трьох царів: Каспара, Мельхіора і Бальтазара, яких у західноєвропейській традиції називають волхвами. Вони з далеких країн прийшли до ясел Христових, щоб принести немовляті Ісусу дари у день Його Різдва. А Пренепорочна Богородиця, як стверджує Церковне Передання, після Вознесіння Господнього на небо любила часто обходити святі місця в Єрусалимі, де бував її Син за земного життя, і там ревно молилася своєму Синові і Богу. Так що можна вважати, що у християнстві паломництво започаткувала ще Матір Божа. І в перші століття по Різдві Христовім серед християн було заведено відвідувати Єрусалим, монастирі у пустелях Єгипту, Йордан і Вифлеєм. Однак паломництво, зважаючи на постійні гоніння, що тривали до 313 року, коли з'явився Міланський едикт про віротерпимість, було невпорядкованим й часто вимагало від прочан неабияких зусиль і безстрашності. Блаженний Ієронім,

відомий богослов і аскет християнської Церкви, автор Вульгати – латинського перекладу Біблії – ще в IV ст. ось так пише про паломників свого часу:

Традиція паломництва відома ще на початку християнської ери: перші християни, наражаючись на переслідування, відвідували місця, пов'язані із земним життям Ісуса Христа. У III столітті один мандрівник з Галії описував, що бачив камінь, біля якого Юда зрадив Месію.

У християнському світі паломництво до землі, де звершувалися божественні справи Спасителя, стали звичними з IV ст., наслідуючи святу Єлену, мандрівка якої до святих місць привела до знайдення та "воздвиження" Хреста Господнього (на згадку про цю подію католицька і православна церкви запровадили окреме свято 14 (27) вересня).

Уже в IV ст. зустрічаємо путівники шляхами Святої Землі та описи паломництва.

Святі отці, зокрема Григорій Ниський, наприкінці IV ст. із міркувань морального характеру ополчилися проти захоплення паломництвом, але незабаром воно було визнане Церквою як справа богоугодна [5, 291].

У середньовіччі паломництво було найпоширенішою формою подорожі, котра розумілася у сприйнятті людини епохи теоцентризму не як простий рух до святих місць, але і як духовний шлях до Бога, як "наслідування Христа", намагання відійти від грішних місць у святі. Homo viator сприймала дорогу передусім як духовний пошук. Релігійність середніх віків була пов'язана зі сприйняттям опозиції "земля–небо", яка мала релігійно-етичне значення. Небо було місцем піднесеного, нетлінного, ідеального буття, на відміну від земного тимчасового життя, сповненого недосконалостей та гріховності. Потойбічний світ мислився настільки ж реальним, як і земний, тому земна мандрівка могла привести в інший світ (наприклад, Данте опинився в пеклі, заблукавши в незнайомих місцях) [Див.: 1, 86].

Фактично, хрестові походи були грандіозним, масовим паломництвом, адже їхньою основною метою було визволення Гробу Господнього.

Католицька церква розрізняла велике (peregrinationes primarie) і мале (peregrinationes secundarie) паломництва. До першого належала проща до Єрусалима, Рима (Limina apostolorum) та Сантьяго де Компостелла (санктуарій апостола Якова в Іспанії). Під малим розуміли відвідування вітчизняних святинь.

У ранньому середньовіччі місцями пошанування прочан були гроби мучеників, зокрема ті, які знаходились у Римі, вздовж доріг, що вели з міста (пізніше тут постали відомі римські катакомби).

Коли минув період переслідувань (Медіоланський едикт імператора Константина 313 року) мучеників почали хоронити в церквах, поблизу вівтарів.

Відтоді паломники мандрували до міст, де зберігалися реліквії, пов'язані із земним життям Ісуса Христа, Матері Божої або відомих святих: санктуарій Святого Михаїла в Нормандії (Гора Святого Михаїла знаходиться над самим берегом океану); собор Пресвятої Діви Марії та апостола Петра в Кельні, де зберігаються мощі трьох волхвів – Каспара, Бальтазара, Мельхіора, а також кайдани святого Петра; Лоретто (Дім Марії в італійському місті); катедра Паризької Богоматері, де зберігається терновий вінок Ісуса Христа; Маріяцел (марійний санктуарій в Австрії) тощо.

Паломництва Церква стала накладати як епітимію (покуту), а з XIII ст. і світські суди Західної Європи стали змушувати до паломництв злочинців.

З XVI ст. паломництво особливо поширилося у зв'язку із тим, що мусульмани досить дружелюбно ставилися до прочан, знімаючи з них лише невеликий податок, а жваві відносини Венеції з Левантом уможливлювали за 6–8 місяців здійснити його. Пунктом відправки була Венеція (пізніше – Марсель), де паломники запасалися путівником (найвідоміший із них – "Peregrinationes Terrae Sancte", Венеція, 1491 р.), відпускали бороду та вбирали паломницький одяг – коричневий або чорний плащ, грецький капелюх із досить широкими полями; сума та пляшка доповнювали облачення. До плаща та капелюха прочани прикріпляли червоний хрест. У Венеції паломник укладав контракт із власником судна (патроном), котрий зобов'язувався не тільки перевезти його в Святу Землю і назад, але й супроводжувати мандрами Святою Землею, забезпечити під час подорожі їжу та захист, сплатити за нього податки мусульманській владі. Існував навіть окремий нагляд за власниками кораблів, що займалися транспортуванням паломників: існувала постанова, за якою вони не могли слугувати для торгових цілей.

Слід відзначити, що не лише релігійні переконання слугували мотивацією дій паломників. Наприклад, аристократи шукали посвячення в лицарі біля храму Гробу Господнього; політичні та військові агенти монархів приховувалися під скромним плащиком пенітента; авантюристи сподівалися віднайти окультні знання на загадковому Сході; вчені (Юстус Тенеллус і Вільгельм Постель) за дорученням французького короля Франциска I збирали в Палестині рукописи для паризької бібліотеки; купці переслідували комерсантські цілі [5, 292].

Що являють собою об'єкти вшанування

Нерідко метою паломництва були відлюдні місцевості, в яких усамітнювалися від суспільства для молитви, покути й чистоти монахи-пустельники (саме в такій формі виникло християнське монашество – анахоретство – на території сучасного Єгипту), які служили іншим духовними порадами й заступництвом перед троном Всевишнього.

У середні віки зародилися також паломництва до таких місць, де були фігури (наприклад, "чорна мадонна" Монсератська в Іспанії) або ікони, що прославилися численними чудесами. До них вели спеціальні паломницькі дороги, при яких зводилися церкви, каплиці, монастирі чи окремі осередки, аби прочани могли отримати необхідну духовну і матеріальну допомогу та відпочити.

Тут варто згадати чудотворні ікони Матері Божої на Ясній Ґурі (Ченстохова), в Почаївській Свято-Успенській лаврі, Київській лаврі, Зарваниці тощо, до яких здійснювали багатоденні піші паломницькі мандрівки.

Місця збереження мощей та останків святих

Чимало християн православної церкви відвідували славні обителі, аби повчитися в побожних монахів шляхів досягнення духовної досконалості. Крім того, слід відзначити, що подвижництво багатьох великих святих починалося якраз із паломництва.

Дуже часто метою паломництва були місця чудесних об'явлень Матері Божої.

Такими місцями є наприклад – Люрд, Фатіма, Ля салет.

Список використаної літератури та сайтів:

1. Гуревич А. Я. Категории средневековой культуры / А.Я. Гуревич. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Искусство, 1984. – 350 с.
2. Зеновій Боровець «Матеріали Архиєпархіальної науково-практичної конференції».
3. Іван Остащук. «Феноменологія християнського паломництва в контексті релігійного туризму»
4. Панченко С.А. Наукові записки Київського університету туризму, економіки і права. Серія: філософські науки. - 2011. – Випуск 11. - С. 309-318.
5. Энциклопедия мистицизма. – СПб. : Литера, 1996. – 480 с.
6. http://matir.org.ua/zarvanitskiy-duhovniy-tsentr/shho-take-palomnitstvo-proshha-ta-vidpust.htm
7. О. Віталій ~ Листопад 17, 2009 http://www.rozdum.org.ua/?p=1317
8. http://rivne-cerkva.rv.ua/library/statti/792-palomnuztvo.html

Аннотация

Проанализировано теологические аспекты формирования центров христианского паломничества, как специфических сакральных пространств.

Ключевые слова: проща, путишественник, паломничесвто, християнство, ценность.

Annotation

The article analyzes the theological aspects of the formation centers of Christian pilgrimage, as specific sacred spaces.

УДК 624

Хомчук О.В., Люблінська політехніка,
к.т.н., доцент Задорожнікова І.В., к.т.н., доцент Ужегова О.А.,
к.т.н., доцент Ротко С.В., Луцький національний технічний університет,
Славомір Карась, Люблінська політехніка

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКІВ КОНСТРУКЦІЙ В ПК МОНОМАХ З РОЗРАХУНКАМИ ЗА ПОЛЬСЬКИМИ НОРМАМИ В ПК AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL

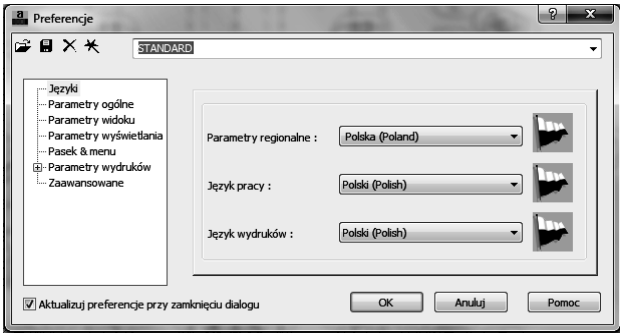
Наведено порівняння розрахунків конструкцій в ПК Мономах з розрахунками за польськими нормами в ПК Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

Ключові слова: *ПК Мономах, ПК Autodesk Robot Structural Analysis Professional.*

Програмний комплекс Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 (у подальшому застосуванні RSA) на даний момент є одним із найбільших прогресивних і технологічних представників Систем Автоматизованого Проектування (САПР), що використовується з метою виконання комп'ютерного аналізу і проектування будівельних конструкцій .

Будівельне проектування ставить перед інженерами-конструкторами різноманітні завдання і цілі, для виконання яких автори RSA розробили програмне забезпечення, яка дозволяє здійснювати обмін даними між супутніми додатками, які працюють у середовищі операційних систем сімейства Microsoft Windows. Ці додатки мають різне цільове призначення і використовуються на різних етапах проектування. Таким чином, інженер-конструктор має можливість здійснювати гнучкий підхід до проектування, застосовуючи кожен продукт окремо для рішення різних задач, а у випадку комплексних задач – комбінуючи продукти в потрібній послідовності.

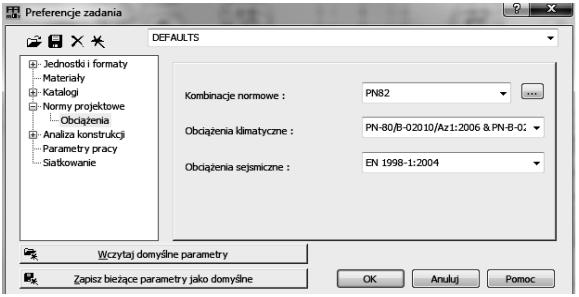
Комплекс RSA запропонований розробниками у вигляді основного і додаткових програмних продуктів. Robot Structural Analysis Professional (в подальшому Robot) – основний продукт комплексу у вигляді потужного програмного середовища, де реалізуються всі основні види розрахунків для проектування усіх будівельних конструкцій. Дана програма об'єднує можливості створення дво- та тривимірної розрахункової схеми (в подальшому моделі), виконання розрахунків, автоматичний підбір розмірів усіх елементів конструкцій, підбір елементів з'єднання, формування пояснюючої записки, формування креслень окремих елементів) [1, 3]. Роботу в RSA починаємо з налаштування стандартів проектування. Після запуску програми завантажиться

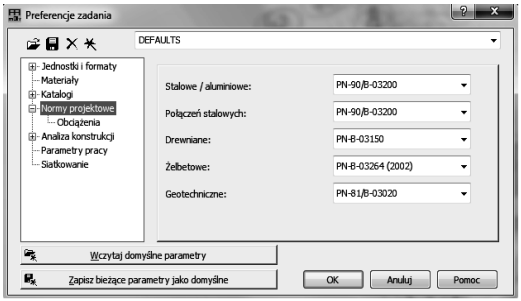


інтерфейс зі стандартним рядком меню у верхній частині вікна інтерфейсу. Діалогове вікно налаштувань викликаємо із рядка меню стандартною командою Narzędzia /Preferencje.

Це вікно має декілька пунктів: Języki – налаштування (регіональні норми), мова друку та робочого вікна; Parametry ogólne – основні налаштування проекту; Parametry widoku – параметри перегляду; Parametry wyświetlamia – налаштування робочого стола; Pasek & menu – загальні параметри панелі інструментів;Parametry wydruków–параметри друку; Zaawansowane– оновлення.

В пункті Języki вибираємо Polski (Polish), інші параметри залишаємо за замовчуванням. Для детальнішого редагування параметрів проекту заходимо в Narzędzia/Preferencje zadania:



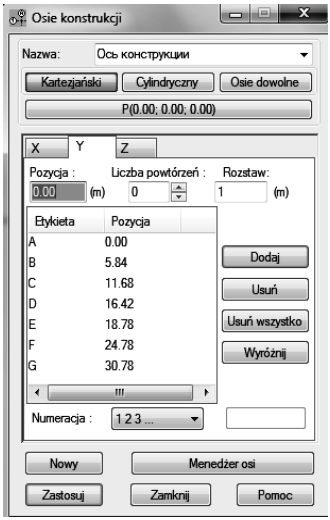


В пункті Jednostki i formaty (одиниці і формати) задаємо одиниці вимірювання. Далі в Katalogi (база даних) вибираємо потрібні норми та документи, а саме: PN_EN 1991-1-1:2004,Katalog polskich profili -2007, PN 82 B 02001 [4]. Вибираємо потрібні нормативні документи для конструкцій в Normy projektowe.

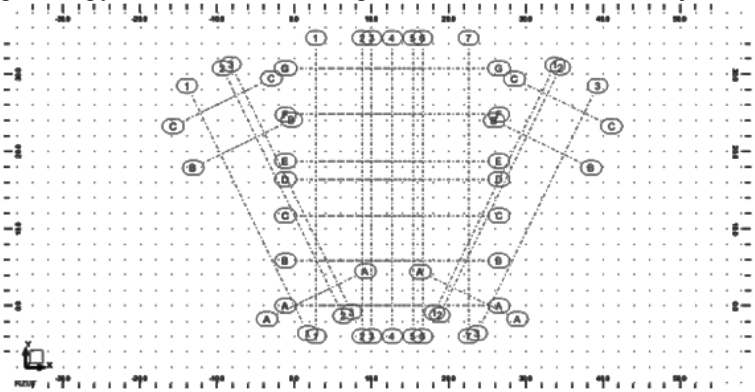
Для зручності побудови розрахункової схеми є можливість згенерувати розподільчу сітку, що складається з ліній, розміщених з певним кроком. При

створенні перших елементів можна здійснювати їх прив'язку до вузлів цієї розбивочної сітки. Сітка може бути зорієнтована на архітектурні осі споруди, але з врахуванням того, що лінії повинні проходити через центри несучих елементів конструкції. Можуть бути добавлені і додаткові осі для зручності побудови саме конструктивної схеми будівлі (а не архітектурної). Розподільча сітка може складатися з декількох частин, по-різному орієнтованих.

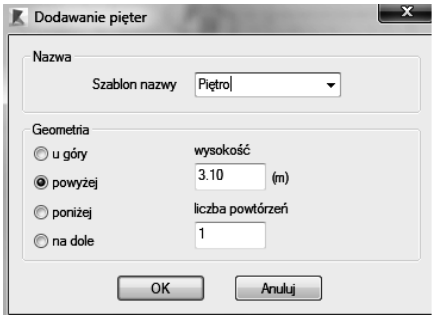
Діалогове вікно сітки відкривається командою «Geometria/Osie konstrukcje...» або за допомогою команди - «Osie konstrukcje... » на панелі інструментів. Почнемо заповнення таблиці, як показано нижче на рисунках:



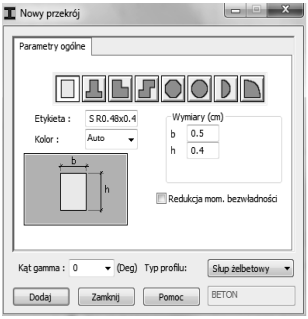
Для створення другої частини сітки відкриємо діалог «Osie konstrukcje... » натиснемо Nowy, виберемо Kartezjański, введемо параметри додаткової сітки. В результаті загальна розподільча сітка буде мати вигляд:

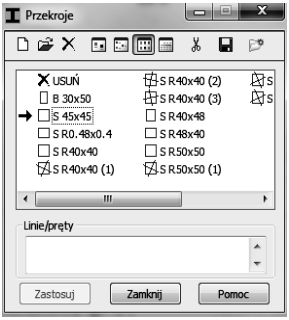


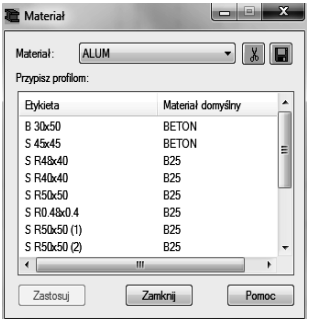
Далі створюємо та редагуємо поверхи за допомогою команди - «Piętro/Właściwości... ». Задаємо перший поверх. Наступний поверх формуємо за допомогою команди «Dodawanie pięter». Створюємо існуючі перерізи конструкцій за допомогою - команда «Przekroje » на панелі інструментів або «Geometria/Charakterystyki/Przekroje »



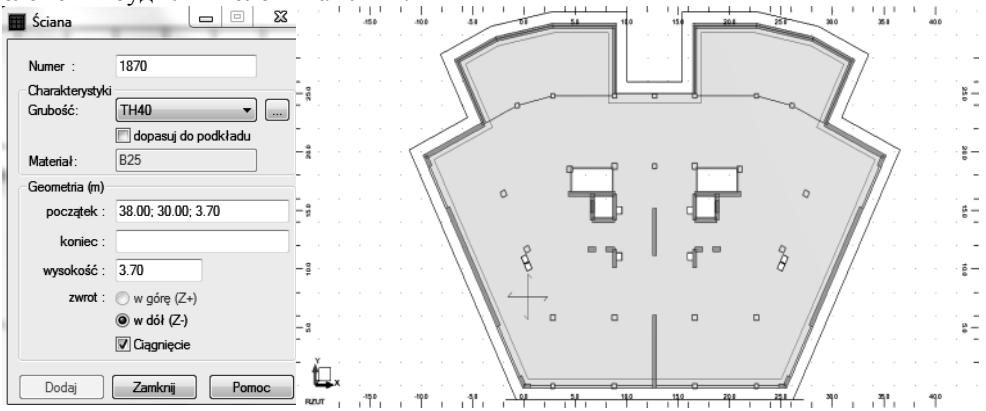
До існуючих перерізів призначаємо матеріал. Це можна зробити за допомогою кнопки на панелі інструментів «Materiał » або «Geometria /Materiał »





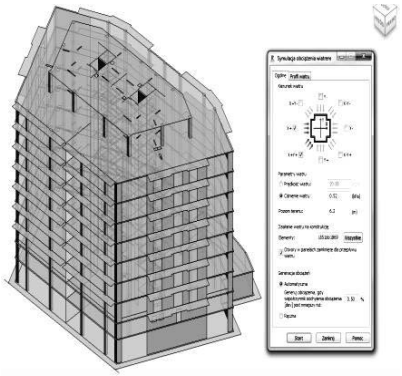


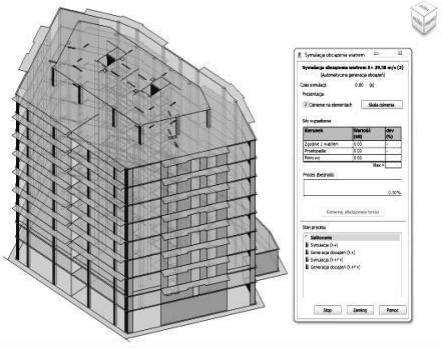
Створення перших елементів. Першим задамо стіну, для цього використовуємо команду «Geometria /Ściany...». В діалоговому вікні Ściany вказуємо початок і кінець стіни, її товщину. Далі проектуємо наступні несучі елементи будівлі – колони та плити.



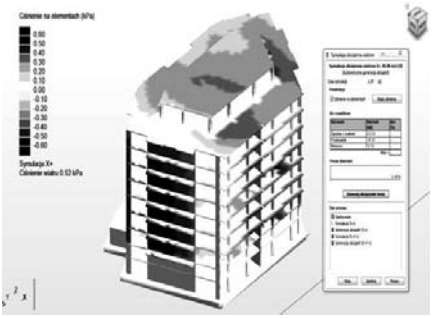
Наступним нашим кроком є задавання навантаження. Навантаження розділяють за характером (постійні, короткочасні) і за типом (статичні, динамічні) впливу. Навантаження від власної ваги елемента розрахункової схеми враховується в розрахунках автоматично, залежно від матеріалів.

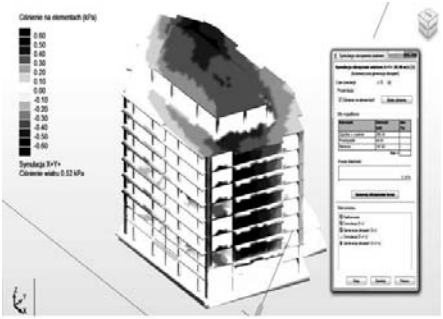
Для генерування довільного навантаження вітру потрібно зайти в «Obciążenia/Symulacja obciążenia wiatrem/Generacja obciążenia wiatrem...». У вікні моделювання вітру, вказуємо тиск вітру – 052 kPa, рівень землі -6.2m та напрямки вітру. Після того, як ввели всі дані, натискаємо Start. Процес генерування вітрового навантаження проходить у 3 етапи, у нашому випадку це 5 етапів: 1 етап – Siatkowanie – створення сітки;





2 етап – Symulacja (X+) – моделювання навантаження вітру в напрямку X+;
3 етап – Generacja obciążeń (X+) – створення навантажень (X+); 4 етап – Symulacja (X+Y+) – моделювання навантаження вітру в напрямку X+Y+;

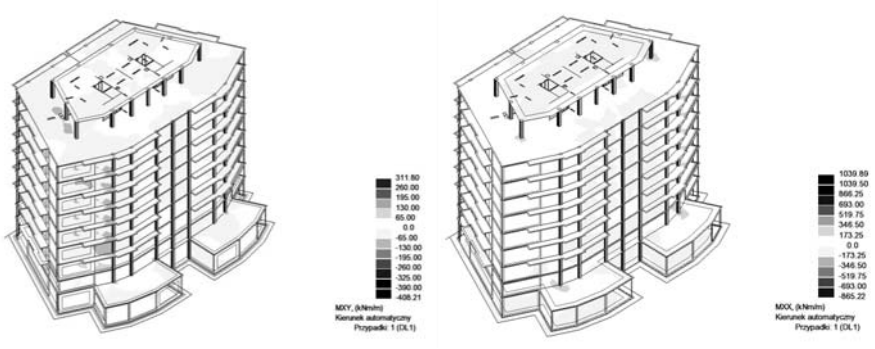




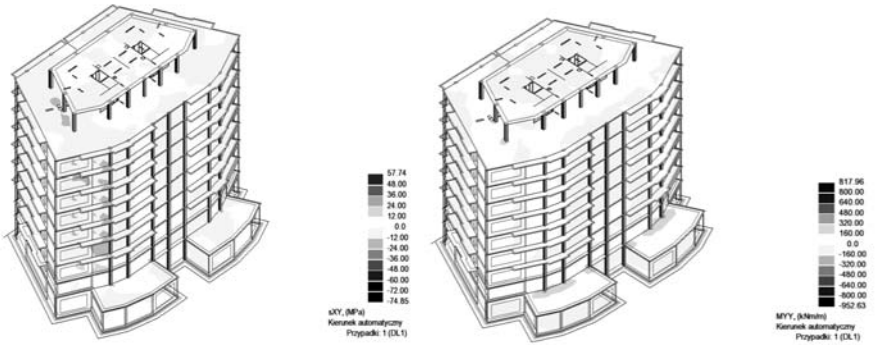
5 етап – Generacja obciążeń (X+Y+) – створення навантажень (X+Y+).

На відміну від ПК Мономах [2] в RSA можна згенерувати довільне навантаження від вітру. RSA також дозволяє працювати на великій кількості мов, застосовуючи різні форми проектування; незалежно налаштовувати регіональні норми, бази даних, робочу мову. Зручне та швидке розбиття сітки. Бази даних металопрокату дозволяють використовувати необхідні типи січень сортаментів різних країн. Є можливість використання бібліотеки конструкцій для швидкого параметричного моделювання. Для повноцінного використання цього продукту потрібно достатньо потужний персональних комп'ютер.

Результати розрахунку в RSA



Моменти Мхх і Мху



Момент Муу та навантаження Sxy

Список використаних джерел

1. Сухоруков В.В. Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Проектно вычислительный комплекс: Справочно-учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации Строительных вузов, 2009. - 128 с.

2. Городецкий Д.А., Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Лазарев А.А., Рассказов А.А. МОНОМАХ-САПР 2013. Учебное пособие. Примеры расчета и проектирования. К.: Электронное издание, 2013. – 368 с.
3. http://www.cadmaster.ru/assets/files/articles/cm_62_22.pdf
4. PN_EN 1991-1-1:2004, Katalog polskich profili -2007,PN 82 B 02001

АННОТАЦИЯ

Опубликованы методики расчета конструкций в ПК МОНОМАХ и по польским нормам в ПК AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL, представлены результаты.

Ключевые слова: ПК Мономах, ПК Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

ANNOTATION

Design procedures of structures in PC MONOMAX and the Polish norm in PC AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL, presents the results.

Keywords: PC Monomakh, PC Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

УДК 624.012.25

к.т.н., доцент Чапюк О.С., Гришкова А.В.,
Луцький національний технічний університет

ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗЧЕПЛЕННЯ З БЕТОНОМ АРМАТУРИ СЕРПОВИДНОГО ПРОФІЛЮ

Наведені результати випробувань по зчепленню арматури серповидного профілю класу А500С з бетоном за балковим методом RILEM-CEB-FIP, досліджено поведінку нормальних напружень по довжині арматурного стержня та розподіл дотичних напружень в контактному шарі бетону з арматурою.

Ключові слова: *арматура серповидного профілю класу А500С, балковий метод RILEM-CEB-FIP, зчеплення, нормальні та дотичні напруження, тензорезистори, тензометрична станція.*

Постановка проблеми та задачі дослідження. Закономірності взаємодії арматури і бетону визначають особливість залізобетону як матеріалу. Бетон, розташований в зоні контакту, піддається суттєвій деструкції під час прикладення навантаження. Виходячи з цього розглядається взаємодія трьох компонентів: бетону, контактного шару і арматури. Вивченням статичної роботи контактного шару займається теорія зчеплення [1].

Доля теорії зчеплення своєрідна. Справа в тому, що дослідження контакту арматури з бетоном значно більш складні, ніж може здатися на перший погляд. Ще складніша інтерпретація дослідних даних, які представляють собою кожного разу всього лише одну із величезної кількості можливих реалізацій випадкового контактного процесу [2].

Виходячи з вищерозглянутого, в даній статті ставиться задача детально розглянути питання контакту арматури з бетоном в представлених зразках-балках, випробуваних на згин за балковим методом RILEM/CEB/FIP [3], дослідити поведінку напружень в арматурному стержні та встановити напружено-деформований стан арматури під час випробування бетонної балки.

Конструкція дослідних зразків та матеріали для їхнього виготовлення. Для дослідження обраний бетон класу С20/25. Дослідні зразки-балки мали прямокутний поперечний переріз розміром 120х220мм, довжина балки – 1230мм. Балка складається з двох половинок, які з’єднувались в стиснутій зоні шарніром у вигляді двох закладних деталей та металевим циліндром між ними, в розтягнутій зоні – арматурним стержнем серповидного профілю [4]. Цей стержень в кожній з половинок балки має зчеплення з бетоном довжиною 10d (d – діаметр стержнів, в даному випадку d=160мм), на інших ділянках

зчеплення відсутнє, так як арматурний стержень поміщений у пластикові трубки, довжина кожної 220мм. Відстань від осі випробувального стержня до осі металевого циліндра в стиснутій зоні (плече внутрішньої пари зусиль) становить 167мм, довжина кожної з половинок балки – 600мм, відстань між половинками – 30мм. Конструкція балок наведена на рис. 1.

Всього було виготовлено 3 дослідних зразка (рис. 2), один з яких був обладнаний тензодатчиками для дослідження поведінки напружень в арматурному стержні.

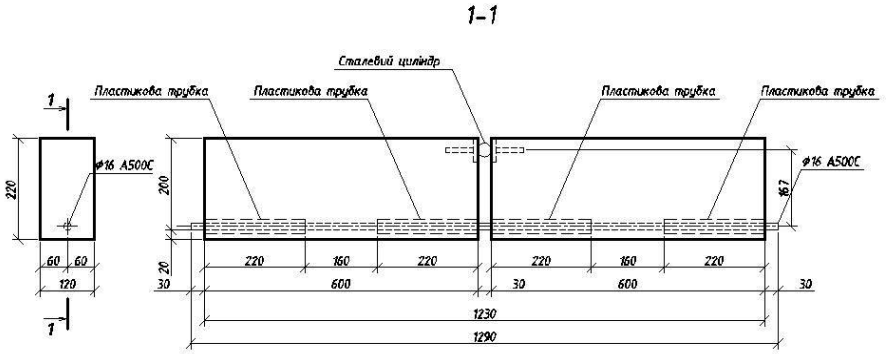


Рис. 1. Конструкція дослідного зразка – бетонної балки

Рис. 2. Загальний вигляд дослідних зразків

Методика експериментальних досліджень. Випробування бетонних балок здійснювалось за балковим методом RILEM/CEB/FIB на згин. Суть цього методу в тому, що в процесі випробувань вимірюються переміщення вільних кінців досліджуваного стержня, розташованих на торцях балок. Балки випробовувались двома зосередженими силами, відстань між якими становила 400мм. Навантаження дослідних зразків здійснювалось ступенями по 5 кН. Переміщення вільних кінців досліджуваного арматурного стержня вимірювали індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,001мм. В зразку-балці Б3

на кожному ступені навантаження за допомогою тензорезисторів вимірювали поздовжні деформації стержня, зароблено в бетон. Вигляд випробувань балок наведений на рис. 3.

Рис. 3. Загальний вигляд випробування бетонних балок

В арматурному стержні дослідного зразка – балки Б3 вибиралися симетрично поздовжні пази глибиною 2 мм, в яких розташовувалися тензорезистори для вимірювання деформацій стержня під час випробування на згин бетонної балки (рис. 4).

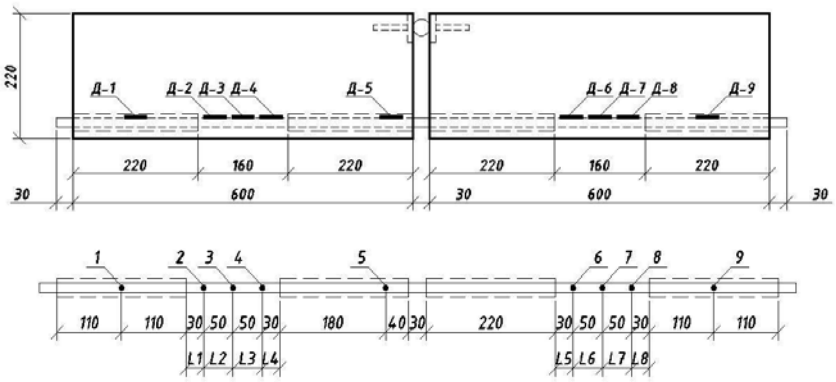


Рис. 4. Схема розташування тензорезисторів

Тензорезистори приклеювалися клеєм БФ2 та гідроізолювалися епоксидною смолою (рис. 5). Від тензорезисторів влаштовувалися дротяні виводи, які приєднувалися до тензометричної станції.

Рис. 5. Загальний вигляд розташування тензорезисторів

Дослідження розподілення напружень зчеплення в дослідному зразку Б3. Під час випробувань зразка – бетонної балки Б3 за допомогою тензорезисторів вимірювалися деформації арматурного стержня ε_{si}, які виникають в середині довжини стержня, тобто в точках i – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (див. рис. 4). Для того, щоб оцінити поведінку напруженнь f_{ydi} в арматурному стержні загалом, його визначали в кожній i-тій точці за формулою:

$$f_{ydi} = \varepsilon_{si} \cdot E_s, \tag{1}$$

За знайденими напруженнями у кожній i-тій точці побудовані епюри їхнього розподілу по довжині арматурного стержня для різних рівнів навантажень, а саме Р = 5, 15, 25, 35, 45, 50кН та при руйнівному навантаженні P_u = 55кН (рис. 6).

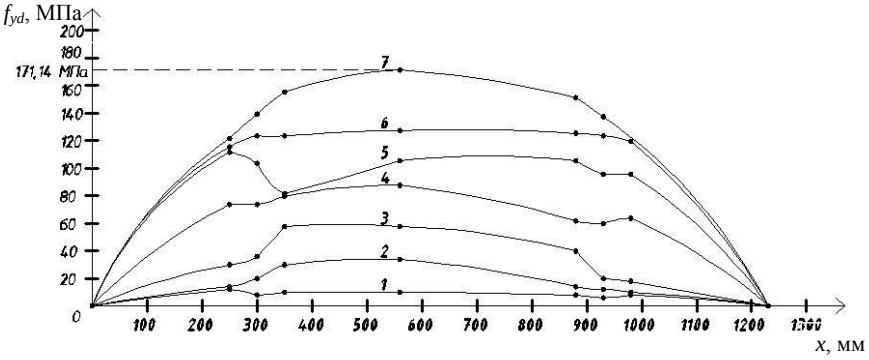


Рис. 6. Графік розподілу по довжині стержня напружень f_{ydi} залежно від навантаження P: 1 – P = 5кН; 2 – P = 15кН; 3 – P = 25кН; 4 – P = 35кН; 5 – P = 45кН; 6 – P = 50кН; 7 – P_u = 55кН (руйнівне зусилля)

При мінімальному рівні навантаження P = 5кН нормальні напруження майже однакові по всій довжині арматурного стержня. Максимальне значення навантаження f_{ydm} = 171,14 МПа спостерігається посередині стержня при навантаженні, наближеному до руйнівного.

Оскільки необхідно оцінити розподіл дотичних напружень в арматурному стержні при контакті з бетоном, то детальніше розглядаються ділянки анкерування (довжиною 10d), на яких розміщені точки *i* – 2, 3, 4, 6, 7, 8. Ці точки розділили зони анкерування (зчеплення з бетоном) стержня на 8 ділянок (див. рис. 4). Прийнято, що на кожній *i*-тій ділянці в стержні діє зусилля $f_{ydi}A_s$, яке передається на бетон внаслідок виникнення напружень зчеплення та на наступні ділянки стержня (стосується лише ділянок, розташованих в зонах анкерування). В цьому випадку дотичні напруження зчеплення в середині ділянок τ_{ci} можна визначити за формулою:

$$\tau_{ci} = \frac{\left(f_{ydi} - f_{yd,i-1}\right)\cdot A_s}{\pi d l_i}, \qquad (2)$$

де, f_{ydi} і $f_{yd,i-1}$ - напруження в стержні на *i*-тій та попередніх ділянках;

l_i - довжина *i*-тої ділянки.

За знайденими середніми дотичними напруженнями зчеплення на кожній ділянці побудовані епюри їхнього розподілу по довжині анкерування арматурного стержня в бетоні для різних рівнів навантаження, а саме *P* = 5, 15, 25, 35, 45, 50кН та при руйнівному навантаженні P_u = 55кН (рис. 7).

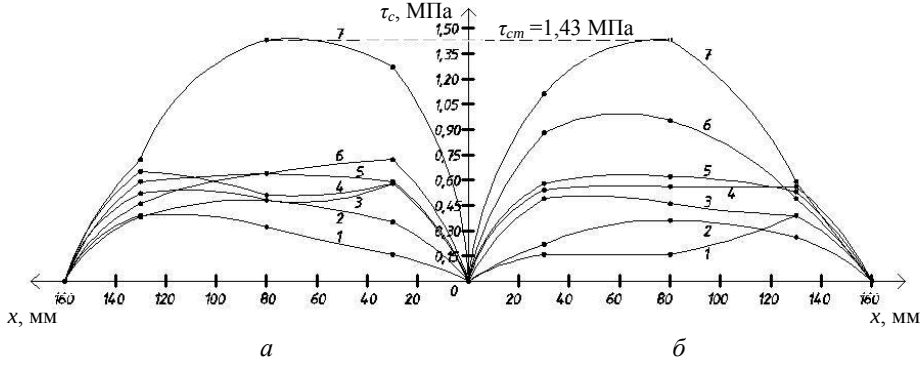


Рис. 7. Графік розподілу дотичних напружень τ_{ci} на ділянках зчеплення стержня з бетоном залежно від навантаження *P*: *а* – ділянка зчеплення 1, на якій розміщені тензодатчики Д-2, Д-3, Д-4; *б* – ділянка зчеплення 2, на якій розміщені тензодатчики Д-6, Д-7, Д-8; 1 – *P* = 5кН; 2 – *P* = 15кН; 3 – *P* =25кН; 4 – *P* = 35кН; 5 – *P* = 45кН; 6 – *P* = 50кН; 7 – P_u = 55кН (руйнівне зусилля)

На першій ділянці зчеплення (з тензодатчиками Д-2, Д-3, Д-4) при мінімальному рівні навантаження *P* = 5кН максимальне напруження виникло на віддалі *x* = 30мм від кінця зони анкерування і склало τ_c = 0,39 МПа. При такому навантаженні всередині ділянки зчеплення (*x* = 80мм) таке напруження становило τ_c = 0,32 МПа. При збільшенні зусилля до *P* = 45 кН зона

максимальних напружень перемістилась до середини довжини анкерування і при x = 80мм напруження досягали значення τ_c = 0,64 МПа. Далі при навантаженні P = 50 кН максимальне напруження виникло на віддалі x = 30мм від початку зони анкерування і склало τ_c = 0,72 МПа. При руйнування зразка (P_u = 55кН) зона максимальних напружень перемістилась назад до середини ділянки анкерування (x = 80мм) і напруження досягли найбільшого значення τ_{cm} = 1,43 МПа. Це в два рази менше від середніх напружень зчеплення при цьому навантаженні, віднесених до повної довжини ділянки анкерування арматурного стержня (τ_c = 3,5 МПа).

Подібна ситуація спостерігається на другій ділянці зчеплення (з тензодатчиками Д-6, Д-7, Д-8). При мінімальному ступені завантаження P = 5кН максимальне напруження виникло на віддалі x = 30мм від кінця зони анкерування і становило також τ_c = 0,39 МПа. При даному навантаженні всередині ділянки зчеплення (x = 80мм) таке напруження становило τ_c = 0,16 МПа, це в два рази менше порівняно з першою ділянкою зчеплення. При збільшенні зусилля до P = 45кН зона максимальних напружень перемістилась до середини довжини анкерування і при x = 80мм напруження досягали значення τ_c = 0,62 МПа. В цій точці аж до руйнування спостерігались максимальні напруження зчеплення і при P = 55кН досягли значення τ_{cm} = 1,42 МПа, аналогічні значенням першої ділянки анкерування. Це в два рази менше від середніх напружень зчеплення при цьому навантаженні, віднесених до повної довжини ділянки анкерування арматурного стержня (τ_c = 3,4 МПа).

Провівши аналіз кожної з ділянок зчеплення видно, що при збільшенні навантаження спостерігається переміщення дотичних напружень від кінця до середини зон анкерування. Максимальні напруження виникають посередині ділянок зчеплення та за значенням майже однакові (τ_{c1} = 1,43 МПа; τ_{c2} = 1,42 МПа).

Висновки

1. При мінімальному рівні навантаження бетонної балки значення нормальних напружень майже однакові по всій довжині стержня. Зі збільшенням величини завантаження напруження зростають від вільних торців балки до середини прикладання зусилля і досягнувши руйнівного навантаження, максимальні напруження (f_{ydm} = 171,14 МПа) виникають посередині арматурного стержня.

2. Графіки розподілу дотичних напружень зчеплення арматури з бетоном мають приблизно дзеркальне відображення однієї ділянки анкерування по відношенню до іншої. При мінімальному ступені навантаження відмінність полягає у тому, що посередині довжини анкерування значення дотичного

напруження τ_c = 0,16 МПа на другій ділянці вдвічі менше порівняно зі значення напруження τ_c = 0,32 МПа на першій ділянці зчеплення.

3. При збільшенні навантаження бетонної балки на ділянках контакту арматури з бетоном спостерігається переміщення дотичних напружень від кінця до середини зон анкерування. При навантаженні, наближеному до руйнівного (P_u = 55кН), максимальні дотичні напруження спостерігаються посередині кожної з ділянок зчеплення та за значенням майже однакові (τ_{c1} = 1,43 МПа; τ_{c2} = 1,42 МПа).

Список використаних джерел

1. Холмянский М.М. Контакт арматуры с бетоном. – М.: Стройиздат, 1981. – 184 с.

2. Бабич Є.М., Чапюк О.С., Вавринюк Б.А. Напружено-деформаційний стан контакту з бетоном арматури серповидного профілю / Містобудування та територіальне планування: Науково-технічний збірник. – Київ: КНУБА, 2011. – Випуск 40. – С. 74-82.

3. Климов Ю.А. Экспериментальные исследования сцепления композитной неметаллической арматуры с бетоном. – [Електронний ресурс] / Ю.А. Климов, О.С. Солдатченко, Д.А. Орешкин / Режим доступу: http://frp-rebar.com/frprebar_test_adhesion_concrete.html.

4. Чапюк О.С., Гришкова А.В. Порівняльний аналіз зчеплення сталевої арматури серповидного профілю з важким бетоном за призовим та балковим методом випробувань / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2014. – Випуск 29. – С. 391-399.

ANNOTATION

The results of tests clutch armature crescent profile class A500S Concrete by beamed by RILEM-CEB-FIP, the behavior of normal stresses along the length of reinforcing rod and distribution of shear stresses in the contact layer of concrete reinforcement.

Keywords: fittings crescent profile A500S class, girder method RILEM-CEB-FIP, clutch, normal and shear stresses, strain, gage station.

АННОТАЦИЯ

Приведенные результаты испытаний по сцеплению арматуры серповидного профиля класса А500С с бетоном за балочным методом RILEM-CEB-FIP, исследовано поведение нормальных напряжений по длине арматурного стержня и распределение касательных напряжений в контактном слое бетона с арматурой.

Ключевые слова: арматура серповидного профиля класса А500С, балочный метод RILEM-CEB-FIP, сцепление, нормальные и касательные напряжения, тензорезисторы, тензометрическая станция.

УДК 532.5:519.6

Шаповалова Т.С.,
Луцький національний технічний університет

АЕРОДИНАМІЧНА ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ БУДІВЕЛЬ

Описано механізм інтерференції на основі експериментальних результатів провідних дослідників.

Ключові слова: *інтерференційний ефект, висотна будівля, вітрові навантаження.*

Постановка проблеми. Однією з особливостей теперішнього містобудування є зведення багатоповерхових будівель, які призначені під офіси, торгові центри та для проживання в них людей. Зведення висотних споруд, мають не тільки високу зручність , економічність та ще масу переваг, вони також визначаються появою деяких небезпек [1–2], пов'язаних зі специфікою висотного будівництва. Однією з найголовніших проблем висотного будівництва є аеродинамічна інтерференція, простіше кажучи – вітрове навантаження. Це і є проблема стійкості самої висотної споруди, і безпека навколишніх будинків, [3–4] та інші. Аеродинамічна інтерференція - взаємодія потоків, що обтікають окремі елементи або окремі об'єкти[5]. Крім того, для нормального функціонування висотних споруд необхідно поблизу них забезпечити створення відповідної інфраструктури, і автомобільних шляхів в тому числі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з українськими стандартами: при дослідженні вітрового навантаження користуються: ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДБН В.1.2.-15:2009 «Мости і труби, навантаження і впливи». Безпосередньо аеродинамічна інтерференція досліджена у працях М. Казакевича, Р. Чисєльського, М. Студнічкової, Г.Савицького, Є. А. Журавського, К. Купера, Я. Кавецького, М. Матсумото, С. Прайса, Г. Рушевея, Р. Сканлана, Е. Сіміа, М. Ван Дайка, А.Фляги, Е. Блазік–Борової, М. Здравковича та інших вчених. Усі ці автори сходяться на думці, що для одержання основних аеродинамічних показників, які характеризують вплив вітру на групи будівель необхідні експериментальні дослідження.

З аналізу літератури випливає, що викладена в підручниках з прикладної аеродинаміки та архітектурно-будівельної аеродинаміки техніка виконання аеродинамічного експерименту була пристосована передусім до умов авіації і не дає повних відповідей на питання, що виникають під час досліджень впливу вітру на навантаження будівельних конструкцій.

Мета дослідження. Мета роботи є одержання основних аеродинамічних характеристик моделей груп висотних будинків та споруд циліндричної форми, розміщених у вітровому потоці.

Виклад основного матеріалу. Існує багато параметрів, які впливають на спосіб, яким одна будівля змінює сили вітру на іншу будівлю. Це розмір і форма будівлі, швидкість і напрямок вітру, тип місцевості, і, перш за все, розташування і відстань сусідніх будівель. Щоб зрозуміти вплив примикаючих будівель на вітрові навантаження, слід дослідити механізм вітрового потоку навколо окремого будинку і розглянути як цей застосовується при введенні додаткового будівлі в оточення. Щоб спростити завдання, розглянемо будівлі кубічної форми з напрямком вітру перпендикулярно фасаду.

Для окремого будинку навітряна грань піддається позитивному тиску через прямого впливу вітру. Негативний тиск (розрядження) генерується на трьох інших стінах будівлі і даху, згідно розділенню потоку навколо кутів будівлі. Щоб полегшити обробку даних, отриманих з експериментів в аеродинамічній трубі (див. Рис1.) на масштабних моделях, величини поверхневих тисків на моделі будівлі наводиться до безрозмірного коефіцієнту тиску, віднесені до середнього динамічному тиску швидкості потоку.

$$q = \frac{1}{2}\rho V^2, \tag{1}$$

де ρ - щільність повітря;

V - середня швидкість вільного потоку на рівні вершини будівлі.

Середній коефіцієнт тиску визначається як:

$$\overline{C}_P = \frac{\overline{P} - P_S}{q}, \tag{2}$$

де P - локальний середній поверхневий тиск;

P_S - статичний або атмосферний тиск вільного потоку.

Середній квадратичний коефіцієнт тиску визначається як:

$$\widetilde{C}_P = \frac{\widetilde{P}}{q}, \tag{3}$$

де P – середньоквадратичний компонент коливання поверхневого тиску.

Рисунок 1 показує напрямок потоків навколо одної ізольованої будівлі і остаточний розподіл середнього тиску C_p в точці на рівні 3/4 висоти будівлі від землі.

Із включенням в оточення другої будівлі модель навантажень стає досить складною. Будівлі можуть відчувати зниження вітрових навантажень в залежності від їх форми, відстані між ними, а також характеристик вітрового

потоку і місцевості. Рисунок 2 показує зміну ліній потоку при впливі примикаючої будівлі та підсумковий розподіл тисків на будівлях.

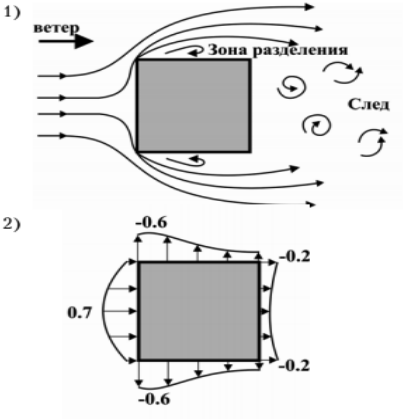


Рис. 1. Вітрові навантаження окремо стоячого будинку:
1 - схема потоку навколо будівлі; 2 - розподіл середнього тиску.

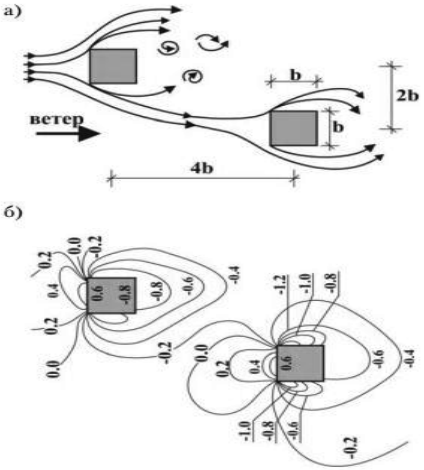


Рис. 2. Вітрові навантаження на дві примикаючі будівлі:
а) модель потоку навколо двох будівель; б) розподіл тисків навколо основ

Рисунок 3 демонструє результати вимірювання вітрового тиску, виміряні на поверхні моделі висотного будинку. При мінімальній відстані між моделями друга модель повністю закривається зсунутими шарами від передньої моделі, створюючи розрядження на всіх її поверхнях. Зі збільшенням відстані між

двома моделями, ці шари із зсувом направляються прямо на фасад моделі, приводячи до збільшення розподілу тиску на другій моделі.

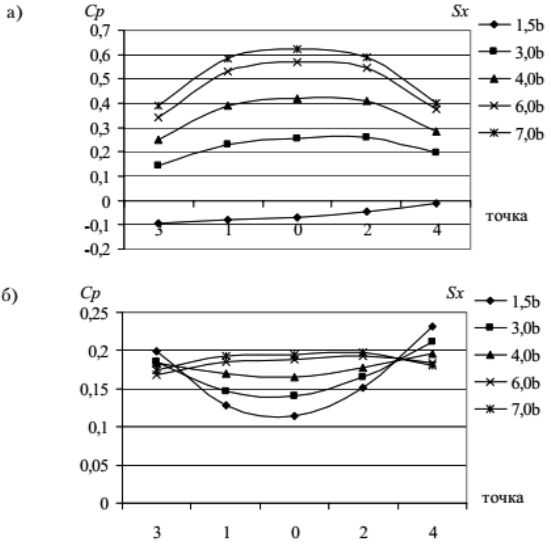


Рис. 3. Значення тисків на навітряній стороні моделі висотного будинку залежно від відносної відстані Sx (Sx - відносна відстань між моделями будівель в напрямку осі x (уздовж напряму повітряного потоку):
а) середні тиски; б) середньоквадратичні відхилення

Коли передня будівля блокує іншу будівлю, це підвищує або знижує вплив на іншу будівлю, змінюючи структуру вітру в своєму сліді. Середні впливи паралельно напрямку вітру на іншу будівлю скорочуються через загороджування верхньою будівлею. Це загороджування зменшується, якщо зростає відстань між будівлями. Також очікується, що збільшення кількості прилеглих конструкцій значного розміру призводить до зменшення сили потоку, тим самим, приводячи до ефекту сітчастого загороджування, наприклад, в умовах центру міста. Максимальний ефект інтерференції може очікуватися для розташування у відкритій місцевості. Незмінно скорочуючись для передмістя і досягаючи мінімуму для міста. Це пов'язано з тим, що для відкритої місцевості низька інтенсивність турбулентності дає організований слід позаду першої будівлі з високим вмістом енергії. Вихори з високою енергією в сліді першої будівлі впливають на другу будівлю і ведуть до високого ефекту інтерференції, тобто підвищенню динамічних навантажень на будівлю.

Висновки. На основі проведення численних досліджень видатними вченими, можна говорити про те, що аеродинамічна інтерференція будівель та споруд, розміщених на незначній відстані одна від одної може призводити до дискомфорту мешканців, передчасної втомлюваності конструкцій, явищ аеродинамічної нестійкості конструкцій тощо. Через це все частіше в пресі ставиться питання про недоцільність будівництва хмарочосів. Саме тому, розробляються все нові, і нові методи по вивченню цього процесу.

Список використаних джерел

1. Шостачук А.М. Виникнення екологічних небезпек при зведенні висотних споруд в умовах міської забудови // Тези VI Міжнародної науково-практичної конференції «Практична космонавтика і високі технології», присвяченої 100-річчю з дня народження академіка С.П. Корольова. – Житомир, 9–11 січня. – 2007. – С. 92–93
2. Шостачук А.М., Вікарчук Л.О. Деформації ґрунту під фундаментом висотної будівлі // Тези XXXII науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню університету. – Житомир. – 14–16 березня. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – С. 20.
3. Беспрозванная И.М., Соколов А.Г., Фомин Г.М. Воздействие ветра на высокие сплошнестенчатые сооружения. – М.: Стройиздат, 1996. – 185 с.
4. Копилов О.Є. Аеродинамічна інтерференція систем висотних будівель і споруд циліндричної форми: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01. – Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Л., 2005.-21.с
5. [Електронний ресурс] – режим доступу: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/2304/Интерференция
6. Механізм інтерференційного ефекту при визначенні вітрових навантажень / Є.В. Горохов, С.Г. Кузнецов / Сучасне промислове та цивільне будівництво : наук. журн. / Донбас. нац. акад. буд-ва і архіт. – Макіївка: Том 2, N4, 2006. – С. 177-185.

АННОТАЦИЯ

Описан механизм интерференции на основе экспериментальных результатов ведущих исследователей**.**

Ключевые слова: интерференционный эффект, высотное здание, ветровые загрузки.

ANNOTATION

The mechanism of interference based on experimental results leading researchers

Keywords: interference effect, a tall house, wind loads.

УДК 711.1

Шафранська О.З., к.т.н., доцент Ільчук Н.І.,
к.т.н., доцент Парфентьєва І.О.,
Луцький національний технічний університет

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МІСТА ЛУЦЬКА ЯК ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО ЦЕНТРУ ВОЛИНІ

Розглянуті пропозиції щодо подальшого розвитку міста з врахуванням сучасних технологій, для покращення руху громадського транспорту, вдосконалення навігації по місту, озеленення та благоустрій, та ряд інших привабливих пропозицій щодо покращення розвитку міста Луцька.

Ключові слова: велодоріжки, велопарковки, транспорт, вдосконалення, благоустрій, майданчики.

Луцьк – обласний центр Волинської області. Політичний, історико-культурний і релігійний центр Волині. Розташований на північному заході України. Чисельність його населення становить близько 205 тисяч мешканців. Територія міста – 4161 га.

На сьогодні постає питання подальшого розвитку міста з врахування сучасних технологій та потреб мешканців міста та його гостей. На даний час громадські діячі, активісти, науковці та бізнесмени міста розробляють "Стратегію розвитку міста Луцька на 2015 – 2030 рр." В рамках розробки даної стратегії визначили, що одним з пріоритетних напрямків буде розвиток міста з позицій туристичної привабливості.

Для реалізації даного напрямку, а також покращення благоустрою міста передбачається ряд соціально привабливих заходів.

Для вдосконалення та покращення організації та безпеки дорожнього руху – створення велодоріжок та велопарковок (рис.1.). Для початку – хоча б в історичному центрі, а в перспективі – по всіх кварталах. Пересідання на велосипеди – загальноєвропейський тренд останніх років: це екологічно, це дешево і це корисно для здоров'я. Проектування мережі велодоріжок дозволить розвантажити центральну частину міста від індивідуального транспорту, а також забезпечить можливість швидкого пересування туристів в історичній частині міста. А достатня кількість велопарковок в поєднанні з пунктами прокату велосипедів дасть змогу популяризувати даний вид транспорту не лише серед туристів, але й і мешканців міста.

Рис. 1. Приклад для створення велопарковок

Для покращення руху громадського транспорту – навігація для автобусів. Транспортна система повинна бути життєздатною не тільки для жителів міста, а й для його гостей. Коли з-за рогу їде невідомо який автобус з заляпаним номером та переліком маловідомих вулиць, набраних за допомогою Capslock, це не сильно допомагає зорієнтуватися – сідати вам на нього чи ні. На сьогодні в місті існує навігація руху автобусів, але скористатись нею може лише людина, яка має певний технічний ресурс. Нажаль старші люди цієї можливості позбавленні, тому для зручності користуванням даною навігацією руху громадського транспорту варто влаштовувати табло з графіком руху та очікування транспортних засобів на зупинках громадського транспорту

Вдосконалення системи навігації по місту. Яким би хорошим наше місто не було, людині, яка потрапляє в нього вперше, досить важко зорієнтуватися з першого разу. Тим більше, якщо це міста середньовічного типу (тісний, заплутаний центр і великі околиці). Якщо ми хочемо, щоб гості нашого міста не заблукали, побачили всі визначні пам'ятки і залишилися задоволені, то потрібно створити систему навігації. Доцільним також було б поєднати дану навігацію з довідками про історико-культурні об'єкти міста. При чому дана інформація повинна бути доступна як в звичайному стендовому варіанті, так і обов'язково в електронному – закодованому в QR-коди.

Туристичні інфоцентри. Для тих, кому карти міста з визначними пам'ятками буде мало, варто заглянути в спеціальні туристично-інформаційні центри, які можна знайти за великою буквою «І» в зеленому гуртку. Ініціатива створення таких центрів, які, між іншим, вже функціонують у багатьох містах України, повинна йти від місцевих властей. У такому центрі турист може отримати безкоштовну карту міста, дізнатися про можливості поселення, замовити

екскурсії і т.д. Живе спілкування з навченими фахівцями (бажано – ще й такими, які володіють англійською) набагато приємніше, ніж хаотичне перепитування у перехожих, як знайти вокзал.

Єдиний онлайн-центр для звернень громадян. Щоб не створювати величезних черг з людей, які приходять поділитися своїми проблемами і сподіваються на їх рішення, слід створити єдину онлайн-систему, де людина зможе зареєструвати свою проблему і направити її до потрібного відомству.

Озеленення та благоустрій. Програма грамотного озеленення, створення парків, підтримка існуючих насаджень, мають бути складовими частинами генерального плану. Зелені насадження і клумби. Швидкий і дешевий спосіб озеленення вулиці – посадити рослинність в спеціальних бочках (горщиках) клумбах. Виглядає не менш красиво, догляду вимагає трохи і коштує не так дорого, як здавалося б. В нашому місті вже потроху починає ця програма діяти і це є дуже великим плюсом для нас.

Безкоштовні спортивні майданчики (рис.2.). Організувати додатковий варіант дозвілля. У кожному спальному кварталі повинні бути безкоштовні публічні спортивні майданчики, на які може прийти будь-хто. Не всі мають гроші або бажання відвідувати фітнес-зали, а такі ініціативи були б прекрасним засобом стимулювати і розвивати здорового способу життя. Безпечні дитячі майданчики. В десятках міст України ще функціонує старе залізо радянського зразка, в тому числі і в нас, яке називається дитячими каруселями, і від несправності яких щорічно страждають діти. Такі аварійні майданчики треба закрити, на тлі облаштувати нові.

Рис. 2. Приклад для створення спортивного майданчику

Також дуже важливим і проблематичним в нас є питання щодо сортування сміття. На даний момент, від 5% до 7% території України складають звалища. Для того, щоб сміття не накопичувався, а перероблявся, для початку потрібно його впорядкувати. І бажано, щоб це робили люди самостійно. Перші ознаки прогресу можна розгледіти на вулицях деяких міст: у Львові протягом декількох останніх років активно впроваджують процедуру роздільного збору сміття біля будинків. Урни. Чим більше людині потрібно часу, щоб знайти смітник, тим менше шансів, що сміття потрапить у ціль, а не мимо. В місцях масового скупчення людей життєво необхідні смітники – навіть у найбільш свідомих громадян не вистачить терпіння, коли їх немає (рис.3.). Соціальні контейнери. На противагу сміттєвих баків, існує необхідність встановити по місту кілька точок для збору вживаного одягу: адже часто, роблячи генеральне прибирання, ми вирішуємо позбутися десятків речей, які могли б ще придатися людям з низьким соціальним статусом.

Рис. 3. Урни.

Реалізація даних заходів дозволить зробити місто Луцьк європейським містом з своєю історією, колоритом та неповторністю. Привабливість туристів до міста дозволить також розвиватись у економічному секторі.

Література

1. Загальний курс транспорту: Навч. Посібник / Фришев С.Г., Мельник І.І., Бондар С.М. - К.: Вища освіта, 2006.- 162 с.

2. Містобудування. довідник проектувальника / за ред. Т.Ф. Панченко (2001).

3. ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.

4. Управління відходами: вітчизняний та закордонний досвід: посіб. / за ред. О.Ї. Бондаря. – К.: Айва Плюс Лтд, 2008. – 196 с.

5. Посацький Б.С. Основи Урбаністики. – Л.: видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2001. с.113.

6. Ільчук Н.І. Міський транспорт: навчальний посібник. Л.:РВВ ЛНТУ, 2010. 25-26, 128 с.

7. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города / Под ред. Бабаева В.Н., Коринько И.В., Шутенко Л.Н. Харьков : ХНАГХ, 2004.

Аннотация

В данной работе рассмотрены предложения по дальнейшему развитию города с учетом современных технологий, для улучшения движения общественного транспорта, совершенствования навигации по городу, озеленение и благоустройство, и ряд других привлекательных предложений по улучшению развития города Луцка.

Ключевые слова: велодорожки, велопарковки, транспорт, совершенствование, благоустройство, площадки.

Annotation

An the article considered provisions for further city development in view of modern technology, to improve public transport, improving navigation around the city, landscaping and beautification, and some other attractive proposals for to improve development of the city of Lutsk.

Keywords: bike sidewalks, bicycle, transportation, improvements, landscaping, grounds.

УДК 539.3

к.т.н., доцент Шваб'юк В.В., к.т.н., доцент Ротко С.В.,
к.т.н., доцент Ужегова О.А., к.т.н., доцент Задорожнікова І.В.,
Луцький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК ПЛИТ МЕТОДОМ НЕОДНОРІДНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗА ДІЇ ЗОСЕРЕДЖЕНИХ СИЛ

Шляхом синтезу методів А.І. Лур'є та М.Є. Ващенка-Захарченка отримано точний розв'язок задачі теорії пружності для ізотропного шару, що перебуває під дією самозрівноважених зосереджених сил, які прикладені нормально до зовнішньої поверхні. Наведено розрахунок переміщень у пластині, що виникають за дії зосереджених сил, які прикладені відповідно в точках. Проведено порівняння результатів розрахунку переміщень за різними уточненими теоріями згину пластин і за класичною теорією тонких пластинок.

Ключові слова: *рівняння теорії пружності, некласичні теорії згину пластин, класична теорія Кірхгофа, уточнена теорія Рейсснера, зосереджені сили, локалізовані навантаження.*

Вступ. Розрахунок тонких пластин за локальних і температурних навантажень із використанням прикладних теорій призводить до значних похибок, а при безпосередньому інтегруванні рівнянь теорії пружності отримати замкнуті розв'язки практично неможливо. Чисельна реалізація останніх потребує значних витрат часу та ускладнюється при зменшенні параметра $\varepsilon = h / a$ ($2h$, a – товщина та менший розмір пластини). У даній роботі, шляхом синтезу методів А.І. Лур'є [2] та М.Є. Ващенка-Захарченка [1] отримано точний розв'язок задачі теорії пружності для ізотропного шару, що перебуває під дією самозрівноважених зосереджених сил, які прикладені нормально до її зовнішньої поверхні. Розв'язок записано у вигляді суми двох складових. Перша подана в аналітичному вигляді, а друга через швидкозбіжний інтеграл. Показано, що друга складова є достатньо малою, якою можна знехтувати. На основі отриманого розв'язку проведено зіставлення результатів розрахунку переміщень за різними уточненими теоріями згину пластин і за теорією тонких пластинок Кірхгофа.

Запропонований метод дозволяє отримати прості рівняння та співвідношення для визначення напружень і переміщень у поперечних перерізах ізотропного шару. В роботі проведено покращення збіжності рядів і побудовано на цій основі співвідношення, які уточнюють прикладні рівняння

тонких пластинок. Вони дозволяють також проводити розрахунок напружень в області за дії як розподіленого, так і локально прикладеного навантажень.

Постава задачі. Розглянемо допоміжну задачу теорії пружності для шару. На лицевих поверхнях шару задані напруження:

$$\sigma_{z/z=\pm h} = \pm p(x);\ \ \tau_{zx/z=\pm h} = 0.$$

Введемо тут також безрозмірну систему координат $\zeta = \frac{z}{h}$ і $\xi = \frac{x}{h}$. Тоді переміщення та нормальні напруження для шару у символічному вигляді запишемо, як запропоновано [2,3]:

$$U_x = \frac{u_0(\zeta,d)}{g_0(d)}p;\ \ W = \frac{f_0(\zeta,d)}{g_0(d)}p;\ \ \sigma_i = \frac{S_i^0(\zeta,d)}{g_0(d)}p, \qquad (1)$$

Тут $g_0(d) = 1 - \sin 2d / 2d,\ d^2 = h^2 \cdot \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right)$, а вирази для функцій u_0, f_0, S_i^0 наведені в [2]. Застосувавши формул (2) розвинення М.Є. Ващенка-Захарченка [1]

$$\frac{f_j(d)q}{d^2(1+\sin 2d/2d)} = \sum_i \frac{f_j(\alpha_i)q_i}{\cos^2\alpha_i} + \frac{f_j(0)q_0}{2},\ (j = 0,1,2,3), \qquad (2)$$

отримаємо:

$$U_x = -\frac{hd}{2G}(P_1 + \omega_1);\ \ W = \frac{h}{2G}(P_2 + \omega_2); \qquad (3)$$

$$\sigma_x = d^2(2\nu P_0 - P_1) + \Omega_1;\ \ \sigma_y = \nu(\sigma_x + \sigma_z);\ \ \sigma_z = d^2 P_3 + \Omega_3,$$

де $P_j = \sum_i \frac{\varphi_j(\beta_i,\zeta)}{\sin^2\beta_i}\frac{p}{d^2 - \beta_i^2},\ j = 0,1,2,3;\ \Omega_j = (a_j d^{-2} + b_j)\cdot p$, а коефіцієнти a_j, b_j, ω_j такі, як у [5].

Якщо навантаження на шар є повільно змінною функцією за змінною ξ, то $p_i \approx -p/\beta_i^2$, а вирази для P_j можуть бути записані у вигляді [5].

$$P_0 = P_0^* - \frac{3}{2}\zeta\left(-\frac{157}{4200} + \frac{\zeta^2}{20} + \frac{\zeta^4}{120} \right)p;\ \ P_3 = P_3^* + \frac{1}{20}\zeta(1-\zeta^2)^2 p;$$

$$P_1 = P_1^* + \frac{3}{2}\zeta\left(\frac{22}{21\cdot 25}(1-\nu) + \frac{7\nu - 5}{60} + \zeta^2\left(-\frac{\nu}{10} + \frac{1}{30} \right) + \zeta^4\frac{3-\nu}{60} \right)p; \qquad (4)$$

$$P_2 = P_2^* + \frac{3}{2}\left(\frac{22}{21\cdot 25}(1-\nu) + \frac{7\nu - 9}{60} + \zeta^2\left(-\frac{3\nu}{10} + \frac{1}{2} \right) - \zeta^4\frac{1+\nu}{12} \right)p;$$

$$P_j^* = \sum_i \left(p_i + p\cdot\beta_i^{-2} \right)\frac{\varphi_j(\beta_i,\zeta)}{2\sin^2\beta_i}.$$

Для дуже повільнозмінних функцій можна прийняти $P_j^* \approx 0$.Це дозволяє порівняти отримані рівняння із відповідними рівняннями прикладних теорій. Наприклад, записавши $W = W^* + W^{**}$, де $W^* = \frac{h}{2G}\omega_2$, $W^{**} = \frac{h}{2G}P_2$, отримаємо:

$$d^4 W^* = \frac{h}{2G}\left(3(1-\nu)p - 0,3((8-3\nu) - 5\nu\zeta^2)d^2 p\right). \quad (5)$$

Останнє рівняння повністю співпадає (при $\zeta = 0,\ 2p = q_2$) із відповідним рівнянням уточненої теорії [4] для згину серединної поверхні пластини з частковим урахуванням ефекту обтиснення:

$$D\Delta^2 w(0) = q_2 - \frac{0,1h^2}{1-\nu}(8-3\nu)\Delta q_2, \quad (6)$$

Тут $D = \frac{4}{3}\frac{Gh^3}{1-\nu}$ – циліндрична жорсткість плити.

На границі шару $\xi = 1$ формули (3) для знаходження напружень спрощуються:

$$\sigma_{ij}(x,y,h) = \sigma_{ij}^{\ k} + 2\left[(1-\nu)\partial_i\partial_j + \nu\delta_{ij}d^2\right]P_1 + (0,4-1,4\nu)\partial_1\partial_2\frac{p}{d^2}, \quad (7)$$

де $P_1 = P_1^* + 0,063(1-\nu)p$, σ_{ij}^k – напруження на границі шару, які визначаються на основі співвідношень теорії тонких пластинок Кірхгофа.

Основні розрахункові залежності. Для ізотропного шару $-h < z < h$, що перебуває під дією розподіленого навантаження $q(x,\ y)$:

$$\sigma_z(x,y,h) = q(x,y),\quad \sigma_z(x,y,-h) = 0, \quad (8)$$
$$\tau_{iz}(x,y,\pm h) = 0,(i = x,y).$$

Вираз для переміщення границі шару $z = h$ в символічному вигляді записується наступним чином [2,3]:

$$\frac{G}{1-\upsilon}W = h\left[\frac{\sin^2 d}{d(2d+\sin 2d)} + \frac{\cos^2 d}{d(2d-\sin 2d)}\right]q(x,y), \quad (9)$$

Розглянемо випадок, коли пластина перебуває під дією зосереджених самозрівноважених сил P_j, прикладених у точках (x_j, y_j), $(j = 1,...,N)$ і які можна представити через δ-функції:

$$q(x,y) = \sum_{j=1}^{N} P_j\delta(x-x_j)\delta(y-y_j). \quad (10)$$

Враховуючи, що

$$\delta(x-x_j)\delta(y-y_j) = \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty \lambda J_0(\lambda r_j)d\lambda, \quad d^2 J_0(\lambda r_j) = -\lambda^2 J_0(\lambda r_j)h^2,$$

з (9) отримуємо

$$\frac{G}{1-\upsilon}W = \frac{h}{2\pi}\sum_{j=1}^{N} P_j\int_0^\infty \lambda J_0(\lambda r_j)\left[\frac{sh^2(\lambda')}{\lambda'(2\lambda' + sh2\lambda')} - \frac{ch^2(\lambda')}{\lambda'(2\lambda' - sh2\lambda')}\right]d\lambda,$$

де $r_j^2 = \left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2$, $\lambda' = \lambda h$.

Звідси знаходимо

$$W = \alpha \sum_{j=1}^{N} P_j \int_0^{\infty} J_0\left(\eta \rho_j\right) f\left(\eta\right) d\eta, \quad f\left(\eta\right) = F\left(\eta\right) + G\left(\eta\right), \tag{11}$$

де $\rho_j^2 = r_j^2 / 4h^2$, $F\left(\eta\right) = 0{,}5 \dfrac{ch\eta - 1}{sh\eta + \eta}$, $G\left(\eta\right) = 0{,}5 \dfrac{ch\eta + 1}{sh\eta - \eta}$, $\alpha = \dfrac{1 - \nu}{4\pi hG} = \dfrac{h^2}{3\pi D}$.

Безпосереднє обчислення інтегралів (11) ускладнене, так як підінтегральні функції в кожному з інтегралів зокрема мають особливості в околі тт. $\eta = 0$ і $\eta = \infty$. Введені функції при $\eta \Rightarrow \infty$ мають вигляд:

$$F\left(\eta\right) = 0{,}5 - \left(1 + \eta\right)e^{-\eta} + 0\left(e^{-2\eta}\right), \quad G\left(\eta\right) = 0{,}5 + \left(1 + \eta\right)e^{-\eta} + 0\left(e^{-2\eta}\right).$$

При $\eta \Rightarrow 0$ функція $F\left(\eta\right)$ не має особливостей, а $G\left(\eta\right) = 0\left(\eta^{-3}\right)$.

Тому зобразимо

$$F\left(\eta\right) = 0{,}5 - \left(1 + \eta\right)e^{-\eta} + P\left(\eta\right)e^{-2\eta}, G\left(\eta\right) = 0{,}5 + \left(1 + \eta\right)e^{-\eta} + Q\left(\eta\right)e^{-2\eta} / \eta^3. \tag{12}$$

Введені в (12) функції

$$P\left(\eta\right) = \left[F\left(\eta\right) - 0{,}5 + \left(1 + \eta\right)e^{-\eta}\right]e^{2\eta}, \; Q\left(\eta\right) = \left[G\left(\eta\right) - 0{,}5 - \left(1 + \eta\right)e^{-\eta}\right]e^{2\eta}\eta^3$$

мають степеневий порядок коли $\eta \to \infty$, а функція $P\left(\eta\right)$ обмежена ще й в околі точки $\eta = 0$. Тому запишемо їх у вигляді:

$$P\left(\eta\right) = P_0\left(\eta\right) + P_r\left(\eta\right), \; Q\left(\eta\right) = Q_0\left(\eta\right) + Q_r\left(\eta\right), \tag{13}$$

де $P_0\left(\eta\right), Q_0\left(\eta\right)$ - відрізки рядів Маклорена для $P\left(\eta\right)$ і $Q\left(\eta\right)$.

Функції $F_r\left(\eta\right)$ і $G_r\left(\eta\right)$ мають відповідно порядок $0\left(\eta^8\right)$ та $0\left(\eta^4\right)$ при малих значеннях аргументу. При $\eta \Rightarrow \infty$ дані функції мають порядок $0\left(e^{-2\eta}\right)$. Тому інтеграли, що містять дані функції, можуть бути ефективно обчислені з використанням квадратурних формул. Зазначимо, що виписані відрізки рядів достатньо точно описують відповідні функції тільки в околі т. $\eta = 0$, причому нескінченний ряд буде збігатися тільки на деяких відрізках, що визначаються коренями знаменників для функцій $F\left(\eta\right), G\left(\eta\right)$. Однак виявляється, що функції $F_0\left(\eta\right), G_0\left(\eta\right)$ практично збігаються із функціями $F\left(\eta\right), G\left(\eta\right)$. Так, максимальне значення відносної похибки для обчислення функції $F\left(\eta\right)$ за наближеними формулами буде $\cong 0{,}07\%$ (для $\eta \cong 3$), а функції $G \cong 0{,}4\%$ (для $\eta \cong 4$).

На основі (1) знаходимо

$$f\left(\eta\right) = f_0\left(\eta\right) + f_r\left(\eta\right), \tag{14}$$

де $$f_0\left(\eta\right) = 1 + \sum_{j=-3}^{6} a_j \eta^j e^{-2\eta}, \qquad f_r\left(\eta\right) = F_r\left(\eta\right) + G_r\left(\eta\right)$$

$$a_{-3} = 6,\; a_{-2} = 12,\; a_{-1} = \frac{66}{5},\; a_0 = \frac{47}{5},\; a_1 = \frac{802}{175},\; a_2 = \frac{274}{175},\; a_3 = \frac{2878}{7875},$$

$$a_4 = \frac{386}{7875},\ a_5 = -\frac{1}{5760},\ a_6 = -\frac{1}{576}.$$

Функція $f_r(\eta)$ також мала за величиною. Так, максимальне значення величини $|f(\eta)|/\ f(\eta)$ досягається при $\eta \cong 3$ і рівне $-1{,}1\cdot 10^{-4}$.

Враховуючи (14), можна записати

$$W = W_0 + W_r = \alpha \sum_{n=1}^{N} P_n \left[\Phi(\rho_n) + \psi(\rho_n) \right] + \alpha \sum_{j=1}^{N} P_n \int_0^{\infty} J_0(\eta\rho_n) f_r(\eta)\, d\eta, \qquad (15)$$

де $\Phi(\rho) = 1/\rho + \sum_{j=-3}^{6} a_j A_j(\rho, 2),\ \psi(\rho) = \int_0^{\infty} J_0(\eta\rho) f_r(\eta)\, d\eta,\ \alpha = \frac{1-\upsilon}{4\pi hG}$.

На основі числового аналізу [5], вираз для W_r, як правило, малий за величиною і ним у практичних розрахунках можна знехтувати.

Якщо до виразу (9) застосувати формулу розвинення М.Є. Ващенка-Захарченка, то він може спроститись до вигляду:

$$W(x,y,h) = F(x,y) + \frac{h}{4G}(1-\nu)q + \frac{h}{2G} P_2 - \frac{h}{2G} \cdot d^2 \cdot Q_2, \qquad (16)$$

де величини P_2 і Q_2 можуть бути записані в інтегральному вигляді:

$$P_2(x,y) = \frac{1}{2} \cdot \iint_S q(\xi,\eta) \cdot F_a(x-\xi, y-\eta) \cdot d\xi d\eta,$$

$$Q_2(x,y) = \frac{1}{2} \cdot \iint_S q(\xi,\eta) \cdot F_s(x-\xi, y-\eta) \cdot d\xi d\eta, \qquad (17)$$

$$Q_2(x,y) = \frac{1}{2} \cdot \iint_S q(\xi,\eta) \cdot F_s(x-\xi, y-\eta) \cdot d\xi d\eta,$$

$$F_a = -\frac{1}{2\pi h^2} \sum_i \frac{\varphi_2(\beta_i, 1)}{\sin^2 \beta_i} K_0(\beta_i \cdot \rho),\ F_s = -\frac{1}{2\pi h^2} \sum_i \frac{f_2(\alpha_i, 1)}{\cos^2 \alpha_i} K_0(\alpha_i \cdot \rho),$$

$\rho = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{h}$, S – область, у якій $q \neq 0$; $K_0(\rho)$ – функція Макдональда;

α_i, β_i – корені рівняння $\sin 2d \pm 2d = 0$, причому $\mathrm{Re}(\alpha_i, \beta_i) > 0$; $F(x,y)$ – функція, яка визначається з рівняння:

$$D\Delta^2 F = (1 - 0{,}8 \cdot h^2 \Delta) q. \qquad (18)$$

Із [5] відомо, що $\mathrm{Re}\,\alpha_1 \approx 2{,}11$, $\mathrm{Re}\,\beta_1 \approx 3{,}75$, а в наступних коренях дійсна частина зростає приблизно на величину π.

Крім того, аналіз функцій $F_a(\rho)$ та $F_s(\rho)$ показує, що при великих ρ їх можна записати у вигляді:

$$F_a(\rho) = O(\exp(-3{,}75\rho)),\quad F_s(\rho) = O(\exp(-2{,}11\rho)),\ \text{коли}\ \rho \to \infty.$$

Тобто, названі функції можна вважати дельтаподібними і наближено прийняти, що:

$$F_j(x,y) \approx A_j \delta(x) \cdot \delta(y), \quad (j = a,s), \tag{19}$$

де A_j – деякі сталі.

Таким чином, виходячи з формул (17)–(19), можна наближено записати

$$P_2 = A_a \cdot q(x,y), \quad Q_2 = A_s \cdot q(x,y) \tag{20}$$

На основі дослідження збіжності рядів для A_j в роботі [5] показано, що суми, через які виражаються сталі A_j, збігаються до значень

$$A_a = \frac{81}{700} \cdot (1-\nu), \qquad A_s = 0. \tag{21}$$

Виходячи зі співвідношень (20), (21), формула (16) набуває вигляду:

$$W(x,y,h) = F(x,y) + 0{,}308(1-\nu) \cdot \frac{q}{G} \cdot h. \tag{22}$$

Використавши точний і наближений розв'язки рівнянь теорії пружності для ізотропного шару, дослідимо точність некласичних теорій згину пластин середньої товщини та рівнянь згину тонких пластинок Кірхгофа при дії зосереджених сил і локалізованих навантажень.

Уточнені рівняння моделі згину пластин середньої товщини [4], яка враховує поперечний зсув і обтиснення, мають вигляд:

$$D\Delta^2 W = (1 - 0{,}8 \cdot h^2\Delta)q + \delta_1 h^4 \Delta^2 q - \delta_2 h^6 \Delta^3 q; \tag{23}$$

$$W(x,y,h) = w(x,y) + \frac{A_0}{E} \cdot qh + \frac{1}{2} \cdot \frac{\nu h^2}{1-\nu} \cdot \Delta \overline{w},$$

де $\delta_1 = \frac{0{,}49}{1-\nu^2}(1 + 0{,}09\nu - 1{,}75\nu^2(1 + 0{,}8\nu))$, $\delta_2 = \frac{\nu(2-\nu)}{80(1-\nu^2)(1-\nu)^2}$,

$A_0 = \frac{(1+\nu)}{16(1-\nu)} \cdot (13 - 16\nu + \nu^2)$, $\overline{w} = w + \frac{1}{32} \cdot \frac{q}{E} \cdot (2-\nu)h$; $w(x,y)$ – переміщення серединної поверхні пластини, яке задовольняє відомому бігармонійному рівнянню (6).

Неважко показати, що перше рівняння (23) зводиться до рівняння (18), якщо для нього виконати заміну змінних:

$$W(x,y,h) = F(x,y) + (\delta_1 - h^2\delta_2\Delta)\frac{qh^4}{D}. \tag{24}$$

Аналіз формули (24) показує, що при $\nu = 0{,}35$ і $\delta_2 \approx 0$ вона буде повністю співпадати з формулою (7.40), а при значенні коефіцієнта Пуассона $\nu = 1/3$ у формулі (22) число 0,308 необхідно замінити числом 0,325. Тобто, формули (22), (23) є асимптотично точними по відношенню до рівнянь теорії пружності для шару.

Розв'язок рівняння (18) для випадку дії зосереджених сил можна записати у вигляді [5]:

$$F = \frac{1}{8\pi D}\sum_{j=1}^{N} P_j\left[r_j^2 - 3{,}2\cdot\chi h^2\right]\ln\frac{r_j}{h}, \qquad (25)$$

де $\chi = 1$ у випадку рівняння (18) і $\chi = \dfrac{2-\nu}{2(1-\nu)}$ – для випадку рівняння теорії Рейсснера. Для теорії тонких пластинок Кірхгофа-Лява параметр $\chi = 0$.

Виконано розрахунок переміщень у пластині, що виникають за дії зосереджених сил $\left(\frac{P}{2}, -P, \frac{P}{2}\right)$, які прикладені відповідно в точках: $(-2h, 0)$, $(0,0)$, $(2h,0)$.

Аналіз числових результатів. Результати розрахунків величин ϖ при $z = h$, $y = 0$ та різних значеннях відношення x/h наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Прогини пластини за різними моделями

x/h	0,5	1	3	4	6	8
$-\bar{w}$	14,463	9,198	2,925	2,519	1,459	0,647
$-\bar{w}_1$	12,957	9,057	3,068	2,508	1,458	0,647
$-\bar{w}_R$	12,901	9,400	2,904	2,434	1,435	0,640
$-\bar{w}_K$	8,778 (39,3)	7,690 (16,4)	3,725 (-27,3)	2,805 (-11,4)	1,551 (-6,31)	0,675 (-4,33)

Перший рядок у таблиці пораховано за формулою (15) і відповідає точному розв'язку. В другому рядку наведено результати, обчислені за формулою (25), коли параметр $\chi = 1$. Третій рядок відповідає уточненій теорії Рейсснера $\chi = 0.5(2-\nu)/(1-\nu)$. Останній рядок – класичній теорії тонких пластинок Кірхгофа ($\chi = 0$). Величини в дужках є порахованими похибками цієї теорії у відсотках.

Аналіз табл. 1 показує, що при визначенні вертикальних переміщень пластини, починаючи з відстані $x \geq h$ від точки прикладення сили, похибка рівнянь уточненої теорії [4] не перевищує 5%**.** На відстані, більшій від товщини пластини ($x \geq 2h$), результати цієї теорії майже співпадають із точним розв'язком.

Дещо менш точними є значення, отримані за допомогою рівнянь теорії Рейсснера. Що стосується теорії тонких пластинок Кірхгофа, то її результати можна використовувати тільки на значних відстанях ($x \geq 8h$) від точок прикладення зосереджених сил.

Список використаних джерел

1. Ващенко-Захарченко М.Е. Символическое исчисление и приложение его к интегрированию нелинейных дифференциальных уравнений. – Киев, 1962. – 102 с.

2. Лурье А.И. Пространственные задачи теории упругости. – М.: Гостехиздат,1955. – 492с.

3. Максимович В.Н. Напряженное состояние неравномерно нагретых нагруженных по граничным поверхностям пластин. – Прикладная математика и механіка. – М., 1979. Том 43. – С. 1065-1072.

4. Швабюк В.И. Учет эффекта сжимаемости нормали в контактных задачах для трансверсально изотропных плит // Прикладна механика. – К.,1980. Т.16. №. 4.– С.71-77.

5. Шваб'юк В.І., Максимович В.М. Порівняльний аналіз точності некласичних теорій згину пластин при локалізованих навантаженнях. // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. мех.- мат. 1999. В.55. – С.192-196.

АННОТАЦИЯ

Путем синтеза методов А.И. Лурье и М.Е. Ващенко-Захарченко получено точное решение задачи теории упругости для изотропного слоя, находящегося под действием самоуравновешенных сосредоточенных сил, приложенных нормально к внешней поверхности. Приведен расчет перемещений в пластине, возникающие при действии сосредоточенных сил, которые приложены соответственно в точках. Проведено сравнение результатов расчета перемещений по разным уточненным теориям изгиба пластин и по классической теории тонких пластинок.

Ключевые слова: уравнения теории упругости, неклассические теории изгиба пластин, классическая теория Кирхгофа, уточненная теория Рейсснера, сосредоточенные силы.

ANNOTATION

By synthesis methods A. I. Lurie and M. E. Vashchenko-Zakharchenko obtained exact solution of the problem of elasticity theory for an isotropic layer under the action samsuri concentrated forces applied normal to outer surface. The calculation of displacements in the plate arising from the action of concentrated forces, which are applied respectively in the points. Comparison of results of calculation of displacements for different sophisticated theories of bending of plates and the classical theory of thin plates.

Keywords: equations of elasticity theory, non-classical theory of bending of plates, classical Kirchhoff theory, the improved theory of Reissner, concentrated forces.

УДК 504:629.33/36

к.т.н., доцент Шимчук О.П.,
Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ ДОРІГ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА БЕЗПЕКУ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Розглянуто вплив існуючих протиожеледних заходів та матеріалів при зимовому утриманні автомобільних доріг загального користування на навколишнє середовище та безпеку дорожнього руху. Представлено спосіб усунення слизькості дорожнього покриття без негативних екологічних наслідків.

Ключові слова: *слизькість, протиожеледні матеріали, зимове утримання, гранітний відсів, автомобільні дороги.*

Постановка наукової проблеми та її значення. В умовах коли наша держава стала безпосереднім сусідом Євросоюзу, а також прагне стати його повноцінним членом, потрібно наблизити розвиток усіх галузей народного господарства до європейського рівня, насамперед встановити вимоги до використання широкої гамми продукції, яка б відповідала європейським стандартам якості.

Автомобільні дороги постійно зазнають навантаження і піддаються впливам атмосферних явищ. Клімат, метеорологічні умови, руйнівні дії транспортних засобів - це фактори, які погіршують властивості автомобільної дороги як інженерної споруди, знижуючи тим самим ефективність і безпеку дорожнього руху.

Одним з важливих факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху та швидкість пересування автомобільного транспорту є слизькість покриття (низький коефіцієнт зчеплення автомобільної шини з дорожнім покриттям), який особливо проявляється в зимовий період. Як наслідок, росте гальмівний шлях, збільшується ймовірність виникнення ДТП.

Для збереження високого значення коефіцієнта зчеплення передбачають такі заходи:

- здійснюють підігрів покриття парою або електричним струмом;
- застосовують дренажні покриття;
- посипають покриття піщано-сольовими сумішами.

Тому, на сьогоднішній день, існує проблема відновлення шорсткості дорожнього покриття у зимовий період без використання хімічних реагентів і, відносно дешевими способами.

Таким чином, питання технології та екологічно чистих протиожеледних матеріалів для усунення слизькості дорожнього покриття є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням боротьби зі зменшенням шорсткості автомобільних доріг в зимовий період приділяли увагу багато вчених як на Україні, так і за кордоном. Зокрема, можливості використання екологічно чистих протиожеледних матеріалів присвячена робота [1]. Проте всі вони направлені на зменшення шкідливих наслідків, але не дозволяють повністю від них відмовитись.

Завдання та мета дослідження. Метою роботи було використання гранітного відсіву, нагрітого до температури 160-180°С в сушильному барабані з подальшим посипанням ним поверхні автомобільних доріг в зимовий період комбінованими дорожніми машинами.

Результати дослідження. Найпоширенішим способом боротьби зі слизькістю є посипка суміші піску та технічної солі (NaCl). Однак піщано-сольова суміш завдає значної шкоди автомобілям, взуттю та одягу. Значних збитків використання солі для посипання доріг завдає екології та здоров'ю людини. Розчиняючись сіль попадає у воду та грунт, чим завдає значної шкоди флорі та фауні, а її залишки під дією сонця висихають та викликають алергічні реакції.

Європейські країни у боротьбі зі слизькістю покриття автомобільних доріг використовують хлорид магнію (бішофіт). Агресивність хлориду магнію, на відміну від солі, менша (містить 30% хлоридів), він витримує мінусові температури до 30 градусів. Крім того, бішофіт використовують у якості добрива. Проте, бішофіт – це мінімізація шкідливого впливу на навколишнє середовище і здоров'я людини.

Як спосіб боротьби зі слизькістю може використовуватися підігрів покриття, проте він є дороговартісним, а, як показує практика, цей метод є малодієвим.

Альтернативою у боротьбі із ожеледицею можна вважати спосіб посипання покриття гарячим гранітним відсівом, який є значно дешевшим у порівнянні з традиційними способами і не вимагає застосування нової та спеціальної техніки. Даний спосіб забезпечує зниження негативного впливу на навколишнє середовище та відновлення шорсткості дорожнього покриття.

Суть даного методу полягає в тому, що фронтальний навантажувач завантажує заздалегідь привезений гранітний відсів в бункери-склади інертних матеріалів стаціонарного асфальтобетонного заводу. З них за допомогою дозатора із застосуванням конвеєрних стрічок з гофрованим бортом відмірюється заздалегідь запрограмована оператором кількість матеріалу і подається на складальний стрічковий конвеєр (рис.1).

Рис.1 Складальний стрічковий конвеєр

Стрічковий конвеєр доставляє матеріал в сушильний барабан. Потрапивши в сушильний барабан, матеріал піддається нагріванню за допомогою пальника, встановленого в одному кінці барабана і подає потік полум'я в його глиб (рис.2).

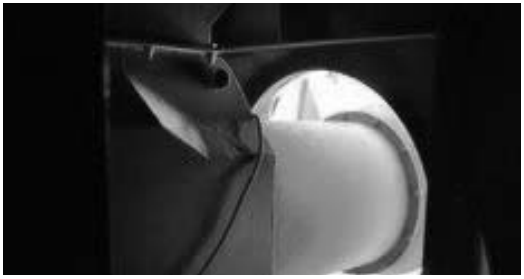


Рис. 2 Нагрівання матеріалу в барабані

Барабан має хорошу ізоляцію і ущільнення, які захищають його від проникнення повітря. Рівномірність нагрівання досягається завдяки обертанню барабана і матеріалу разом з ним. Внутрішні стінки барабана мають спеціальні перегородки, так звані перебирання, затримуючись на яких матеріал обертається разом з барабаном (рис. 3).

Температура матеріалів на виході може регулюватися в діапазоні 160-200 градусів. Барабан влаштований таким чином, що полум'я з пальника безпосередньо не потрапляє на фракції кам'яних матеріалів, що дуже важливо для якісного нагріву. Для цього на внутрішній стінці барабана, в тій його частині, що розташована ближче до пальника, є спеціальні металеві напівкороби, які прикривають матеріали від прямого попадання на них полум'я.

Після закінчення нагрівання матеріал накопичується в розвантажувальній області, в тому кінці барабана, де знаходиться пальник і вивантажується для подальшого завантаження в комбіновані дорожні машини МДК-1 (рис. 4), які

призначені для цілорічного використання по утриманню доріг з твердим покриттям.

Рис. 3 Внутрішні стінки барабана

В зимовий період машина використовується з піскорозкидальним обладнанням для посипання інертними матеріалами поверхонь доріг, а також для очищення дорожнього полотна від свіжого снігу плужно-щіточним устаткуванням.

Рис. 4 Машина дорожня комбінована МДК-1

Після того, як гарячий гранітний відсів потрапляє на дорожнє покриття, сніг або лід, який його вкриває починає танути, а потім, по мірі зниження температури відсіву, замерзає, утворюючи на поверхні дороги шорстку поверхню (рис.5).

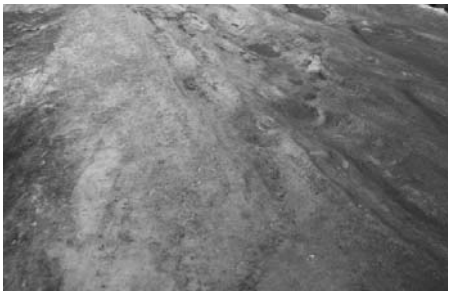


Рис.5 Поверхня дорожнього покриття посипана гарячим гранітним відсівом

Після зимового сезону посипку з гранітного відсіву збирають для подальшого використання в наступному році.

Висновки. Отримані результати дозволяють стверджувати, що використання гранітного відсіву, нагрітого до температури 160-180°С, дозволяє підвищити шорсткість дорожнього покриття в зимовий період, не завдаючи негативного впливу навколишньому середовищу. При цьому немає потреби у використанні спеціального обладнання та нової спеціальної техніки.

Література

1. Вирожемський В.К., Бородіна Н.А., Трух М.Є. Екологічні наслідки зимового утримання автомобільних доріг /Автошляховик України. – 2006. – №2 – с. 35-38.

2. ПГ.1-218-118:2005 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг.

3. Шимчук О.П. Технологія приготування холодних органо-мінеральних сумішей для цілорічного ямкового ремонту асфальтобетонних покриттів /О.П. Шимчук// НАУКОВІ НОТАТКИ. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). Випуск 45. Луцьк. – 2014. – с. 578-581.

4. ДБН В.2.7-63-97. Будівельні матеріали. Застосування в будівництві і будіндустрії гранульованих шлаків і шлакопемзових відсівів феросплавного виробництва.

5. ДСТУ Б В.2.7-30-95. Будівельні матеріали. Матеріали нерудні для щебеневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено влияние существующих противогололедных мероприятий и материалов при зимнем содержании автомобильных дорог общего пользования на окружающую среду и безопасность дорожного движения. Представлено способ устранения скользкости дорожного покрытия без негативных экологических последствий.

Ключевые слова: скользкость, противогололедные материалы, зимнее содержание, гранитный отсев, автомобильные дороги.

ANNOTATION

The paper considers the impact of existing antiglaze activities and materials for winter maintenance of public roads on the environment and road safety. Presented solution slipperiness of pavement without negative environmental impacts.

Keywords: slyzkist, antiglaze materials, winter maintenance, granite screenings, roads.

УДК 624.01

Шмігель Р.В., к.т.н. Андрійчук О.В.,
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕМОНТУ, А ТАКОЖ ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕЗЕРВУАРІВ, ЯКІ ПІДДАЮТЬСЯ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Описані методи ремонту конструкцій залізобетонних циліндричних резервуарів, які піддаються впливу агресивного середовища. Подані приклади підсилення конструкцій, які зазнали руйнування під час експлуатації резервуарів. Описані основні види корозії бетонних елементів резервуарів та способи їх усунення.

Ключові слова: *резервуар, залізобетон, руйнування, корозія, торкретбетон, фібробетон, агресивне середовище.*

При довготривалій експлуатації залізобетонних циліндричних резервуарів, які використовуються для зберігання або переробки різного виду агресивних речовин, спостерігається часткове або повне руйнування конструкцій резервуару. Основними факторами скорочення строку експлуатації залізобетонних резервуарів є вплив зовнішніх природних кліматичних факторів (опади, температура, грунтові води), а також вплив технологічних факторів (агресивні органічні речовини нафтопродуктів, температура, тиск, вакуум, рідке паливо та ін.). При контакті конструкцій резервуару з агресивним середовищем у бетоні та на арматурі, які не мають спеціального захисту, розвиваються процеси корозії, що знижують довговічність матеріалів і терміни експлуатації інженерних споруд [1].

У бетоні можливі три види корозії: вилуговування; хімічне розчинення кислотами, солями кислот; кристилізаційне руйнування. Важливою умовою правильної експлуатації залізобетонних резервуарів є постійний догляд за ними та своєчасне виявлення дефектів внаслідок дії агресивного середовища. Після дослідження факторів, які впливають на руйнацію конструкцій резервуару, та виявлення негативних сполук, які призводять до цього, можна переходити до етапу ремонту та підсилення залізобетонних резервуарів матеріалами, які мають підвищений опір дії агресивного середовища.

Для підвищення стійкості залізобетонних конструкцій та зменшення впливу такого виду корозії, як вилуговування використовують бетони зі структурою високої щільності, виготовлені на клінкерних, безусадних цементах або просочуванням гідроізоляційними мастичними полімерними матеріалами.

При хімічному розчинені бетону кислотами та солями кислот застосовують бетон з низьким В/Ц, а також використовують мінеральні добавки кремнезему, що зв'язують гідроксид кальцію. Також можна ізолювати поверхню конструкцій просочувальними, лакофарбовими полімерними матеріалами.

Методи усунення дефектів залізобетонних резервуарів залежать від характеру і обсягів виявлених при обстеженні недоліків і причин, що сприяють витоку речовин, які зберігаються в резервуарах. Одними із слабких ділянок являються місця уведення технологічних трубопроводів в стінки резервуару внаслідок нещільності в сполученнях труб з бетоном, через що відбувається витік агресивних речовин. Для усунення таких дефектів потрібно місця введення трубопроводів замонолітити еластичними герметизуючими сумішами на основі поліуретанової композиції [2].

Герметизація днища і стін резервуарів проводиться у разі виявлення дефектів у вигляді тріщин або нещільних ділянок бетону, через які може відбуватися або відбувається витік агресивних речовин. Ділянки поверхні бетону, що підлягають герметизації, повинні бути оброблені гідропіскоструминим апаратом або пневматичним інструментом до оголення шарів бетону, що не просочені рідинами.

Одним із ефективних методів ремонту залізобетонних резервуарів є технологія торкретбетонування, яка дає можливість механізувати практично всі процеси і отримати шар бетону підвищеної щільності і міцності. Використання торкретування є надійним засобом нанесення захисних покриттів на бетонній поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ і низьких температур, виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій тощо.

З часу видачі першого патенту про реєстрацію методу торкретування, що був виданий в США в 1911 році Карлу Е. Ейклі сам метод і обладнання для його втілення були значно еволюціоновані, отримавши поширення в різних країнах.

На даний час, при ремонті резервуарів (перед процесом торкретування) до пошкоджених конструкцій закріпляють арматурну сітку з стержнів діаметром 6-8 мм з чарунками 100-120 мм.

Використання в процесі торкретування такого матеріалу як сталефібробетон дозволить не тільки підвищити надійність конструкцій, що ремонтуються, а й знизити трудомісткість і тривалість робіт. Стальна фібра зменшує поперечний розтяг і перешкоджає утворенню тріщин, тим самим обумовлюючи збільшення межі міцності в досить ущільненому фіброармованому бетоні до 30%. Підвищена стійкість до дії агресивного

середовища дозволяє ефективно використовувати сталефібробетон у резервуарах, які призначені для зберігання агресивних речовин [3].

З метою отримання однорідної суміші компонентів бетону та сталевих фібр при мокрому методі торкретування потрібно обмежувати в границях технологічного регламенту час приготування суміші. Час перемішування не повинен перевищувати, як правило, 3 хвилини.

Торкретфібробетон виготовляється із застосуванням максимального розміру заповнювача 5-7 мм, а також використовувані в бетоні фібри повинні мати діаметр, приблизно рівний 0,4 мм, і довжину 20-30 мм. Такі розміри складових фібробетону забезпечать нормальну подачу суміші по бетонному рукаву без утворення заторів. Роботи по нанесенню торкретфібробетонної суміші на поверхню, що ремонтується, проводяться за допомогою торкрет-бетонної установки (рис.1).

Перероблення бетону зі сталевими фібрами звичайними торкрет-машинами для сухого торкретування не представляє особливих проблем. Щоб уникнути утворення пробок під час подачі суміші, діаметр шланга повинен складати не менше 50 мм.

Рис. 1. Нанесення торкретбетону на внутрішню частину стінки циліндричного залізобетонного резервуару

Поверхня, на яку наноситься торкретфібробетон, повинна бути жорсткою, володіти достатньою несучою здатністю і витримувати без вібрації ударну дію струменя: вібрація поверхні викликає відшаровування нанесеною суміші.

Торкретування необхідно виконувати на шорсткі і чисті поверхні. Не допускається напливів товщиною більше половини товщини торкретного шару. гладким поверхням слід надавати шорсткість шляхом насічки, нестабільний поверхневий шар (частини поверхні, що відшаровуються, бруд, фарба і т. д.) повинен бути видалений аж до міцної основи. Для забезпечення герметизації днища слід використовувати торкретфібробетон, приготований на сульфатостійкому цементі, який укладається в два шари загальною товщиною 30 мм. Плити покрівлі в залежності від виду руйнування ремонтуються наступним чином:

- при руйнуванні бетону без оголення поздовжньої арматури – нанесенням торкретфібробетону або укладанням бетону по арматурної сітці, при цьому перевищення знову укладеного шару над поверхнею плит повинно бути не менше 40 мм;
- при руйнуванні бетону з оголенням поздовжньої арматури або прогину, що перевищує допустимий, – заміною залізобетонної плити або влаштуванням нової монолітної плити, яка повністю сприймає навантаження.

Тріщини в бетоні стиків плит покрівлі або в торкретному шарі над ними, які порушують герметичність покрівлі, слід закласти шляхом нанесення шару торкретфібробетону. Ширина смуги торкретування приймається не менше 500 мм, а товщина торкретного шару – 30 мм.

Ліквідація витоку агресивних речовин з залізобетонного резервуару може бути досягнута шляхом облицювання внутрішньої поверхні резервуара металевим листом товщиною 6-8 мм з примиканням металевих аркушів безпосередньо до залізобетонних конструкцій.

Локалізація протікань мазутного палива може бути досягнута влаштуванням глиняного замка. Глиняний замок слід влаштувати в зоні виявленого протікання мазуту засипанням і пошаровим трамбуванням глини, зона протікання при цьому повинна перекриватися не менше ніж на 2 м. Засипка і трамбування ділянки після влаштування глиняного замка проводиться до верхньої позначки обвалування резервуара або верхньої позначки обвалування ґрунту при підземному розташуванні резервуара.

Висновки. Термін експлуатації залізобетонних циліндричних резервуарів залежить від багатьох факторів, до яких в першу чергу відносяться: вплив зовнішніх природних кліматичних умов, а також технологічні процеси, які виконуються в резервуарах. Важливою умовою правильної експлуатації

залізобетонних резервуарів є постійний догляд за ними та своєчасне виявлення дефектів внаслідок дії агресивного середовища. Але навіть при правильній експлуатації резервуарів рано чи пізно виникає потреба їх ремонту або підсилення. Найефективнішим методом ремонту залізобетонних конструкцій резервуарів, на даний час, є нанесення торкретбетонної суміші на ділянки, які зазнали руйнування внаслідок дії несприятливих умов. Використання сталевої фібри при торкретуванні дає змогу не тільки підвищити надійність конструкцій, що ремонтуються, а й знизити трудомісткість і тривалість робіт.

Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 «Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії».
2. РД 03-420-01 «Инструкция по техническому обследованию железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов».
3. Сталефібробетонні конструкції: Навчальний посібник /О.П.Сунак. - К.: ІЗіМН, 1998. – 128 с.
4. Прогрессивная технология бетонирования под высоким давлением методом торкретирования «Торкрет-бетон»./ Аракелян Г.Г. – М.: НТС ЦНИИОМТП, 2002.
5. Проектирование железобетонных резервуаров: Учебное пособие/ В.А. Яров, О.П. Медведева – М.: изд-во АСВ, 1997. – 160 с.
6. Залізобетонні конструкції. / За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища школа, 1995. – 592 с.

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны методы ремонта конструкций железобетонных цилиндрических резервуаров, которые подвергаются воздействию агрессивной среды. Представленные примеры усиления конструкций, подвергшихся разрушению при эксплуатации резервуаров. Описаны основные виды коррозии бетонных элементов резервуаров и способы их устранения.

Ключевые слова: резервуар, железобетон, разрушения, коррозия, торкретбетон, фибробетон, агрессивная среда.

ANNOTATION

This paper describes methods for repair of reinforced concrete structures cylindrical tanks which are exposed to aggressive environment. Examples reinforce the structure that suffered destruction during the operation of reservoirs. We describe the main types of corrosion of concrete elements tanks and fixes.

Keywords: container, concrete, demolition, corrosion, gunite, fibre, aggressive environment.

УДК 725.84+725.8.012

к.арх. Юрчишин О.М., Думич В.С.,
Національний університет"Львівська політехніка"

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИТЯЧОГО РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ "SKY PARK" У МІСТІ ЛЬВОВІ

Представлено комплексний аналіз дитячого розважального центру "Sky Park" у місті Львові. Проаналізовано позитивні сторони та допущені відхилення від норм в процесі його проектування.

Ключові слова: *дитячий розважальний центр, житлове середовище, діти, дозвілля, міст.*

Актуальність. Дозвілля дітей у великих містах є доволі специфічним і досить складним. Брак часу батьків, у зв'язку з роботою, діти компенсують за екранами телевізорів чи комп'ютерів. Перенасиченість буднів дорослих, частіше за все стає причиною недоглянутості дітей. Більшість батьків цей недолік намагається усунути по-своєму: залишити дитину під опікою бабусь та дідусів, користується послугами няньки, записує на чисельні заняття, залишають в школі на т.зв. «групу», а частина самостійно розпоряджаються власним часом за вказівками батьків. Однак зайняті будні батьки намагаються компенсувати на вихідних, і одним з найкращих рішень, на кого залишити дитину, – знайти їй тимчасовий притулок. Такий тимчасовий притулок дітям надають заклади дозвілля. Із збільшенням попиту на такого роду послуги та з економічних міркувань, виникають окремі спеціально облаштовані заклади для дітей, які потребують детального вивчення та аналізу, з метою покращення умов та функціонування.

Мета статті: проаналізувати дитячий розважальний центр «Sky Park» у місті Львові та дати його комплексну оцінку.

Завдання: зробити аналіз містобудівних , архітектурно-планувальних факторів та образного рішення дитячого розважального центру, на прикладі дитячого розважального центру у Львові, виявити недоліки, а запропонувати рекомендації щодо їх врахування в майбутньому при проектуванні подібних установ.

Новизна: вперше проведено комплексний аналіз існуючого об’єкту: дитячого розважального центру «Sky Park» та на його основі дані пропозиції щодо усунення недоліків та рекомендації для врахування на майбутнє при проектуванні такого типу споруд.

Розважальні центри для дітей набули популярності в Україні приблизно в за останні 6 років. Насамперед, вони розміщувалися в торгових центрах, закладах харчування та кінотеатрах [5]. Це були розрізнені невеликі осередки з окремою

функцією. Одними з першими приміщень тимчасового перебування для дітей були зони розваг від магазину «Антошка» у торговому центрі «ВАМ» на вул. І. Виговського, кімната для дітей у торговому центрі «Метро» від закладу харчування «Пузата хата», кімнати для свят в мережі швидкого харчування McDonald's, відкритий розважальний комплекс на ринку «Південний» та у подібних до них закладах. Такі об'єкти надавали короткотривалий догляд та відпочинок для дітей обмежувалися невеликою ігровою зоною. З часом почали масово з'являтися подібні зони для дітей у великих торгових центрах, закладах харчування. Набір активних ігрових зон та ряд послуг, які надаються в подібних «центрах розваг» почав рости, почали з'являтися додаткові зони: харчування, роздягалки, тихих ігор, санвузли та кімнати для персоналу. Таким чином з'явився формат дитячих розважальних центрів у складі великих торгових об'єктів, які включали в себе: заклад харчування, лабіринт, ігрові автомати та приміщення для проведення заходів (свят, днів народжень). Це робилося з метою привернення більшої кількості відвідувачів та підвищення конкурентоспроможності порівняно з іншими торговими закладами. Із збільшенням попиту на такого роду послуги виникають окремі спеціально облаштовані заклади для дітей. Яскравим прикладом такого роду об'єктів є «Sky Park» у місті Львові.

Дитячий розважальний центр «Sky Park» розташований на вулиці Стрийській у місті Львові (рис. 1). Збудований у 2014 році, двоповерховий центр площею в три тисячі квадратних метрів поділений на різні зони: тут і батути, і надувні гірки, поролонові ями, лабіринти, скеледроми, підвісні канати, спеціальні атракціони – загалом все для того, аби дитина могла активно та весело провести свій час. Крім того, на території комплексу працює власне кафе із піцерією та кондитерською. Власники запевняють, що їжу там готують за спеціальними технологіями та лише із натуральних інгредієнтів – аби відвідувачі харчувались не тільки смачними, а й корисними стравами.

SkyPark» позиціонується не просто як дитячий розважальний центр, а саме як сімейний і спортивно-розважальний центр. В комплексі є місця для активного відпочинку як для дітей, так і для їх батьків. Таким чином центр намагається запропонувати можливість спільного проведення дозвілля цілими сім`ями, групами, командами.[1]

При будівництві такого типу об'єктів одним із факторів є правильний вибір місця розташування. «Sky Park» розміщений на магістральній вулиці , яка забезпечує зручний зв'язок об'єкту з центром та іншими районами міста. Поряд з ним є зупинка громадського транспорту, що робить його доступним для великої кількості людей.

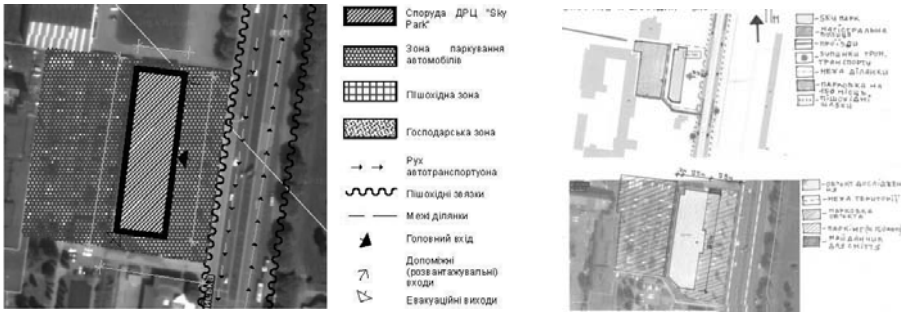


Рис. 1 Схема генерального плану ділянки: транспортно-пішохідний аналіз території, та функціональний аналіз.

При візуальному огляді об'єкту дослідження було виявлено ряд переваг та недоліків, які впливають на перше враження про споруду. Суттєвим недоліком об'ємного вирішення споруди є те, що архітектура недостатньо виразна і з першого погляду нагадує торговий центр, офіс чи автосалон (рис. 2). Великі засклені не є характерними при оздоблені фасадів для дітей.

Рис. 2 Образне рішення споруди та фасадів дитячого розважального центру «Sky Park»

Одразу привертає увагу відсутність біля такого закладу обладнаної території, котра має доповнювати функцію самої споруди. Вся територія ділянки занята автостоянками, немає озеленення та благоустрою. Загальний вигляд не є приваблює, а навіть лякає. Згідно норм [5] нормативна відстань від парковки (100-300 машино-місць) до громадської споруди повинна бути не менше, ніж 25 м. Таке розташування автостоянки зробило неможливим організувати репрезентативну зону перед входом. Недоцільним є розміщення господарського майданчика перед головним фасадом. Відстань від такого майданчика до споруди повинна бути не меншою ніж 20м. Споруда є спів

масштабною з навколишнім середовищем, в якому вона знаходиться. Це невеликі радянські споруди малої та середньої поверховості. Щодо композиції головного фасаду, то вона є симетричною. Вхід розташований на центральній осі і виступає, що тим самим створює певний акцент (єдиний в споруді). Головний вхід (рис. 3, а) у споруду є виділеним та грамотно організованим: є заглиблення, що захищає від опадів; можна відмітити наявність підсвітки над входом; наявність тамбура. Фасад на дві частини поділений горизонтальною тягою, яка проходить вздовж всього фасаду. Інші фасаді глухі (рис. 3,б).

а) *б)*

Рис. 3 а) Вирішення головного входу; б) боковий фасад зі сторони господарського подвір'я.

Об'ємно-просторовий аналіз показав, що будівля центру є адаптованою до кліматичних умов західного регіону: похилий дах, облицювальні матеріали, глухі фасади з північної та західної сторони. Взагальгному об'ємно-композиційне рішення є достатньо продуманим в плані пропорцій. Архітектурі не вистачає цікавого силуету, яскравих елементів, які б робили споруду неповторною та підкреслювали її головну функцію.

Варто також відмітити, що споруда є доступною для людей з обмеженими можливостями і відповідає вимогам [1]. Вхід розташований в рівень із вимощенням парковки. Достатня площа тамбура та ширина вхідних дверей.

Наступним етапом дослідження дитячого розважального центру є аналіз функціонально-планувальної структури. Функціональні аналіз показав, що зв'язки між зонами є недостатньо продуманими (рис. 4). Для того, щоб працівнику потрапити з однієї частини споруди в іншу, йому необхідно пройти через обідню зону кафе. Такий транзит неприпустимий, оскільки згідно норм шляхи відвідувачів та персоналу не повинні перетинатися, і тим порушується безпека дітей. Недотримані пожежні норми. Згідно норм [1] одна з двох

сходових кліток повинна бути незадимлюваною.

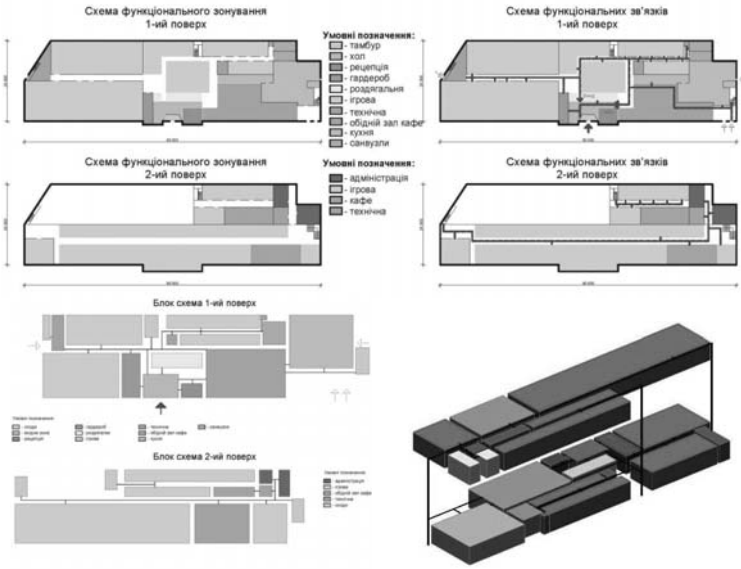


Рис. 4 Схема функціонального зонування та схема функціональних зв'язків споруди: блок схеми та аксонометрична модель

Для забезпечення зручної доступності людей з обмеженими можливостями в громадських будівлях повинні бути ліфти. В досліджуваному об'єкті їх немає, що є порушенням норми.

Крім того, пропонується додати архітектурі цікавого силуету та яскравих елементів. Оскільки район, в якому розташований об'єкт стрімко розвивається, було б логічно і правильно використовувати сучасні матеріали при облицюванні фасадів. Оскільки заклад для дітей, то доцільно було б вздовж ділянки зробити огорожу і тим самим відділити її від магістральної вулиці, яка є достатньо жвавою.

Призначення закладу для дітей, зобов'язує враховувати всі заходи безпеки, тому доцільним є влаштування вздовж ділянки огорожі і тим самим відділити її від магістральної вулиці.

Висновки: Ряд проведених досліджень дозволив комплексно оцінити існуючий об'єкт і виявити позитивні та негативні риси, та дати пропозиції по їх усуненню.

Серед переваг варто відзначити: вдале містобудівельне розташування, функціональне наповнення об'єкту, актуальність в нашому суспільстві,

створення умов для розвитку та розваг не лише дітей, а сімейного дозвілля.

Слід відмітити, що функціональне наповнення даного об'єкту є продуманим та цікавим. Запропоновані розваги користуються попитом серед маленьких відвідувачів. Також великим плюсом є відкриті простори, які позитивно впливають на дітей, і є гнучкими до трансформацій.

До недоліків можна віднести не обґрунтоване образне вирішення, котре мало що має спільного з дитячими формами; неорганізованість ділянки, відсутність благоустрою, порушення санітарних відстаней до автостоянки, нехтування засобами безпеки, непродуманість, щодо використання неповносправними. Бажання отримувати прибуток, призводить до ряду неоправданих порушень.

Рекомендовано узгоджувати образне рішення споруди, більш функціонально продумувати концепцію функціонування закладу, приділяти більше уваги благоустрою території. Проводити комплексний аналіз ділянки.

Література:

1. У Львові відкрили розважальний сімейний центр «SkyPark». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://portal.lviv.ua/news/2014/04/22/171300.html;
2. Містобудування, планування і забудова міських і сільськихпоселень: ДБН 360-92**. Виданняофіційне. – К.: Укрархбудінформ – 2002.
3. Будинки та споруди. Громадські будинки та споруди:ДБН В 2.2.-9-2009.Видання офіційне. – К.: Міненегобуд – 2010;
4. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. ДБН Б.2.2-5:2011. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України – 2012;
5. "Property Times" №10 (351), 04-10.04.2011 року.

Аннотация:

Представлен комплексный анализ детского развлекательного центра «Sky Park» в городе Львове. Проанализировано позитивные стороны и допущеные неточности от норм в процессе его проектирования.

Ключевые слова: детский развлекательный центр, жилая среда, дети, досуг, город.

Annotation:

Presents a comprehensive analysis of children's entertainment center "Sky Park" in Lviv. Analyzed the positive side and allowed deviations from the norms in the process of designing.

Key words: children's entertainment center, housing environment, children, leisure cities.

УДК 725.2+725.84

к.арх. Юрчишин О.М., Хоменко У.В.,
Національний університет ”Львівська політехніка“

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ "ВАМ" НА ВУЛИЦІ Б. ХМЕЛЬНИЦЬКОГО В М. ЛЬВОВІ

Представлено комплексний аналіз торгово-розважального центру "ВАМ" у м. Львові. Проаналізовано позитивні новації та допущені прорахунки в процесі його проектування та забудови. Подано деякі рекомендації.

Ключові слова: *громадський простір, доступність, торгово-розважальний центр, архітектурно планувальне рішення.*

Незважаючи на складність політичної ситуації в Україні, напружений ритм життя людей вимагає створення та розширення об’єктів і місць для проведення дозвілля та відпочинку. Свого часу це спричинило появу великої кількості торгово-розважальних центрів. Такі об'єкти включають декілька основних функцій – торгівельну, розважальну і харчування, що є надзвичайно зручним і привабливим для населення [3]. Люди можуть прийти сюди самі, в колі друзів чи родиною, у справах чи відпочити. Такі багатофункціональні заклади є частиною публічного простору міста, який водночас відділений від нього і характеризується окремим об'ємом. Зростання кількості торгово-розважальних центрів стало поштовхом до загострення здорової конкуренції між ними, що значною мірою мотивує вдосконалення їхніх функцій та інфраструктури.

Актуальність теми зумовлена тим, що на сьогоднішній день відбувається значне зменшення відвідувачів у торгових центрах. Таке явище є наслідком зменшення доходів населення, зниження ділової активності торгових мереж, скорочення споживчих витрат. Але нерідко причиною такого явища є непривітність об’єкту, не комфортно продумані функціональні зв'язки, не грамотно і не виразно вирішені входи тощо.

Мета: провести комплексний аналіз торгово-розважального центру (на прикладі ТРЦ ”ВАМ”).

Завдання: зробити аналіз містобудівних, архітектуно-планувальних факторів, дати оцінку функціонального та образного вирішення торгово-розважального центру.

Новизна: вперше проведено комплексний аналіз існуючого об’єкту: торгово-розважального центру «ВАМ» та дані пропозиції щодо усунення недоліків та рекомендації для врахування на майбутнє.

Нерідко вагомим фактором впливу при виборі громадського закладу, в тім числі і торгово-розважальних центрів, є психологічний аспект сприйняття.

Перше враження, перші позитивні і негативні емоції стають основою для подальшого відвідування цього об'єкту.

Торгово-розважальний центр "ВАМ" (рис. 1), на вулиці Б. Хмельницького в м. Львові є п’ятим торгівельним центром мережі, яка діє з 2002 року. Його відмінністю від попередніх торгових центрів є те, що він набув цей розважальних функцій, що свідчить про прагнення власників мережі максимально задовольнити потреби споживача.

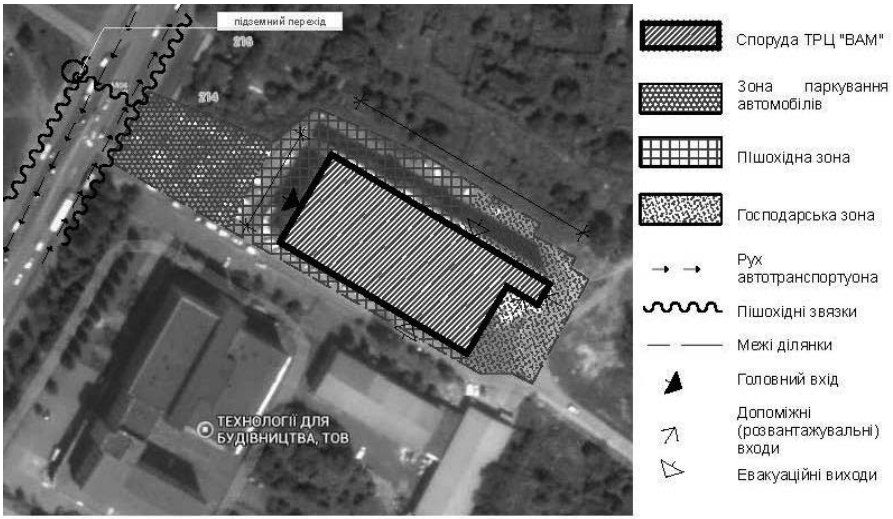


Рис. 1 Схема генерального плану ділянки

З містобудівельної точки зору розташування об’єкту є досить вдалим. Він знаходиться на перехресті магістральних шляхів Київ-Чоп – це єдиний торгово-розважальний заклад у північно-східному районі Львова. Заклад обслуговує ”спальний“ район міста. Загальна площа ділянки становить 9 000 м².

Першими недоліками, на які звертаєш увагу є: відсутність озеленення; паркування організовано перед головним фасадом; перетинаються шляхи - автомобілістів, велосипедистів та пішоходів; відсутність велосипедних паркомісць; проблема доступності для інвалідів з іншого боку дороги.

Відсутність озеленення на ділянці помічається практично у більшості торгових центрів і такий факт не робить комфортною вхідну зону. З другої сторони, чи потрібне воно біля торгового центру? Нормативи зазначають, що перед торговими центрами необхідно влаштовувати майдани та площі,до території яких, як правило, треба включати: проїжджу частину, пішохідну частину, ділянки і території озеленення. Обов’язковий перелік елементів

благоустрою на території майданів або площ має включати: тверді види покриття дорожнього полотна та тротуарів, елементи сполучення поверхонь, озеленення, огорожі небезпечних місць, освітлювальне обладнання, носії інформації дорожнього руху (дорожні знаки, розмітка, світлофорні пристрої), урни, обладнання для паркування велосипедів [4].

Недоцільність розташування зони паркування, організованої перед головним фасадом, підкреслюється збільшенням шляху пішоходів до споруди. У ній перетинаються шляхи автомобілістів, велосипедистів та пішоходів, що створює певний дискомфорт пересування відвідувачів по території. Відсутність велосипедних паркомісць теж можна відзначити як негативний фактор.

Згідно норм, будівля забезпечує безбар'єрний рух маломобільних верств населення. Однак, дістатись до торгово-розважального центру людині з обмеженими можливостями з протилежного боку дороги через підземний перехід з великою кількістю сходинок практично неможливо. Цей фактор, нажаль, в проекті не врахований, а, разом з тим, є одним з суттєвих недоліків, що перешкоджають громадському простору бути зручним та доступним для всіх без винятку. Варто відзначити, що часто причиною таких недоліків є відсутність комплексного аналізу прилеглої території.

Об'єкт є співмасштабним і пропорційним до середовища (рис. 2), з точки зору композиції це надає йому рис статичності та надійності.

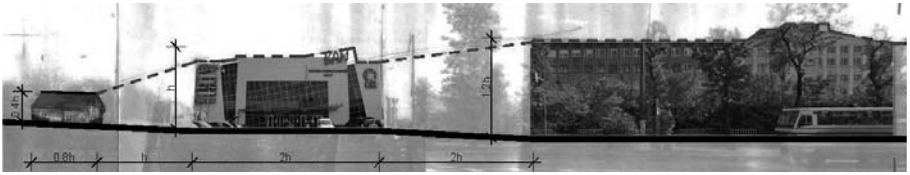


Рис. 2 Розгортка по ділянці

Очевидно, у цьому проекті був змінений підхід до виконання фасадів, порівняно з попередніми торговими центрами мережі «ВАМ». Залишивши загальну концепцію брендового стилю, в цьому фасаді були внесені нові агресивні форми та елементи - членування "під кутом" центрального вітража та засклення сходових кліток (рис. 3). Проектувальник прагнув зробити головний фасад більш привабливим для відвідувачів, але згідно з дослідженнями [2] різкі та агресивні форми негативно впливають на психофізіологічний комфорт людини.

У колористиці будівлі використані жовтий, сірий та червоний кольори. Це зумовлено дотриманням стилю усіх попередніх об'єктів мережі. Контрастне поєднання жовтого та червоного різко виділяє торгово-розважальний центр з фону навколишньої забудови, що є правильним комерційним ходом і аж ніяк

не архітектурним. Колір є потужним чинником формування навколишнього середовища і не завжди контрастне поєднання кольорів позитивно впливає на сприйняття людиною. Тому створення комфортного публічного простору за допомогою кольору визначається правильним раціональним підбором колірної гамми.

а) *б)*

Рис. 3. Образне вирішення головного фасаду торгово-розважального центру "ВАМ": а) на проспекті Червоної Калини; б) на вулиці Богдана Хмельницького.

Аналізуючи планувальну структуру будівлі, слід сказати, що торгово-розважальний центр "ВАМ" складається з трьох поверхів: цокольного, першого та другого (рис. 4). В плані має просту прямокутну форму . Сумарна площа споруди складає 12000 м². Вхід до будівлі відбувається через тамбур площею 27 м². Основна функція приміщень першого поверху – торгівельна. Тут розміщені: аптека, магазини, супермаркет Сільпо з допоміжними приміщеннями. Супермаркет займає 60% площі усього першого поверху, а допоміжні приміщення лише 15%. Судячи з цього, площа допоміжних приміщень є пропорційно замалою до площі торгівельного залу. Також вагомим недоліком планувального рішення є й те, що на першому поверсі відсутній туалет для людей з обмеженими можливостями. Для переміщення між першим та другим поверхами влаштовані вертикальні комунікації (ліфт, сходи).

Простір цокольного приміщення насичений різними видами розваг для різних вікових категорій населення.Тут розміщено ряд розважальних зон: кафе-бістро, ресторан, боулінг-клуб на 10 доріжок, більярдний клуб на 8 столів, дитячий автодром, дитячий ігровий лабіринт тощо.Кожна розважальна одиниця наділена максимальною площею, що веде до зменшення проходів між ними, в кінцевому результаті – до утруднення при евакуації.

Важливим недоліком розважальної зоніє замалий гардероб,що зможе обслужити лише частину відвідувачів. Площа активної зони становить близько

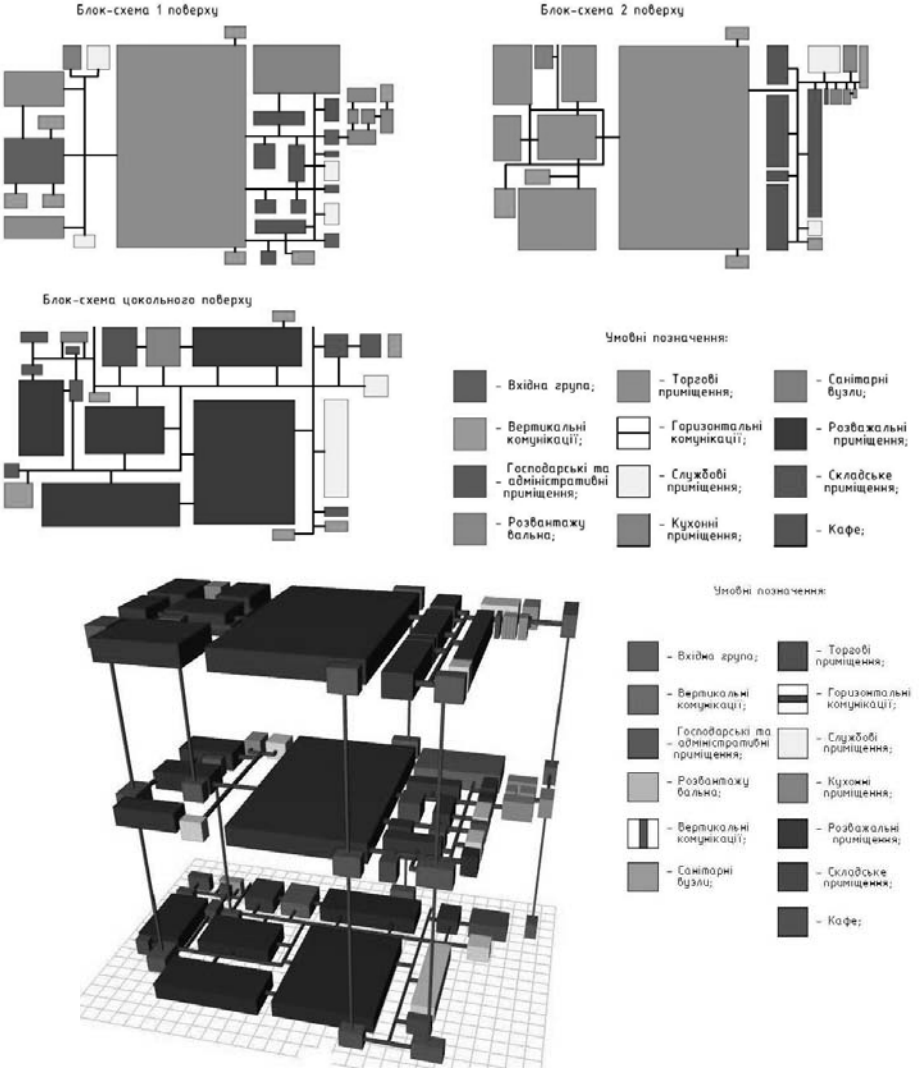


Рис. 4 Функціональні блок схеми поверхових планів та аксонометрична модель

4 000 м^2, це в середньому 800 відвідувачів. Адже за чинними нормами [1], площа гардеробу визначається з розрахунку 0,1 м² на відвідувача, вона в

дійсності становить 20 м^2.

Нормами не забороняється, проте в процесі дослідження виникло питання доцільності розміщення в цокольному поверсі розважальної зони для дітей. Причина полягає в відсутності природної інсоляції. Перебуваючи певний час (від 1 години і більше) в замкнутому просторі без природного освітлення виникає психологічний дискомфорт. Тому у закладах дитячого дозвілля потрібно забезпечити переваги природного освітлення над штучним.

Ще одним порушенням правил евакуації та чинних норм [1] є те, що один з шляхів евакуації цокольного поверху веде до глухої стіни без дверей.

Планувальна структура другого поверху є раціональною та привабливою, вдосталь вільного простору. Вітрина головного фасаду забезпечує хорошу інсоляцію. Це значно підвищує процес здійснення покупок.

Висновок: функціональне та образне вирішення торгово-розважального центру "ВАМ" були виділені декілька основних переваг та недоліків, які притаманні сучасним торгово-розважальним центрам

Серед переваг варто відзначити: вдале містобудівельне розташування; функціональне розширення об'єкту (доповнення розважальними функціями); контрастне поєднання жовтого та червоного кольорів різко виділяє торгово-розважальний центр з фону навколишньої забудови, що є правильним комерційним ходом.

Виявлено основні недоліки: не враховані комплексні проблеми за межами ділянки; пластика фасаду є агресивною; порушенням правил евакуації; перетин авто-, вело- та пішохідних; відсутність велосипедних парко місць; відсутність туалету для людей з обмеженими можливостями в рівні першого поверху; замалі габарити гардеробу; відсутність озеленення на ділянці.

Запропоновано проводити детальний передпроектний комплексний аналіз ділянки, оточуючого середовища, враховувати першочергові потреби споживачів та людей з обмеженими можливостями. Вектор розвитку торгово-розважальних центрів доводить необхідність відмовитись від старих принципів формування громадського простору і змушує архітектора ставити перед собою мету доступності об'єкту для усіх мешканців міста, в тому числі для людей з обмеженими можливостями.

Література:

1. Будинки та споруди. Громадські будинки та споруди:ДБН В 2.2.-9-2009.Видання офіційне. – К.: Мінекобуд – 2010;

2. XI Міжнародна наукова інтернет-конференція «УКРАЇНА НАУКОВА» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://intkonf.org/geletiy-np-vivchennya-vplivu-arhitekturnih-form-budivel-urbanizovanogo-prostoru-na-psihofiziologichniy-

komfort-lyudini/;

3. Ключко Л. В. Суспільно-географічні особливості торгово-розважальних центрів як публічних просторів м. Харкова /Л. В. Ключко,А. Г. Ісмаілова //Економічна та соціальна географія – К.: Обрії – 2014; С. 186-192;

4. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. ДБН Б.2.2-5:2011. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України – 2012;

5. Містобудування, планування і забудова міських і сільськихпоселень: ДБН 360-92**. Виданняофіційне. – К.: Укрархбудінформ – 2002.

Ілюстрації:

6. Режим доступу: http://nsau.lviv.ua/projects/torgovyy-centr-vam-u-lvovi;

7. Режим доступу: https://www.google.com.ua/maps;

8. Режим доступу:http://nsau.org

Анотоция:

Представлен комплексный анализ торгово-розвлекательного центра "ВАМ" в городе Львове. Проанализировано позитивные новации та допущеные просчеты в процессе его проектирования и застройки. Подано рекомендации, касательно дальнейшего проектирования.

Ключевые слова: общественное пространство, доступность, торгово-розвлекательный центр, архитектурно-планировочное решение.

Annotation:

The comprehensive analysis of the shopping center "VAM" in. Lviv. Analyzed the positive innovations and errors in the process of design and construction. Posted some recommendations.

Keywords: publicspace, accessibility, shoppingcenter, architectural planning decision.

УДК 69.036

Ящинський А.Л., к.т.н., доцент Пахолюк О.А.,
Луцький національний технічний університет

ТИПІЗАЦІЯ МІКРОРАЙОНІВ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Проведена класифікація житлових масивів. Дана класифікація проведена у межах вибірки 4 груп міст: міста з чисельністю жителів 100-250 тисяч; міста з чисельністю 250-500 тисяч; 500 тисяч – 1 мільйон; та міста з чисельністю понад 1 мільйон жителів. Класифіковано і відібрано найбільш типові для цих міст варіанти забудови.

Ключові слова: *містобудування, забудова, форма, категорії, інфраструктура, конфігурації.*

Містобудування є складовою частиною архітектури, яка формується залежно від багатьох соціально-економічних, інженерно-технічних та художньо-естетичних чинників. Містобудування належить до багатогранної творчої діяльності, пов'язаної із законодавчим урегулюванням, народно-господарчим плануванням та управлінням у ході реконструкції міст чи при новому будівництві.

Проте дослідження вітрових впливів на будівлі, а саме – на групу будівель, чи масиви до цього часу ще не вивчені досконало. Велика різноманітність архітектурних форм та їх комбінацій і часта зміна містопланувальних стратегій призводять до постійного утворення нових комбінацій будівель найрізноманітніших форм. Тому, для вивчення цієї проблеми, необхідно класифікувати групи будівель для спрощення проведення подальших досліджень. В напрямку класифікації було проведено дослідження Шиловою Т.О. у 2006 році [1]. В працях детально висвітлено питання розташування будинків у масивах забудови. Проте, будівництво розвивається і класифікацію необхідно доповнювати та допрацьовувати. Вивчивши це питання, була проведена класифікація згідно приведеної нижче вибірки.

У межах вибірки проведено дослідження типів забудови. Для цього відібрались міста трьох груп:

1. Міста з чисельністю жителів 100-250 тисяч.
2. Міста з чисельністю жителів 250-500 тисяч.
3. Міста з чисельністю жителів 500 тисяч - 1 мільйон.
4. Міста з чисельністю жителів понад 1 мільйон.

У категорії 100-250 тисяч були взяті 3 міста: Луцьк, Рівне та Тернопіль. Ці міста відображають загальну тенденцію планування забудови в Україні.

Відокремимо загальні повторювані тенденції по першій групі.

- Паралельна забудова. Такий вид забудови характерний для усіх міст групи, оскільки він не вимагає особливих зусиль при плануванні і залишає досить місця для міжбудинкового планування мікрорайону.

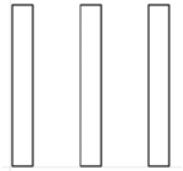


Рис. 1. Розташування будинків при паралельній забудові

- Фігурна забудова. Такий вид забудови зумовлюється місцем розташування існуючих комунікацій та прокладеними шляхами. Такий спосіб забудови використовують для більшого ущільнення забудови. Також, фігурна забудова використовується у новому будівництві щоб підкреслити архітектурну виразність будівель масового виробництва [2].

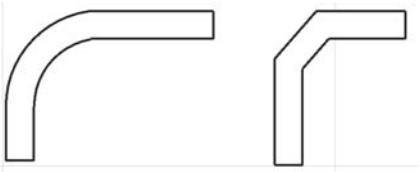


Рис. 2. Фігурна забудова

- Змішана забудова. Змішана забудова використовується для створення коробчастої форми мікрорайону. Така забудова популярна у віддалених від центру місцях забудови. Зазвичай всередині облаштовують майданчики для дітей за озеленення, що додає певного рівня комфорту жителям.

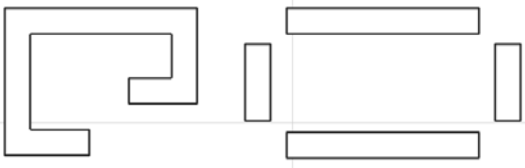


Рис. 3. Змішана забудова

В категорії 250-500 тисяч були взяті 3 міста:Миколаїв, Полтава та Суми. Звичайно, ця категорія містить в собі конфігурації притаманні вище представленій групі, тому в цій групі ми виділимо характерні конфігурації.

- **Змішана забудова**. Змішана забудова також присутня і в категорії 250-500 тисяч жителів, проте, в більшості, у більших містах вона наділена яскраво вираженими незвичними архітектурними формами [3].

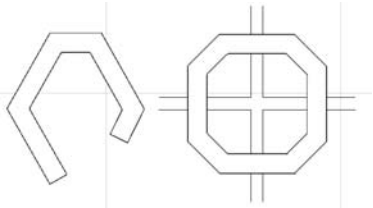


Рис. 4. Змішана забудова

- **Фігурна забудова**. Якщо в менших містах фігурна забудова швидше виняток, то в більших вона зустрічається частіше. Оскільки в більших містах нове будівництво розпочалось раніше, то і нових типових будинків тут більше. Як результат, масиви забудовані цікавими конфігураціями.

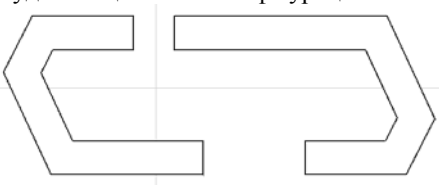


Рис. 5. Фігурна забудова

В категорії 500 тисяч - 1 мільйон були взяті 3 міста:Дніпропетровськ, Запоріжжя та Львів.

У містах цієї групи досить часто зустрічаються забудови які обгороджені зеленими насадженнями. Такий тип використовують у великих містах для створення зони комфорту жителям.

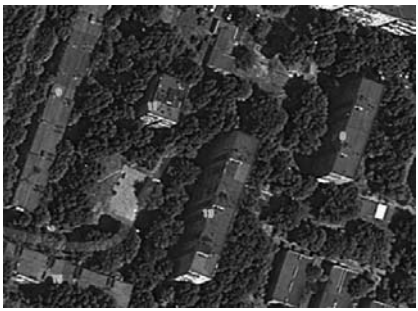


Рис. 6. . Забудова з зеленими насадженнями

- **Дворова забудова**. Досить поширеною для міст цієї групи є дворові забудови. Забудова представлена з двома чи більше виїздами. Це забезпечує комфортабельне паркування та виїзд з району в умовах сучасної урбанізації [3].

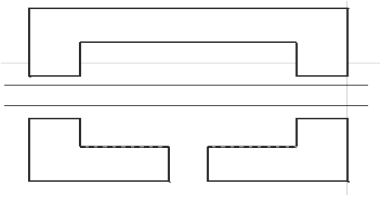


Рис. 7. Дворова забудова

У категорії 1 мільйон і більше були взяті 3 міста:Київ, Харків та Одеса. В містах такого типу проявляється унікальність забудови, тобто будинки які мають нестандартну форму.

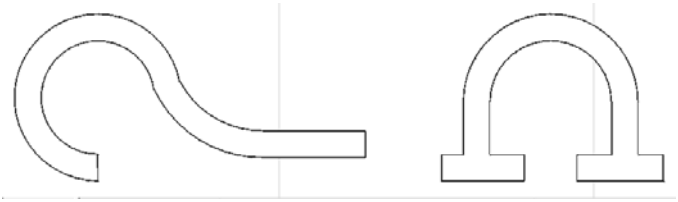


Рис. 8. Унікальна багатоповерхова споруда

У містах "мільйонниках" популяризується масове будівництво яке б містило в собі всю необхідну інфраструктуру. Це магазини, аптеки, перукарні тощо. Така забудова дає ряд переваг для комфортного проживання населення.

Висновки: Згідно дослідження відсоткова частка різних типів забудов має наступні показники:

Група №1 – фігурна забудова – 14%, паралельна забудова – 68%, дворова забудова – 11%, унікальна забудова – 7%.

Група №2 – фігурна забудова – 18%, паралельна забудова – 48%, дворова забудова – 26%, унікальна забудова – 8%.

Група №3 – фігурна забудова – 19%, паралельна забудова – 36%, дворова забудова – 34%, унікальна забудова – 11%.

Група №4 – фігурна забудова – 25%, паралельна забудова – 26%, дворова забудова – 35%, унікальна забудова – 14%.

Як видно, у більших містах відсотковий показник паралельної забудови знижується, а показник дворової забудови підвищується. Це зумовлено

усвідомленням необхідності зведення комфортного житла. Фігурна та унікальна забудова також збільшує свої показники у більших містах. Безумовно, це вказує на розбудову та прийняття незвичних архітектурних рішень у масовому будівництві. Отже класифікація забудови дала уявлення про відсоткову частку певних видів забудови. Це дасть змогу звернути увагу на найбільш часто повторювані варіанти забудови в подальшому дослідженні.

Такі схеми комбінування будівель є характерними для України загалом, що обумовлено типізацією забудов протягом тривалого часу. З цієї точки зору цікавим було б порівняння типів забудов українських міст з аналогічними містами Європи та світу.

Список використаних джерел

1. Т.О. Шилова. Міське комунальне господарство: Навчальний посібник. – К.: КНУБА,—Київ : 2006. — (2.8. забудова і благоустрій житлових кварталів)

2. Забудова кварталів будинками блокованого і секційного типу. – Режим доступу: URL: http://buklib.net/books/35801/

3. Вимоги при проектуванні озеленення жилих районів. – Режим доступу: URL:http://homehelper.in.ua/work/vimogi-pri-proektuvanni-ozelenennya-zhilih-rayoniv.html.

АННОТАЦИЯ

Была проведена классификация жилых массивов. Классификация проводилась в пределах выборки 4 групп. Города с численностью жителей 100-250 тысяч, города с численностью 250-500 тысяч, 500000 - 1000000, и города с численностью более 1000000 жителей. Классифицированы и отобраны наиболее типичные для этих городов варианты застройки.

Ключевые слова: градостроительство, застройка, форма, категории, инфраструктура, конфигурации.

ANNOTATION

Itwastheclassificationofresidentialareas. Classificationwasperformedwithin 4 samplegroups. Citieswith a populationof 100-250 thousandinhabitants, citieswith a populationof 250-500 thousand, 500 thousand - 1 million, andcitieswith a populationover 1 million. Classified and selected the most typical of these variations of development.

Keywords: urban planning, construction, form, categories, infrastructure configuration.

ЗМІСТ

Нудельману Володимиру Іллічу - 85! 3

Абрамюк І.Г. *Напрямки просторового розвитку міста Луцька* 4

Андрійчук О.В. *Малоциклова втомленість сталефібробетону в дорожніх трубах кільцевого перерізу* 10

Аршава Е.А., Кичаева О.В. *Статистическая оценка прочности кирпича кладки эксплуатируемых зданий* 17

Бабич Є.М., Андрійчук О.В. *Мости Луцька – минуле та сьогодення* 23

Бабич Є.М., Андрійчук О.В., Ужегов С.О., Ясюк І.М., Шмігель Р.В. *Використання сталефібробетону для дорожньо-транспортних споруд* 33

Бернакевич І.Є., Вагін П.П., Ужегов С.О. *Розрахунок напружено-деформованого стану будівельних споруд на основі уточнених теорій оболонок* 42

Боборикін О.С. *Сучасні тенденції розвитку прирічкових набережних (зарубіжний досвід)* 50

Боярський М.Р., Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю., Пасічник Р. В. *Основні архітектурні та конструктивні особливості рамних каркасних конструкцій* 59

Боярський М.Р., Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю. *Трубобетон, як альтернатива залізобетону* 66

Боярський М.Р. , Квасниця Б.В., Федіна Д.Ю., Пахолюк О.А. *Розрахунок будівель на вітрове навантаження* 74

Бут М.О. *Аналіз впливу еволюції розрахункової моделі на визначення напружено - деформованого стану* 81

Вегера П.І., Хміль Р.Є., Бліхарський З.Я. *Аналіз ефективнихспособів підсилення похилих перерізів в згинаних залізобетонних елементах* 88

Верешко О.В., Волошин В.У. *Застосування анаморфованих зображень в управлінні міськими територіями на прикладі м. Луцька* 94

Висоцька Л.М., Савенко В. І., Савенко С. С., Фіалко Н.М., Фаренюк Г.Г., Кислюк Д.Я. *Боротьба з корозією металів екологічно чистими засобами і технологіями* 100

Власюк Т.О., Пахолюк О.А. *Засади проектування пасивних будинків* 109

Гарник М.О. *Роль ділових центрів у містобудівній концепції міста* 114

Krzysztof Gnyp, Sławomir Karaś *Oddziaływanie dynamiczne pociągów na projektowany budynek i ludzi usytuowany nad linią kolejową* 120

Гримак О.Я. *Дослідження тріщиностійкості базальтобетонних та базальтофібробетонних балок при дії малоциклових навантажень* 130

Гуняк О.М., Соболь Х.С., Марків Т.Є. *Оптимізація складів спеціальних цеолітовмісних портландцементів* 139

Дзюбинська О. В.,Смаль М. В., Дзюбинський А. В. *Вплив транспортної системи Волинської області на розвиток рекреаційних територій*..... 144

Дикий О.П., Пахолюк О.А. *Моделі турбулентності повітряних потоків*..... 151

Дробишинець С.Я. *Методи зміцнення грунтів основ при реконструкції будівель та споруд*..... 156

Дробишинець С.Я. *Теоретичне визначення напружено-деформаційного стану та міцності комбіновано-армованих згинальних елементів* 162

Єфіменко В.І.,Паливода О.А. *Напружено-деформований стан стиснутих трубобетонних елементів зі зміцненими осердями кільцевого перерізу* 168

Іванченко Г.М. *Коливання зрівноважувального канату шахтного підйомника при контурному русі* 175

Ільчук Н.І., Парфентьєва І.О., Гусачук Д.А. *Особливості організації дорожнього руху в центральній частині міста Луцька* 181

Кіриша К.В. *Сучасні системи гідроізоляції і водовідведення* 188

Клюка О.М., Жорняк М.С. *Уточнений метод розрахунку міцності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів прямокутного профілю з одиночним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі*..... 193

Коваль М.І., Рейцен Є.О. *Аудит вулично-дорожньої мережі міст, виділеної для організації руху вантажного транспорту*..... 201

Колякова В.М., Божинський М,О. *Визначення напружень і деформацій залізобетонних колон при температурних впливах за допомогою ЕОМ*..... 208

Король П.П., Тарасенко В.Ф. *Переобчислення систем координат СК-42 і СК-63 на прикладі топографічних карт Волинської області* 216

Максимович О.В., Іванюк Т.В. *Концентрація напружень у кусково-однорідній пластинці з отворами* 223

Мишляєва Тетяна *Smart Highway – дорога майбутнього: приклад Нідерландів. Досвід для України*..... 231

Наголкіна З.І. *Стохастичні рівняння в задачах надійності будівельних споруд*..... 235

Нікітюк Ю.В., Пасічник Р.В. *Обстеження та оцінювання технічного стану залізобетонних конструкцій*..... 238

Нікітюк Ю.В., Шевченко С.Ю., Струк О.О. *Дослідження причин руйнування фундаментів та способи їх зміцнення*..... 245

Опанасюк И.Л., Данилов С.В. *Теоретическое обоснование способов нагружения усиленных железобетонных колонн* 250

Опанасюк И.Л., Силин Р.В. *Способы анкеровки опорных конструкций к железобетонным колоннам* 259

Парасюк Б.О. *Особливості сучасного функціонування пам'ятників промислової архітектури кінця XIX – початку XX століття на території Волині*..... 270

Пахолюк О.А., Шмігель О.І. *Загальний огляд розвитку аеродинамічних труб*..... 275

Пиндус Ю.І., Конончук О.П. *Дослідження підсилених вуглецевим полотном згинальних залізобетонних конструкцій із застосуванням методу скінченних елементів* 282

Поремчук В.В. *Будівельна аеродинаміка як наука* 291

Раджабзадег Могсен *Восстановление малоэтажного здания, поврежденного в результате сейсмического воздействия*..... 296

Ромашко О.В. *Формування вантажних зв'язків і вантажокореспонденцій на вулично-дорожній мережі міста* 301

Ротко С.В., Бортник О.В. *Особливості проектування торговельно-розважальних центрів*..... 309

Rotko S.V., Kozak T. *Neues bauen mit ETFE-Folien*..... 316

Ротко С.В., Чайка В.В. *Будівельний інжиніринг як сучасна форма організації інвестиційно-будівельного процесу*..... 321

Савенко В.І., Аднан Абу Сал, Жук А.А., Кислюк Д.Я. *Ефективність будівництва –це раціональний менеджмент, якість, енергозберігаючі технології*..... 326

Семенюк С.Д., Жилинский Д.И. *Анализ узлов сопряжения железобетонных элементов в зданиях под социальное жилье*..... 334

Семенюк С.Д., Семенюк Р.П., Клименкова М.А., Сакович Д.Д. *Вторичная продукция текстильной промышленности в отделочных материалах и изделиях* 348

Семенюк С.Д., Мельянцова И.И., Дивакова Г. А., Мамочкина М. Г. *Прочность и деформативность керамзитобетонов классов 8/10-16/20 на основе керамзитового гравия Новолукомльского завода* 356

Olga Skoczylas, Sławomir Karaś *Most na Kalinowszczyźnie – pierwszy most Mariana Lutosławskiego w Lublinie* 366

Смаль М.В., Кошель М.С. *Забезпечення сталого розвитку населених пунктів* 374

Смаль М.В., Троць В.Я. *Сади на дахах* 379

Смаль М.В., Павлів О.І. *Сучасні будівельні матеріали* 385

Струк О.О., Бортник О.В., Пасічник Р.В. *Перевірка методу заміни ферми еквівалентною балкою в статичних розрахунках* 390

Сунак П.О., Мельник Ю.А., Мельник О. В., Синій С. В., Сунак О. П., Линник І.Е. *Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордоном* 397

Табачук О.О., Пахолюк О.А. *Технологія порожнистих саманних блоків* 411

Талах Л.О., Жежерун В.Д. *Обстеження будівлі промислового призначення (незавершене будівництво) по вул, Шевченка, 13 у м.Луцьку* 417

Ткаченко Н.В. *Структура системи архітектурних об'єктів молодіжного туризму* 429

Тур В.В., Яловая Ю.С. *Оценивание технического состояния строительных конструкций по результатам визуального обследования* 439

Хамар І.Г. *Теологічні основи архітектурно-ландшафтної організації християнських центрів для паломництва, як специфічних сакральних просторів.* 445

Хомчук О.В., Задорожнікова І.В., Ужегова О.А., Ротко С.В., Славомір Карась *Порівняння методики розрахунків конструкцій в ПК Мономах з розрахунками за польськими нормами в ПК Autodesk Robot Structural Analysis Professional* 454

Чапюк О.С., Гришкова А.В. *Характеристика напружено-деформованого стану зчеплення з бетоном арматури серповидного профілю* 461

Шаповалова Т.С. *Аеродинамічна інтерференція будівель* 468

Шафранська О.З., Ільчук Н.І., Парфентьєва І.О. *Пропозиції щодо удосконалення міста Луцька як історико-культурного центру Волині* 473

Шваб'юк В.В., Ротко С.В., Ужегова О.А., Задорожнікова І.В. *Розрахунок плит методом неоднорідних розв'язків за дії зосереджених сил* 478

Шимчук О.П. *Вплив протиожеледних матеріалів для зимового утримання доріг на навколишнє середовище та безпеку дорожнього руху* 486

Шмігель Р.В., Андрійчук О.В. *Дослідження методів ремонту, а також підсилення конструкцій залізобетонних циліндричних резервуарів, які піддаються впливу агресивного середовища* 491

Юрчишин О.М., Думич В.С. *Комплексне дослідження дитячого розважального центру "Sky Park" у місті Львові* 496

Юрчишин О.М., Хоменко У.В. *Комплексне дослідження торгово-розважального центру "ВАМ" на вулиці Б. Хмельницького в м. Львові* 502

Ящинський А.Л., Пахолюк О.А. *Типізація мікрорайонів міської забудови* 509

Наукове видання

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

Науково-технічний збірник

Випуск 54

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Державному комітеті інформаційної політики України (серія КВ № 4186 від 10 травня 2000 року).

Визнаний ВАК України, як наукове фахове видання України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанови президії ВАК України від 10 листопада 1999 р. №3-05/11 та 10 лютого 2010 р. №1-151).

Перелік розсилки даного збірника опубліковано у випуску № 4 за 1999 рік.

Вимоги до оформлення рукописів статей для опублікування в збірнику наведено у випусках №35 за 2009 рік, №42 за 2011 рік та в №50 за 2014 рік.

Зміст випусків збірника з №1 по №19 опубліковано у випуску за №20, а випусків з №20 по №39 опубліковано у випуску за №40.

З випусками збірника, починаючи з №10, можна ознайомитись на сайті **http://www.nbuv.gov.ua** національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського, на сайті **library.knuba.edu.ua** бібліотеки КНУБА та на сайті збірника **http://www.mtp.in.ua.**

Статті можна надіслати за адресою електронної пошти: **zbirnyk@yahoo.com.**

До відома авторів статей та спонсорів!

Реквізити КНУБА для перерахування коштів за опублікування статей та спонсорської підтримки видання:

Одержувач: КНУБіА
Банк одержувача: ГУДКУ у м. Києві;
Код ЗКПО: 02070909;
Код банку: 820019;
Р/р: 35229004000923;
Інд. подат. № 020709026580;
Свідоцтво № 36065054;
КПК 2201160 КНУБА
з поміткою "На видання збірника "Містобудування та територіальне планування".

Адреса редколегії: 03037, м.Київ-37, Повітрофлотський пр., 31. КНУБА.
Тел.: 241-55-43, 245-42-04.

Підписано до друку 26.12.2014 р. Формат 60x84 1/16.
Обл.-вид. арк. . Тираж 150. Зам. №

Фірма "ВІПОЛ"
03151, м.Київ-151, вул. Волинська, 60