

Техніка Будівництва



17, 2005

Техніка Будівництва



Науково-технічний журнал

№17, 2005

УДК 623.413:625.7:69.002

Техніка будівництва: Науково-технічний журнал. – К.: МП "Леся". – 2005. – № 17. - 99 с.

Видається з 1997р. двічі на рік

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №1250 від 17.02.95 р.

Засновники: Академія будівництва України,
Київський національний університет будівництва і архітектури

Відповідальний редактор І.І. Назаренко, д-р техн. наук,

Заступник відповідального редактора В.М. Смірнов, д-р техн. наук,

Відповідальний секретар М.О. Клименко

Редакційна колегія:

Андріянов В.П.; Бойко І.П., д-р техн. наук; Баладінський В.Л., д-р техн. наук;
Барашиков А.Я., д-р техн. наук; Войтенко С.П., д-р техн. наук;
Гончаренко Д.Ф., д-р техн. наук; Гулеватий С.І., канд. техн. наук; Злобін Г.К.;
Кривенко П.В., д-р техн. наук; Лівінський О.М., д-р техн. наук;
Лимаренко В.О., канд. техн. наук; Ловейкін В.С., д-р техн. наук; Муляр Л.Х., канд. арх.,
Олійник О.Я., д-р техн. наук; Пермяков В.О., д-р техн. наук; Проценко К.І.,
Рунова Р.Ф., д-р техн. наук; Сівко В.Й., д-р техн. наук; Сукач М.К., канд. техн. наук;
Хмара Л.А., д-р техн. наук; Черненко В.К., д-р техн. наук

Рекомендовано до друку Вченою радою
Київського національного університету будівництва і архітектури
Протокол № 8 від 7.10.2005 р.

Редактор Баранов Ю.О.
Технічний редактор Свідерський А.Т.
Комп'ютерна верстка Клименко М.О., Климчук О.А.
Коректор Крашевська Л.Г.

Мова видання: українська і російська

ЗМІСТ

Назаренко І.І. Машини і обладнання технологічних процесів (історія, наукові досягнення та напрямки діяльності).....	4
Смірнов В.М. Науково-практичні розробки кафедри.....	14
Пелевін Л.Є. Шляхи розвитку кафедри будівельних машин.....	17
Міхайленко В.М., Демченко В.В. Проблеми вдосконалення підготовки фахівців з інформаційних технологій проектування в будівництві.....	22
Задоров В.Б. Розвиток підготовки іт-спеціалістів в будівництві.....	29
Мазуренко Л.І. Наукова діяльність кафедри електротехніки та електроприводу КНУБА.....	35
Іносов С.В. Автоматизація технологічних процесів в будівельному виробництві.....	39
Сівко В.Й. Дослідження напружено-деформованого стану матеріалу в робочих процесах будівельних машин.....	44
Німко Ф.О. Управління баштових кранів ват "будмеханізація": історія, здобутки, напрямки діяльності і розвитку.....	51
Лівінський О.М. Дослідження і розробка ефективних методів організації опорядження фасадів монолітних будинків.....	54
Ловейкін В.С. Критерії синтезу режимів руху механізмів і машин.....	58
Яковенко В.Б. Моделювання динамічних систем методами мови графів зв'язку.....	63
Сукач М.К. Альтернативна технологія вилучення енергоносіїв з дна акваторій.....	69
Човнюк Ю.В. Метод структурного представлення неперервних лінеаризованих динамічних систем електропривода технічних пристроїв строительной индустрии.....	72
Пентюк Б.М. Дослідження силових характеристик взаємодії робочого органу вібропреса з оброблювальним порошковим матеріалом при різних імпульсно-силових навантаженнях.....	76
Свідерський А.Т. Вивчення та впровадження сучасних гідравлічних вібраційних систем у виробничий процес – шлях до створення універсальних само адаптованих високопродуктивних віброущільнювачів.....	83
Баранов Ю.О. Ручний електроінструмент для будівництва.....	88
Правила підготовки рукописів.....	96

НАЗАРЕНКО Іван Іванович, інженер-механік, Заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри "Машини і обладнання технологічних процесів"



В 1968 р. закінчив Київський політехнічний інститут. За фахом – "інженер-механік". З 1988 р. – завідувач кафедри ЕРБМ (тепер МОТП) КІБІ. Автор 320 праць, з них: 35 – підручники, монографії, посібники; 72 – методичні розробки; 25 – авторські свідоцтва і патенти; 188 – статті.

Основні напрямки наукової діяльності: теорія і робочі процеси, аналіз і синтез машин будівельної індустрії.

За цим напрямком закладені основи наукової школи, результатом якої є підготовка 4 докторів наук і 12 кандидатів наук.

УДК 693.542.523

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ (ІСТОРІЯ, НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ ТА НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ)

Історичний нарис. Кафедра була створена в 1963 р. (наказ № 749 від 13.07.1963 р.) і мала назву "Експлуатація і ремонт будівельних машин". В зв'язку з розширенням тематики наукових напрямків та діяльності в учбовому процесі кафедра в 2001 р. рішенням Вченої ради університету (наказ ректора № 80 від 11.04.2001 р.) отримала сучасну назву.

Першим завідувачем кафедри (1963-1968 рр.) був Лауреат Державної премії СРСР, к.т.н. Петро Григорович Гребельник (1902-1975). В першому складі кафедри були к.т.н. доц. Саранча Г.А., к.т.н. доц. Степенко В.П., ст.викл. Сапунов С.І. Потім кафедра поновилася викладачами: Большаков А.М. (1963 р.), доц. Кулаков Г.Г. (1964 р.), к.т.н. доц. Юрін Я.Т. (1965 р.), ст.викл. Заверюха О.М. (1964 р.), доц. Петров Г.І. (1966 р.), к.т.н. доц. Поповиченко Г.Д. (1967 р.).

З 1968 р. кафедру очолив к.т.н. проф. Чубук Ю.Ф., який перейшов з кафедри будівельних машин. Разом з цієї ж кафедри перейшли ст.викл. Добровольський В.І., доц. Морозов М.К., ас. Трюхан В.В. Згодом кафедра доповнилася викладачами: к.т.н. доц. Сівко В.Й. (1969 р.), ас. Чернега Г.К. (1969 р.) та ас. Кравчук В.Т. (1969 р.).

Крім учбового процесу значно розширилися наукові дослідження. Була створена міжгалузєва лабораторія при Міністерстві промислового будівництва (керівник доц. Поповиченко Г.Д.), згодом був організований філіал кафедри при тресті "Будмеханізація" Головкиївміськбуду. Викладачами кафедри розроблялися програми дисциплін за новими навчальними планами, друкувалися підручники та учбові посібники.

Була відкрита аспірантура. У різний час аспірантами кафедри Назаренком І.І. (1975 р.), Гарнецем В.М. (1977 р.), Яковенком В.Б. (1981 р.) під керівництвом проф. Чубука Ю.Ф. були захищені кандидатські дисертації.

Проводилася науково-дослідна робота студентів. Кафедра протягом декількох років займала перші місця по науковій роботі студентів.

З 1988 р. кафедру очолив Заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н. проф. Назаренко І.І. З часом на кафедрі створилася наукова школа вібраційної техніки, технології і оптимізації параметрів руху машин, результати якої відомі в Україні та за її межами. На базі цієї школи співробітниками кафедри (І.І. Назаренком, В.Й. Сівком, В.С. Ловейкіним, В.Б. Яковенком) були захищені докторські дисертації та ряд кандидатських дисертацій (Ю.О. Барановим, В.А. Омельченком, А.Т. Свідерським, М.М. Ручинським).

Наукові здобутки кафедри (1985 р.) були оцінені III премією Мінвузу України. Була розроблена модель електромагнітного вібромайданчика спільно з кафедрою електротехніки (д.т.н. проф. В.Л. Іносов, д.т.н. проф. І.І. Назаренко, к.т.н. доц. Ю.О. Баранов) яка демонструвалася на ВДНГ України і отримала срібну медаль виставки.

В сучасний період кафедра здійснює підготовку бакалаврів, спеціалістів і магістрів за спеціальністю "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання". Крім цього викладачі кафедри проводять заняття по 22 дисциплінам на 7 спеціальностях університету. Учебний процес і наукові дослідження на кафедрі ведуть 6 професорів, 4 доценти, 1 ст. викладач, 4 асистенти, 7 інженерів і лаборантів.

За час існування кафедри її співробітниками видано 35 підручників і навчальних посібників, опубліковано більше 30 монографій, 1000 наукових статей і методичних розробок. На кафедрі захищено 4 докторських і 20 кандидатських дисертацій.

Студенти приймають активну участь та неодноразово були призерами в олімпіадах за спеціальністю "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання" (відповідальний ас. Клименко М.О.).

На кафедрі сформувалися і успішно розвиваються наступні основні наукові напрямки: розробка теорії робочого процесу машин будівництва і створення на цій основі вискоефективних машин нового покоління та новітніх технологій; напружено-деформований стан матеріалу в робочих процесах будівельних машин; наукові основи діагностування машин і їх приводів з метою підвищення експлуатаційної надійності машин і ефективною експлуатації двигунів будівельної техніки.

Кафедра редагує (головний редактор проф. Назаренко І.І.) два наукові збірники "Техніка будівництва" спільно з Академією України та "Теорія і практика будівництва" спільно з Українською Академією наук.

На кафедрі є дійсні члени Академії будівництва України (проф. Назаренко І.І., проф. Сівко В.Й. та проф. Яковенко В.Б.), дійсний член Української Академії наук (проф. Назаренко І.І.), чл.-кор. Академії будівництва України (доц. Свідерський А.Т., доц. Ручинський М.М., доц. Сердюк В.І.).

Кафедра підтримує тісні творчі зв'язки з багатьма організаціями та підприємствами: УБК тресту "Будмеханізація", ВАТ ЕМЗ "Металіст", СБМУ тресту "Будмеханізація", УБМ тресту "Будмеханізація", ЗБК № 1 та інші.

Так, з Управлінням баштових кранів створено науково-виробничий центр, в якому проводяться спільні з КНУБА дослідження, вдосконалення робочих програм тощо.

Існує і плідно працює філіал кафедри в тресті "Будмеханізація".

Розроблена програма спільної співпраці на засадах угоди з ВАТ "Управління спеціальних машин" тресту "Будмеханізація", де передбачено спеціальні розділи по проходженню практики, працевлаштуванню тощо.

Наукові досягнення. На кафедрі однією із тем наукових досліджень започатковано і розвивається напрямок по теоретичному дослідженню динаміки вібраційної техніки з метою підвищення їх ефективності та створення принципово нових конструкцій, оскільки існуючі машини потенційно себе вичерпали і необхідно сформулювати нові підходи до вирішення цієї проблеми.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми були покладені наступні робочі гіпотези [1-4]:

1. Система "машина-середовище" представляє собою складну гібридну (змішану) динамічну систему, в якій машина є система з дискретними параметрами, а середовище –

з розподіленими параметрами і ця система може бути редуцирована до розрахункової у вигляді системи з дискретними параметрами, в якій збережені хвильові явища середовища і представлені контактною силою.

2. Підвищення ефективності віброуцілюючих будівельних машин досягається шляхом створення конструктивних схем з ефективним використанням енергії, що підводиться до середовища як на основному, так і на супергармонічному резонансному режимі коливань вібраційної системи, а також зі змінним, керованим у часі, режимом роботи.

3. Надійність машини забезпечується раціональним поєднанням ефекту удару і вібрації на понижених частотах, а також застосуванням надійних (наприклад, електромагнітних) вібробудувачів коливань.

В теоретичних дослідженнях [1] була запропонована наукова ідея:

розробка надійних і найбільш ефективних віброуцілюючих машин для різних умов формування бетонних і залізобетонних виробів забезпечується становленням і раціональним використанням і раціональним використанням закономірностей зміни внутрішніх (пружно-інерційних і дисипативних) властивостей системи "машина-середовище".

В теоретичних дослідженнях динаміки вібромашин з гармонійним режимом руху розглядалася модель (рис. 1).

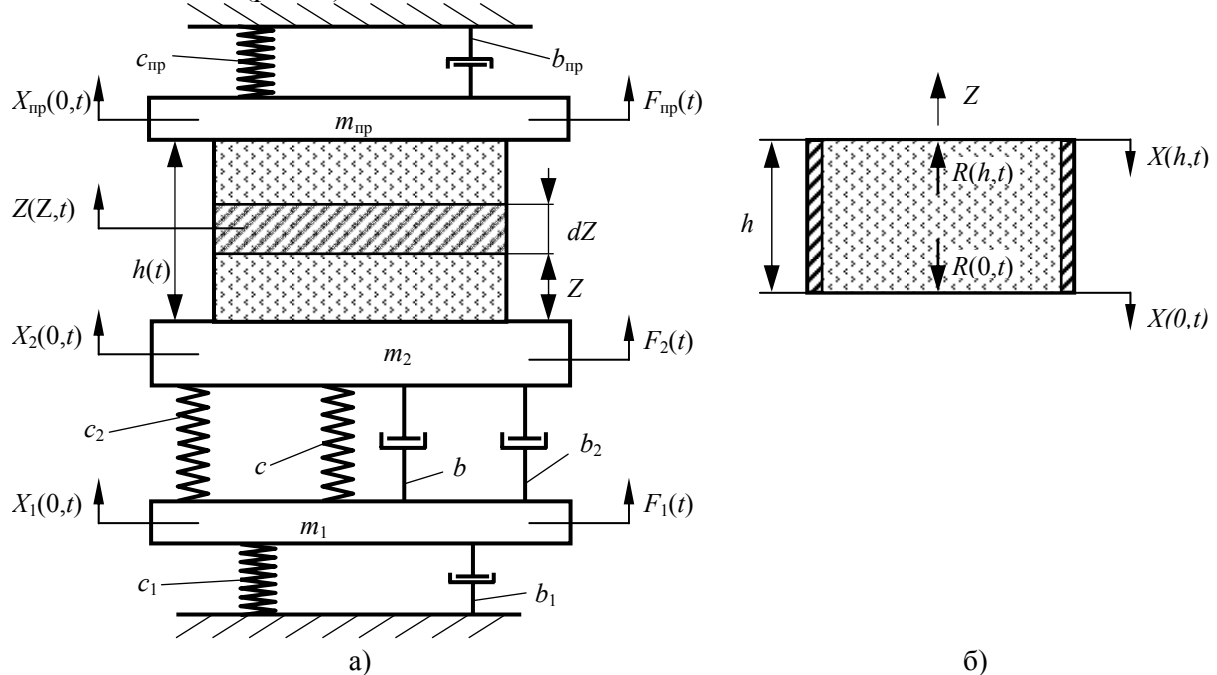


Рис. 1. Розрахункова модель:

а – загальна; б – еквівалентна для оброблюваного середовища

У відповідності до запропонованого методу [1], оброблювальне в процесі коливань середовище враховується в рівняннях руху робочих органів машин за допомогою контактної сили (рис. 1, б), названої реакцією середовища. Для пошуку реакції застосовувалося рівняння руху

$$\frac{\partial I u(z, t)}{\partial I z I} = \frac{c^*(z, t)}{E^*(z, t)} \cdot \frac{\partial I u(z, t)}{\partial t I}, \quad (1)$$

де $u(z, t)$ - переміщення по координаті Z в момент часу t ; $\rho^*(z, t)$ - щільність суміші; $E^*(z, t)$ - комплексний модуль потужності.

Рішення рівняння (1) методом Фур'є при законах зміни змушуючої сили:

$$F(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F_n e^{in\omega t},$$

де $\omega = 2\pi/T$; $n = \pm 1, \pm 2, \dots$; $F_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} F(\tau) e^{in\omega\tau} d\tau$;

отримана реакція середовища

$$R(0, t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} X_n \omega_n \omega_0 n^2 \sqrt{a_n^2 + d_n^2} e^{i \arctg \frac{a_n}{d_n} n \omega t} e^{in\omega t}, \quad (2)$$

де $m\nu$ - маса суміші; a_n, d_n - хвильові коефіцієнти:

$$a_n = \frac{\alpha_n \operatorname{sh} 2\alpha_n h + \beta_n \sin 2\beta_n h}{h(\alpha_n^2 + \beta_n^2)[\operatorname{ch} 2\alpha_n h + \cos 2\beta_n h]},$$

$$d_n = \frac{\alpha_n \sin 2\beta_n h - \beta_n \operatorname{sh} 2\alpha_n h}{h(\alpha_n^2 + \beta_n^2)[\operatorname{ch} 2\alpha_n h + \cos 2\beta_n h]}. \quad (3)$$

Як впливає із виразу (2) реакція складається із суми квадратів двохчленів, які відрізняються між собою коефіцієнтами a_n і d_n , що за фізичною сутністю визначають ступінь впливу пружно-інерційних (реактивних) і дисипативних (активних) складових сил середовища на рух системи в цілому.

Отримані теоретичні залежності дали можливість повністю оцінити вплив активних і реактивних сил на рух системи [].

На основі аналізу виконаних досліджень [2-4] були визначені зони ефективного використання параметрів машини з гармонійним рухом для максимальної передачі енергії до середовища. З'ясовано, що середовище сприймає такий рівень енергії, коли воно рухається в протифазі до робочого органу (антирезонанс) і подібно до двомасової системи є основним поглиначем енергії.

Для дослідження динаміки віброударних машин для ущільнення бетонних сумішей запропоновано методику переходу від дискретно-континуальних систем (дискретна – машина, континуальна – середовище) до суто дискретних з урахуванням хвильових явищ у бетонній суміші. Такий підхід дає можливість значно спростити розрахункову схему, але зберегти реальні процеси поведінки вібромашини. Принцип переходу найбільш реальної схеми до розрахункової (дискретної) приведено на рис. 2.

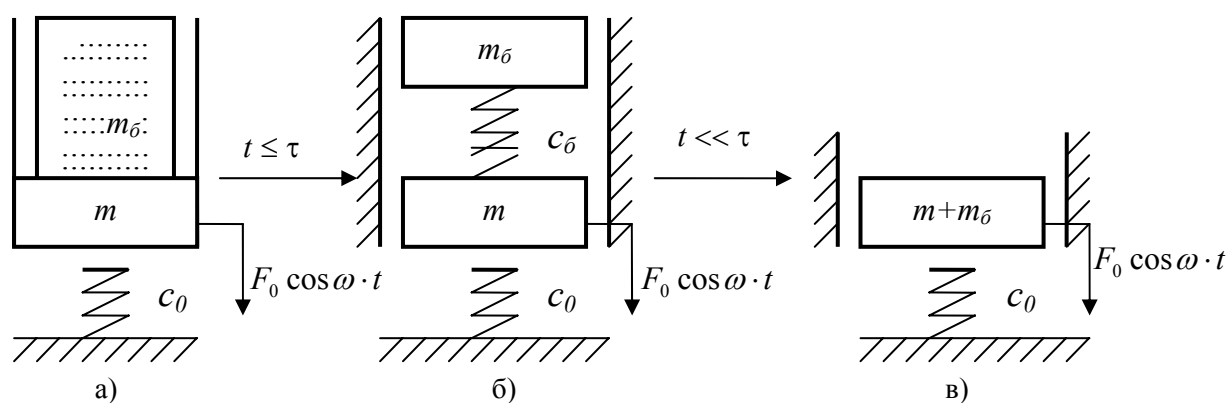


Рис. 2. Розрахункові схеми вібросистеми:

а – дискретно – континуальна, б – дискретна (двомасова), в - дискретна (одномасова)

При розгляді системи (рис. 2) передбачається, що робочий орган здійснює несиметричний закон руху (рис. 3)

$$x^*(t) = \begin{cases} -x_1 \sin\left(\frac{\pi}{\tau_1} t\right), & 0 \leq t \leq \tau_1; \\ x_2 \sin\left(\frac{\pi}{\tau_2} t\right), & \tau_1 \leq t \leq \tau_2, \end{cases} \quad (4)$$

Тут x_1 і x_2 - амплітуда коливань робочого органу у відповідний час руху системи: τ , τ_1 , τ_2 .

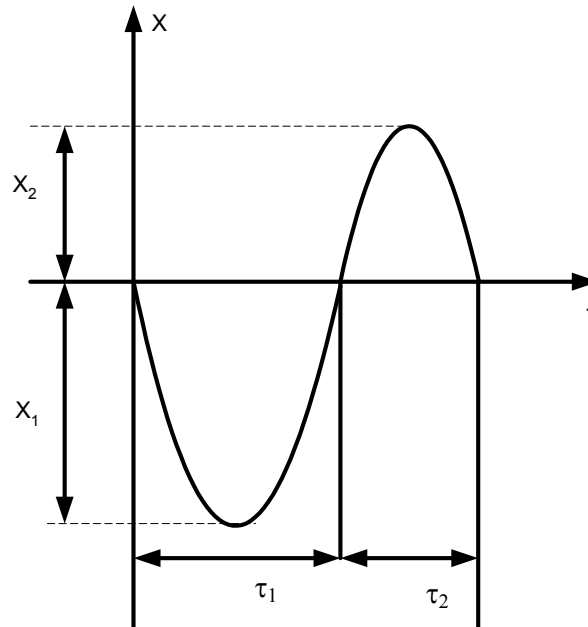


Рис. 3. Закон руху віброударної системи

Якщо період функції $x^*(t) \in T$, тоді її можна представити у вигляді ряду Фур'є:

$$x^*(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \bar{x}_n e^{in\omega t}; \quad \omega = 2\pi/T, \quad (5)$$

де \bar{x}_n - коефіцієнт Фур'є для функції (5).

Для знаходження реакції середовища за законом руху (див. рис. 3) розглядається дещо інший шлях ніж для машин гармонійної дії. Ідея метода полягає в тому, що реактивна (інерційно-пружна) і активна (дисипативна) складові опору визначаються окремо з використанням основного закону Ньютона та порівнянням цієї сили з силою опору (реакцією) середовища. Так, у відповідності із законом Ньютона реакція середовища:

$$R_c = -m_c \ddot{x}, \quad (6)$$

де m_c - маса середовища; \ddot{x} - прискорення контактної зони "робочий орган-середовище".

Сила опору зі сторони середовища враховуючи його властивості:

$$R_c = -ES \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{z=0}, \quad (7)$$

де E - модуль пружності середовища; S - площа контактної зони; $\frac{\partial u}{\partial z}$ - деформація контактної зони середовища (u - переміщення, z - координата).

Для знаходження прискорення як і деформації застосуємо хвильове рівняння руху середовища

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2(1+i\gamma)} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}, \quad (8)$$

де c - швидкість розповсюдження пружних хвиль в середовище; γ - коефіцієнт опору (розсіяння) енергії в середовищі.

Перепишемо рівняння (8) у вигляді:

$$\ddot{x} = \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \Big|_{z=0} = c^2(1+i\gamma) \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \Big|_{z=0}, \quad (9)$$

і, співставляючи (6) і (7) і враховуючи (9), отримаємо

$$m_c = \frac{\left(-ES \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{z=0} \right)}{c^2(1+i\gamma) \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \Big|_{z=0}}. \quad (10)$$

Таким чином за запропонованою методикою складову сили опору (маси m_c) можна точно визначити, якщо відомі аналітичні залежності для визначення деформації $\frac{\partial u}{\partial z}$ і її похідної $\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$ в контактній зоні "робочий орган – середовище).

Подальша процедура аналітичних перетворень полягає у рішенні рівняння (8) для вихідних граничних умов і знаходженні деформації і її похідної.

Опускаючи ці перетворення, в кінцевому вигляді отримаємо вираз для маси середовища, який враховує реактивну складову:

$$\text{при } 0 \leq t \leq \tau_1, \quad m_c = 2\rho sh \frac{\tau_1}{(\tau_1 + \tau_2)} K_{XB}, \quad (11)$$

$$\text{при } \tau_1 \leq t \leq \tau_2, \quad m_c = 2\rho sh \frac{\tau_2}{(\tau_1 + \tau_2)} K_{XB}, \quad (12)$$

де K_{XB} - коефіцієнт, що враховує хвильові явища в середовищі:

$$K_{XB} = \frac{\alpha_1 sh 2\alpha_1 h + \beta_1 \sin 2\beta_1 h}{(\alpha_1^2 + \beta_1^2)(ch 2\alpha_1 h + \cos 2\beta_1 h)}. \quad (13)$$

Тут коефіцієнти α_1 і β_1 , що отримані на основі рішення хвильового рівняння (8):

$$\alpha_1 = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\sqrt{1+\gamma^2}-1}{2(1+\gamma^2)}}; \quad \beta_1 = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\sqrt{1+\gamma^2}+1}{2(1+\gamma^2)}}. \quad (14)$$

Аналогічним чином за методикою (6-14) знаходиться і активна складова загальної сили опору.

Подальша процедура дослідження віброударних систем полягає в складенні рівнянь руху робочих мас як дискретної системи, в якій таким чином враховані розподілені властивості оброблювального середовища.

Так, наприклад, для двомасового вібромайданчика закон руху може бути представлений у вигляді системи:

$$\begin{aligned} \text{при } x < 0, \quad \ddot{x} + \xi_1^2 \omega^2 x &= \frac{g}{q} \cdot \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1^2} e^{i\omega t}, \\ \text{при } x > 0, \quad \ddot{x} + \xi_2^2 \omega^2 x &= \frac{g}{q} \cdot \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1^2} e^{i\omega t}, \end{aligned} \quad (15)$$

де $x = x_1 - x_2$ - відносне переміщення мас m_1 і m_2 .



$$\xi_1^2 = \frac{(m_1 + m_2)c_1}{m_1 \cdot m_2 \cdot \omega^2}; \quad \xi_2^2 = \frac{m_1 + m_2(c_1 + c_2)}{m_1 \cdot m_2 \cdot \omega^2}; \quad q = \frac{m_2 g(m_1 + m_2)}{F_0 m_1}, \quad (16)$$

де F_0 - амплітуда змушуючої сили; c_1 - коефіцієнт пружності опорної маси; c_2 - коефіцієнт пружності, що з'єднує маси m_1 і m_2 з зазором.

Коефіцієнти ξ_1 і ξ_2 за фізичною сутністю оцінюють співвідношення власної і вимушеної частот, а коефіцієнт q - співвідношення сили ваги і зовнішньої змушуючої сили.

Аналізом (16) та рішенням системи (15) побудовані карти стійкості системи (рис. 4), із якої визначається та чи інша зона ефективного руху.

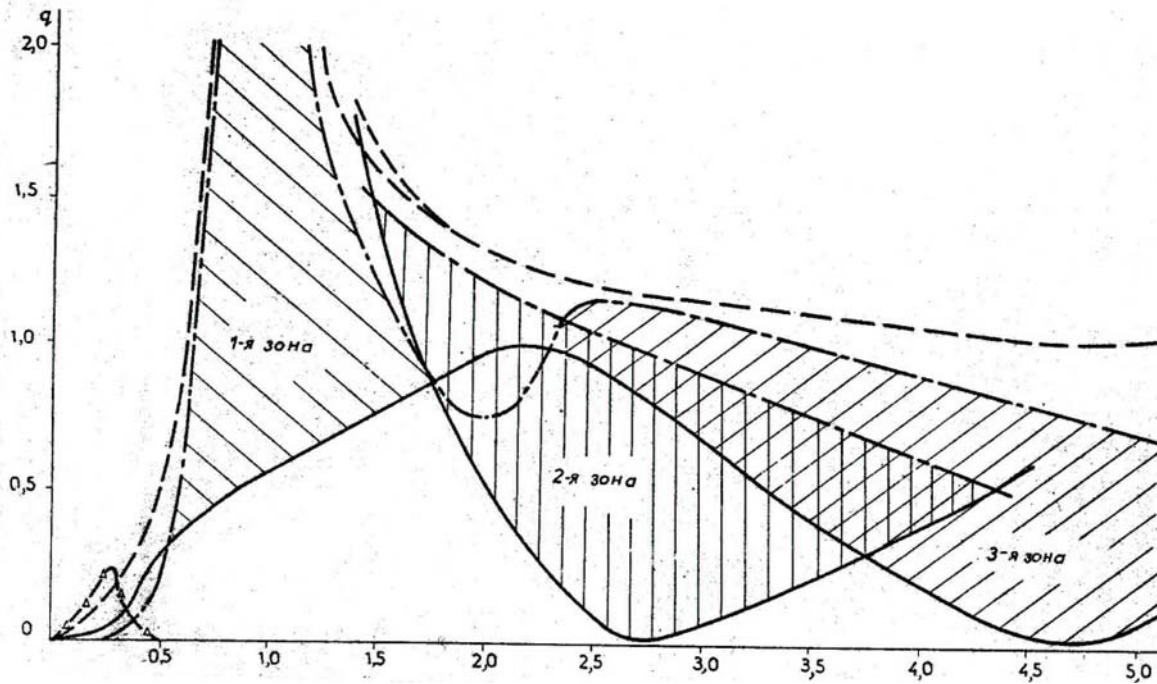


Рис. 4. Карта стійкості віброударної системи

Аналіз карт стійкості віброударних систем показав, що існує декілька їх зон (див. рис.4), при цьому ефективність передачі енергії визначається рядом факторів, серед яких слід відмітити конструктивні параметри машини (маси, коефіцієнтів пружності, величини зазорів між обмежниками коливань), параметри середовища (висота, модуль пружності, швидкість розповсюдження хвиль), технологічні параметри (амплітуда і частота коливань, амплітуда зовнішньої сили) а також форма імпульсу навантаження.

Була отримана залежність для визначення коефіцієнта пружності обмежника коливань, що встановлений між двома масами:

$$c = \frac{m_{np}(1 + R)}{t_{yd}^2(1 - R)}, \quad (17)$$

де m_{np} - приведена маса вібросистеми; R - коефіцієнт відновлення швидкості при ударі; t_{yd} - час співударяння мас.

Отримані аналітичні залежності та аналіз виконаних експериментальних досліджень у вигляді оцінки віброграм руху (рис. 5) дозволив сформулювати основні принципи вдосконалення існуючої та створення високоефективних віброуцільнюючих машин.

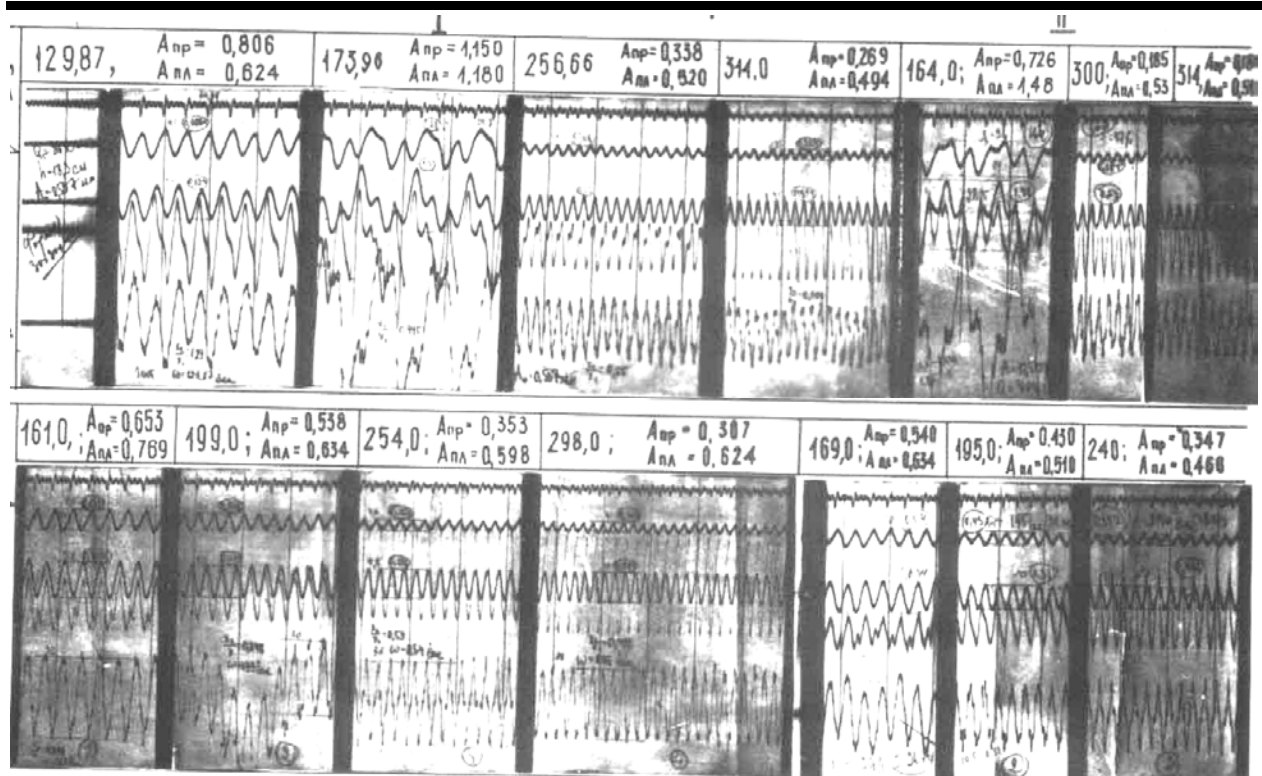


Рис. 5. Характерні віброграми руху досліджуваних вібросистем при зміні зовнішніх силових навантажень

1. Розгляд (моделювання) середовища і машин як єдиної системи, що володіє своєю динамічною індивідуальністю. Реалізація цього принципу являється гарантією руху віброущільнюючих машин в заданому або встановленому режимі роботи. Досягається реалізація цього принципу зведенням гібридних динамічних систем до розрахункової схеми з дискретними параметрами, що адекватно відображають фактичний стан вібросистеми в любий момент руху. Розроблені методи розрахунку перевірені практикою і підтверджені задовільним збігом розрахункових і фактичних параметрів.

2. Максимальна концентрація енергії робочого органу за рахунок внеску вищих гармонік. Технологічна ефективність внеску енергії вищих гармонік реалізується за рахунок цілеспрямованого використання вібрації і удару, що забезпечується використанням добавочних обмежників коливань і відповідним підбором їх пружності, вибором раціонального співвідношення часу удару і періоду коливань. Досягненням цього принципу визначаються передумови для створення високоефективних машин з мінімальною енергоемністю.

3. Машина повинна забезпечувати високу якість виробів, що формуються, володіти можливістю ущільнювати жорсткі бетонні суміші, мати високу продуктивність. Реалізується цей принцип здатністю машини безпосередньо передавати рух робочого органу найбільшому числу частинок ущільнюючої суміші, тобто передачею коливань по найбільшій площині виробу, що формується. При цьому сили тертя і щеплення, що перешкоджають ущільненню, знімаються в напрямленні дії сили, які здатні інтенсифікувати процес ущільнення (ваги суміші). Використання асиметрії створює допоміжні умови для розвитку значних напружень стискування суміші, які прискорюють процес ущільнення.

4. Синхронне забезпечення високоефективних поліфазних і автоколивальних режимів формування. Реалізуються ці режими шляхом спеціального розташування дебалансів або застосуванням динамічних схем із незалежною підвіскою ударника.

5. Конструкція машини має забезпечувати формування виробів різної номенклатури, геометричних розмірів і мас без значного перелаштування. Цей принцип реалізується шляхом застосування блокової конструкції, яка дозволяє створювати машини

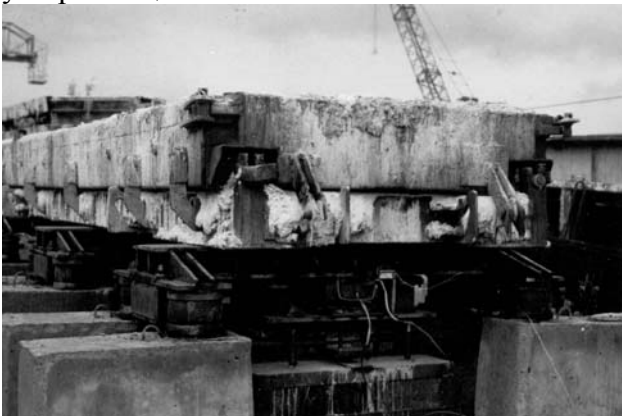
любої вантажопідйомності, а спирання робочої рами безпосередньо на фундамент виключає вплив зміни маси (при переході на інший тип виробу) на зазори між ударником і робочим органом.

6. Машина має бути простою за конструкцією, надійною в роботі, зручною в обслуговуванні, забезпечувати санітарно-гігієнічні норми по рівню шуму і вібрації. Цей принцип реалізується використанням електромагнітного та гідравлічного приводів та низькочастотного режиму коливань.

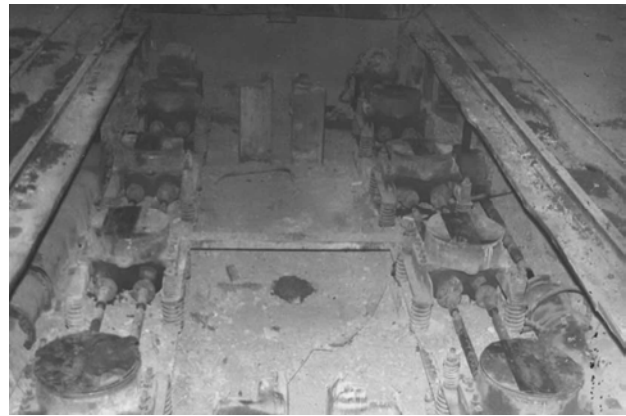
7. Машина при реалізації необхідного режиму коливань має мати понижені значення металоємності і енергоємності і при цьому вона має бути економічно вигідною за своєю вартістю. Принцип досягається налаштуванням машини на авторезонансний (самоналаштований) режим роботи, тобто енергія втрачається в основному на робочий процес, що здійснюється динамічним керуванням рухом системи на основі використання внутрішніх властивостей системи.

Впровадження результатів досліджень. Виконані дослідження дозволили на основі сформульованих вище принципів розробити алгоритм методів розрахунку, синтезувати конструктивні схеми, реалізуючих високоефективні режими з мінімальними значеннями матеріалоємності і енергоємності.

На рис. 6 приведені конструкції машин, що пройшли опробування і впровадження у виробництво.



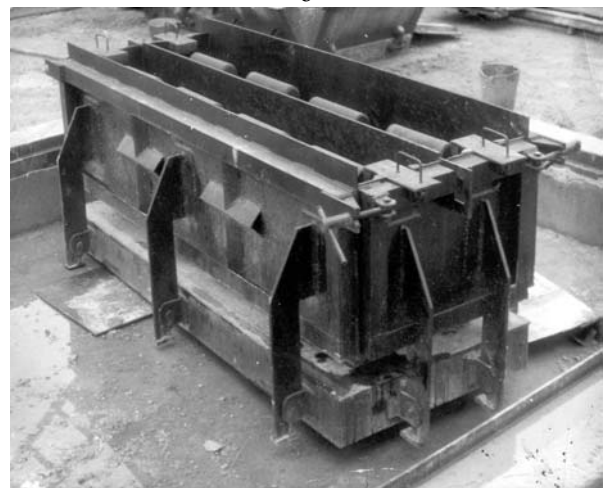
а



б



в



г

Рис. 6. Конструкції вібромайданчиків і віброустановок, що впроваджені у виробництво:
а – блоковий вібромайданчик з електромагнітним приводом; б – віброударний майданчик з поліфазним режимом руху; в – блоковий вібромайданчик з полічастотним режимом руху; г – віброустановка для формування фундаментних блоків

Оцінка ефективності режимів та параметрів руху робочих органів віброущільнюючих машин здійснювалась за розробленими критеріями. Так, отримана нова залежність для питомої корисної енергії, яка передається від робочого органу до середовища:

$$p_{y\theta} = \frac{R_{CT} \omega_{CP} (1 - \alpha)}{\pi^2 S \alpha} \cos^2 \left[\frac{\pi}{2(1 - \alpha)} \right], \quad (18)$$

де R_{CT} - амплітуда реакції в момент стискування контактної зони суміші; α - коефіцієнт асиметрії, який характеризує співвідношення часу навантаження t_{CT} до часу розвантаження t_p шару суміші. Дослідженням (18) на екстремум визначено, що максимальна передача енергії при досліджуваних законах зміни сили можлива. Вираз (18), залишаючись за своєю сутністю мірою енергії, визначається при інших рівних умовах, добутком прискорення контактної зони на час навантаження.

Отриманий і узагальнюючий критерій ефективності вібродій, який поряд з контактним напруженням σ , швидкістю деформації v враховує також кривизну профілю хвилі навантаження:

$$\frac{\sigma_{CT} v_{\xi_1} \Gamma\left(\frac{\pi_1 + 1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\pi_1}{2} + 1\right)} = \frac{\sigma_{CT} v_{\xi_2} \Gamma\left(\frac{\pi_2 + 1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\pi_2}{2} + 1\right)}, \quad (19)$$

де $\Gamma(x)$ - гама-функція x ; v_{ξ_1} - швидкість деформації; n - коефіцієнт, який характеризує крутизну фронту.

Розрахунки показали, що співвідношення прискорень $\frac{a_b}{a_n} = 3 \dots 6$ забезпечує максимум передачі енергії (a_b - амплітуда верхнього прискорення; a_n - амплітуда нижнього прискорення).

В результаті виконаних досліджень можна сформулювати такі основні висновки.

1. Розкриті принципово нові потенційні можливості створення високоефективної вібраційної техніки, яка ґрунтується в основному на цілеспрямованому використанні внутрішніх пружно-інерційних (реактивних) властивостей системи, в результаті чого реалізується самоадаптований, найбільш гармонійний, закон руху.

2. Розроблено новий математичний апарат зведення гібридних дискретно-континуальних систем до зручних для аналітичних досліджень дискретних систем з урахуванням хвильових явищ в оброблювальному середовищі.

3. Встановлені закономірності руху гармонійних і віброударних систем при різних режимах навантаження з виявленням енергетично ефективних зон стійкості.

4. Запропоновані алгоритми розрахунку параметрів робочого процесу і створені конструкції нових віброущільнюючих машин, що реалізують резонансний, авто резонансний, суб- і суперрезонансний режими руху.

5. Отримані нові аналітичні залежності оцінки ефективності того чи іншого режиму руху, що оснований на енергетичній оцінці робочого процесу з урахуванням контактних напружень, швидкостей деформації та крутизни фронту хвилі.

Література

1. Назаренко І.І. Прикладные задачи теории вибрационных систем. – К.: ИСИО, 1993. – 216 с.
2. Назаренко І.І. Высокоэффективные виброформовочные машины. – К.: Вища школа, 1988. – 143 с.
3. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. – К.: "ВПОЛ", 1999. – 488 с.
4. Назаренко І.І., Туманська О.В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів. – К.: Вища школа, 2004. – 590 с.

СМІРНОВ Вячеслав Миколайович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри основ професійного навчання КНУБА, дійсний член Академії будівництва України і Української академії наук



Народився 31 березня 1941 року.

В 1969 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут за спеціальністю – автоматизація і комплексна механізація будівництва. З 1969 р. працює в КНУБА інженером, завідувачем лабораторією, асистентом, доцентом, професором кафедри будівельних машин, завідувачем кафедри основ професійного навчання.

Заслужений працівник освіти України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Лауреат премії імені М.С. Буднікова Академії будівництва України та премії імені Патона Української академії наук.

Автор понад 220 праць, серед яких 20 підручників і навчальних посібників, 9 монографій, 30 авторських свідоцтв на винаходи та патентів України.

Напрямок наукової діяльності – теорія робочих процесів землерийних машин та основи формування високоефективних робочих органів будівельних машин.

УДК 624.132

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РОЗРОБКИ КАФЕДРИ

Наукові дослідження на кафедрі ведуться за наступними напрямками:

- наукові основи формування високоефективних робочих органів будівельних машин (академік Академії будівництва України, кандидат технічних наук, професор В.М. Смірнов, член-кореспондент Академії будівництва України, кандидат технічних наук, доцент О.М. Гаркавенко, кандидати технічних наук, доценти В.П. Головань, О.Г. Добровольський, В.Т. Бажан; асистент Я.Ю. Лобков, інженер Д.В.Потебенько);
- динаміка і оптимізація режимів руху механізмів і машин (академік Академії будівництва України, доктор технічних наук, професор В.С. Ловейкін, асистент К.І. Почка, інженери Т.В. Шевченко, М.М. Татарчук, Д.С. Малишев, А.О. Таланов);
- наукові основи створення бетоноформуючих машин, агрегатів і комплексів (член-кореспондент Академії будівництва України, кандидат технічних наук, професор В.М. Гарнець, кандидат технічних наук, доцент В.Є. Богуславський, асистенти Б.В. Корнійчук, В.О. Шаленко, інженери О.О. Шаленко, С.М. Шутова);

За науковими напрямками співробітниками кафедри видано 13 монографій, 8 підручників, 41 навчальний посібник, 2 довідника, 9 конспектів лекцій, понад 1000 наукових статей і методичних розробок, отримано 97 авторських свідоцтв на винаходи та патентів України.

Проведені на кафедрі теоретичні і експериментальні дослідження дозволили вирішити ряд практичних задач по удосконаленню будівельної техніки та обладнання і впровадити науково-конструкторські розробки в народне господарство зі значним економічним ефектом.

Для бурильної техніки при бурінні свердловин в міцних породах та мерзлих ґрунтах під опори електромереж та стовпчасти фундаменти будівельних споруд

розроблені: кільцевий буровий робочий орган, ковшовий бур, плосколопатовий бур суцільного руйнування, пристрій для буріння свердловин, бур з підрізаючими ножами, спіральний бур суцільного руйнування, конструкції яких дозволяють збільшити швидкість проходження свердловин в 2,5-3 рази, покращити транспортування ґрунту із свердловин та підвищити ефективність буріння в 1,5 рази.

Для землерийної техніки при розробці мерзлих ґрунтів і ґрунтів з кам'янистими включеннями запропоновані і впроваджені:

- наконечник до зуба ковша екскаватора, конструкція якого дозволяє зменшити інтенсивність зносу зубів, захистити ріжучий пояс ковша та підвищити продуктивність одноківшевих екскаваторів;
- змінні зуби для гусеничних розпушувачів, одноківшевих екскаваторів та вантажників, конструкція яких дозволяє використовувати їх до повного зносу, збільшити продуктивність машин в 1,3 рази, зменшити енергоємність в 1,3-1,4 рази та собівартість розробки ґрунту;
- робоче обладнання бульдозера двобічної дії, яке містить неповоротний відвал та зворотні взрихлюючі зуби, що дозволяє розвантажити гідроциліндри та підвищити надійність їх роботи, зменшити масу та вартість обладнання в цілому;
- дисковий робочий орган, який оснащений ґрунторуйнуючими елементами з можливістю обертання їх навколо своїх вісей під дією реактивних сил опору ґрунту при його руйнуванні, що забезпечує рівномірність зносу елементів;
- ківш екскаватора, який оснащений новими конструкціями зубів, що дозволяє зменшити зусилля різання на них, збільшити шлях стружки ґрунту та зменшити швидкість його заповнення в ківш, полегшити умови як для заповнення так і для розвантаження його.

Для розробки траншей в талих та мерзлих ґрунтах запропоновані і впроваджені:

- робочий орган ланцюгового траншеєкопача, в якому за рахунок нових конструкцій ріжучих різців і схеми їх розташування на ланцюгу підвищується продуктивність риття траншей та курсова стійкість, зменшується вібрація;
- начіпне обладнання, в конструкції якого за рахунок запропонованого розташування дисків істотно знижується енергоємність розробки ґрунту, а поворот дисків в плані дає можливість утворювати траншеї різної ширини;
- дискоківшеві робочі органи з гравітаційним і відцентровим режимами розвантаження ґрунту конструкція яких забезпечує їх стабілізацію в бокових напрямках, підвищує якість розробляємої траншеї, зменшує енергоємність та підвищує продуктивність.

На основі розроблених нових динамічних критеріїв оцінки механізмів і машин здійснено оптимізацію параметрів врівноваженої стрілової системи порталного крана КПМ 40-27-10,5; запропоновані режими руху шляхом модернізації гідроприводу в екскаваторі ЕО-2628; запропонована нова конструкція універсальної поворотної головки і модернізована система керування гідроприводом базової конструкції крана-маніпулятора моделі 3963; запропонована і впроваджена нова конструкція поворотного ковша до кар'єрних екскаваторів.

Для підприємств будівельної індустрії впроваджені бетоноформуєчий агрегат роликівого безвібраційного формування залізобетонних виробів та бетоноформуєчий комплекс вібраційної дії для залізобетонних плит покриття каналів, в конструкціях яких запропоновані нові процеси формування сумішей; нові конструкції роликівих центрифуг, які дозволяють зменшити енергоємність процесу формування довгомірних залізобетонних виробів.

За результатами проведених науково-дослідних робіт в галузі матеріалознавства і технології матеріалів запропоновані і впроваджені:



- газопорошковий спосіб наплавлення сплавами (сталінітом, сормайтот, карбідом бора, тощо) для підвищення зносостійкості швидкозношувальних деталей верстатів;
- метод наплавлення лежачим електродом з присаджувальними легуючими порошками для підвищення зносостійкості деталей цегляних пресів;
- метод шлікерного формування порошоків карбїду кремнію, нітридів алюмінію і кремнію та технологія виготовлення зносостійких деталей з цих тугоплавких матеріалів;
- метод борирування швидкозношувальних сталєних деталей для підвищення їх зносостійкості і хїмічної стійкості;
- спосіб багатоелектродного автоматичного дугового широкошарового наплавлення (БАДШН) та пристрої для впровадження цього способу, які суттєво дозволяють підвищити продуктивність наплавлення зношувальних деталей;
- зносостійкі елементи для зміцнення швидкозношувальних деталей кузовів самоскидів, ковшів екскаваторів, шнеків та інших деталей механїзмів і машин.

ПЕЛЕВІН Леонід Євгенійович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних машин КНУБА, дійсний член Академії будівництва України і Української академії наук



Народився в 1948 році. Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2003) та премії Академії будівництва України ім. М.С. Буднікова (2000). Дійсний член Академії будівництва України (1998). У 1973 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут. З 1973 р. працює в КНУБА ст. інженером, науковим співробітником науково-дослідного сектора, асистентом (1979), доцентом (1991), професором (1999), завідувач кафедри будівельних машин (2004).

Напрямок наукової діяльності – підвищення надійності та довговічності будівельних машин та їх вузлів.

Підготував двох кандидатів наук.

Автор понад 350-ти праць, серед яких – 19 підручників і навчальних посібників, 2 монографій, 119 авторських свідоцтв на винаходи і патентів. Основні праці: "Мелиоративные машины. Справочник" (1991); "Будівельні і меліоративні машини" (1998);, "Механіка механізмів" (2001); "Гідравліка, гідро- та пневмопривод" (2002).

Відзначений двома урядовими нагородами та знаком "Відмінник освіти України".

УДК 624.132

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Кафедра будівельних машин Київського державного технічного університету будівництва і архітектури була створена у 1953 року, як підрозділ Київського інженерно-будівельного інституту. Невеликий спочатку колектив кафедри (4 викладача) на чолі з доцентом, к.т.н. Ю.О. Ветровим крім педагогічної праці розгорнув науковий наступ на одну з важливих і трудомістких галузей машинобудування - будівельні та дорожні машини та обладнання. Перші досягнення, які базувались на роботах Ю.О. Ветрова, лягли в основу наукової школи і сприяли важливим удосконаленням робочих органів землерийних машин, що були втілені в реальні конструкції вже в 50-60-тих роках на заводах НКМЗ та Іжорському. Одночасно досліджувались конвеєри (доц. В.Ченцов), тролейвози (проф. О.Фіделєв), удосконалювались машини для заводів ЗБК (доц. П.Тютюнников).

Перші наукові досягнення суттєво вплинули на необхідність створення лабораторії нових землерийних машин (ЛНЗМ), яка й була затверджена при кафедрі у 1962 році (завідуючий - М. Маріч). Колектив ЛНЗМ був тим підґрунтям кафедри, який постійно поповнював її викладацький склад, ростив науковців, заохочував студентську молодь до науки, сприяв збільшенню технічних розробок і впровадженню їх у серійне виробництво. За своєю ознакою ЛНЗМ була дослідним підрозділом кафедри, в її функції входило як теоретичне обґрунтування наукових положень та інженерних розробок, так і конструкторська робота і дослідна перевірка технічних висновків. Практично кожна розробка перевірялась в лабораторних (стендових) та польових умовах.



Слід згадати науково-практичні експедиції у м. Назарово Красноярського краю у 1962 р. (Ю.Ветров, О.Кісленко), коли опановувалась нова конструкція робочого органу для руйнування мерзлого ґрунту при наднизьких температурах середовища; ряд експедицій на Нікополь-Марганецьке родовище марганцевої руди, коли разом працювали співробітники кафедр будівельних машин, будівельної механіки (завідуючий проф. Д.Вайнберг) та електротехніки (доц. П.Вакулік). Отримані в цих експедиціях результати сприяли розробці робочих органів та металоконструкцій надпотужних роторних кар'єрних екскаваторів ЭРГ-1600 (продуктивність - $3000 \text{ м}^3/200$) та ЭРШРД-5000 ($5000 \text{ м}^3/200$). За впровадження нового робочого органу на ці екскаватори керівник роботами Заслужений діяч науки і техніки, чл.-корр. АН УРСР Ю.О.Ветров в 1966 році отримав Державну премію. За результатами експедицій у Новий Оскол (1965) було вдосконалено конструкцію кабелеукладальника (керівник проф. В.Баладінський), за роботою у м. Воскресенську (1966, доц. А.Уткін) опановано нові ковші на ланцюговий багатоковшовий екскаватор фірми "Букау", польові досліди різання ґрунтів у Кіровської обл. та Часов-Ярі (Донецька обл.) (1967-70 р. Ю.Пристаїло, В.Терентьев, І.Шемет) сприяли розробці нових ковшів на роторний екскаватор ЭРГ-400. Перелік подібних робіт досить значний.

Кожна експедиція заслуговувала на увагу всього колективу кафедри, особливо тоді, коли йшлося про роботу в екстремальних умовах. В більшості з них приймав участь майже весь колектив лабораторії з обов'язковим залученням учених кафедри. Запам'яталась експедиція на будівництво БАМу, коли на ділянці траси, відведеної Україні, одночасно, у зимові місяці 1974-76 р. р. працювало до 15 чоловік. Випробування виконувались при температурі повітря до -50 C (с. Золотинка), у полі працювали по 3-4 години безперервно, адже виконувалось урядове замовлення. Тоді було впроваджено у серійне виробництво нові робочі органи на імпортні одноківшові екскаватори та розпушувачі. Сумарні заощадження тільки за 1976 рік склали більше \$ 1 млн., а уряд повністю відмовився від закупівлі за кордоном робочих органів розпушувачів та екскаваторів. Працівники кафедри будівельних машин - одні з не багатьох громадян, яких нагороджено почесними дипломами перших пасажирів БАМу з занесенням у "Книгу пошани" (Ю.Ветров, В.Баладінський, Ю.Пристаїло, В.Смірнов, А.Фомін, В.Головань, Л.Пелевін).

Географія польових дослідницьких робіт була, як бачимо, вельми охоплююча. І не тільки межами України та республік колишнього Союзу. За проханням державного комітету по науці та техніки виконано великий об'єм наукових та конструкторських розробок по створенню машин для підводних робіт щодо добування руд корисних копалин на шельфах Чорного та Балтійських морів та в регіоні Кларіон-Кліппертон (Тихий океан). Співробітники кафедри В.Моїсеєнко, М.Сукач, В.Маріч, М.Гоц, О.Коптелов, С.Комоцька та ін. гідно впорались з завданням.

В лабораторії виконувались і деякі екзотичні замовлення, бічно пов'язані з основним напрямком роботи кафедри. Так, за проханням морського відомства, було виконано дослідження руйнування льоду Льодового океану гребними гвинтами атомних криголамів типу "Арктика" задля покращання загальних ходових якостей криголаму (Ю.Сосєвіч, В.Крилов, В.Власов). У далекому Магадані опрацьовували розроблену на кафедрі оригінальну машину для руйнування та подачі на промивочний прилад золотоутримуючого піску (А.Уткін, І.Шемет, І.Русан). Спроектовано машину для потреб медичної промисловості (Ю.Пристаїло) та інше.

Велика кількість стендів та пристроїв, опанованих ЛНЗМ використовуються у педагогічній роботі кафедри. Це стенди з динамічного та статичного різання ґрунтів (В.Баладінський, Ю.Пристаїло, В.Смірнов, О.Гаркавенко), вивчення адгезійних властивостей ґрунтів (Ю.Ветров, А.Кондра), дослідних робіт з алмазним та ґрунторуйнуючим інструментом (О.Костенюк, В.Дончук), буріння ґрунтів (О.Вольтерс), стенди по вивченню роботи зубчастих редукторів та гідравлічних машин (Л.Пелевін, Л.Януш, М.Ольховець), художньо якісні плакати (О.Кархов) та наочні посібники. Всі

технічні розробки захищені авторськими свідоцтвами та патентами. Слід відмітити роботи по створенню інженерної техніки та забірника місячного ґрунту.

В 1983 році не стало Ю.О.Ветрова, видатного ученого, чуйного керівника, фундатора багатьох розробок в КІБІ та на кафедрі, вихователя наукової молоді. Віддаючи шану й зберігаючи добрі спогади про свого керманича, співробітники кафедри, яка відтоді носить його ім'я, продовжують нарощувати свій науковий, педагогічний і конструкторський потенціал. Новий керівник, Заслужений діяч науки і техніки України, академік В.Л.Баладінський, один із здібних учнів Ю.Ветрова, гідно продовжував справу вчителя. Лабораторія нових землерийних машин переростає в науково-дослідний інститут будівельної, дорожньої та інженерної техніки (НДІ БДІТ, 1993 р.), затверджуються п'ять навчальних лабораторій, включно лабораторію обчислювальної техніки (М.Діктерук, О.Човнюк, Г.Шелест), покращується полігон будівельно-дорожніх машин (С.Трикоз), створюються науково-виробничі об'єднання (КІБІ-Стройдормаш, КІБІ-Борекс, ННВК «Будінструмент» тощо).

Поява нового дослідного закладу (НДІ БДІТ) на Україні засвідчена розробкою та впровадженням у виробництво нових, необхідних для господарства машин:

- одномоторного землерийного та різнофункціонального інструменту (В.Дончук);
- швидкодіючого алмазного інструменту (О.Костенюк);
- нових бурових робочих органів (В.Смірнов);
- змінного різноманітного начіпного обладнання для екскаваторів другої розмірної групи (Ю.Пристайло);
- ґрунтоотрабуючих машин (Л.Пелевін);
- принципово нових ґрунторозробних машин (роботи О.Гаркавенка, І.Русана, А.Зухби);
- військово-інженерна техніка та техніка для аварійно-рятувальних робіт (В.Баладінський) тощо.

Зростають міжнародні наукові зв'язки кафедри, утворюється міжнародна асоціація землерийних робіт (МАЗР), очолити яку міжнародна фундаторська асамблея (Дрезден, 1988) запросила професора В.Баладінського, віддаючи повагу і підкреслюючи при цьому видатний вклад в теорію робочих процесів його особисто й співробітників кафедри взагалі.

Щомісячні "четвергові" семінари, впроваджені ще Ю.Ветровим, скликали учених вузів і творчих конструкторських колективів України, Білорусії і Росії на засідання в КІБІ. На семінарах обговорювались наукові ідеї кандидатських і докторських дисертацій, нові розробки щодо будівельної та дорожньої техніки. Постійними учасниками семінару стали професори, доктори наук А.Холодов, Л.Хмара, В.Чудновський, В.Іносов, Е.Григоровський, Ю.Абрашкевич, О.Лівінський, В.Баранніков та інші.

З розпадом СРСР не зникло наукове спілкування учених. Колектив кафедри організовує декілька міжнародних конференцій (1991, 1993, 1995, 1997), з часом зв'язки кафедри поширюються далеко за межі України. З США приходить запрошення від Орегонського технологічного інституту керівникові кафедри прийняти участь колективу у спільних наукових роботах і підготовці підручників і посібників, у ювілейній конференції Орегонського технологічного інституту, зробити доповіді на наукових конференціях і семінарах працівників вищої школи США та прочитати лекції студентам інституту. В далекі мандри разом з В.Баладінським відбули професори, ректор КДТУБА А.Тугай, ректор інституту підвищення кваліфікації В.Баранніков. Наполеглива праця українських освітян в США посвідчена прийняттям ряду угод з Орегонським інститутом та його механічним факультетом, розробкою спільних програм щодо удосконалення педагогічного та наукового співробітництва, випуском більше 20 посібників і підручників.

З утворенням Академії будівництва України її відділення машин і механізмів для спецробіт очолив академік В.Баладінський, а співробітники кафедри В.Смірнов,



В.Станевський, В.Власов, Л.Пелевін, Ю.Пристаїло і А.Фомін обрані академіками та член-кореспондентами академії.

Звичайно, кожний учбовий заклад і його підрозділи пишуться своїми вихованцями, особливо видатними особистостями. Не виняток і кафедра будівельних машин. Адже на сьогодні всі її співробітники (також як і співробітники НДІ БДІТ) - вихованці КІБІ або КДТУБА, багато з них набули тяжіння до наукової роботи ще в студентські роки спочатку на кафедрі, а з часом в її структурних підрозділах. І досі студенти, переймаючи досвід своїх керівників, щорічно докладають на науково-практичних конференціях університету, пишуть статті, отримують патенти, беруть участь в наукових експедиціях, запрошуються і приймають участь в міжвузівських творчих спілкуваннях. На кафедрі плідно працюють 16 наукових студентських семінарів, якими керують бувші студенти вузу, а нині співробітники кафедри. Свої розробки студенти втілюють у курсові та дипломні проекти, дехто продовжує дослідження в аспірантурі.

На сьогодні наукові та конструкторські доробки кафедри базуються на теоріях статичного та динамічного руйнування ґрунтів, конструкціях високостійких робочих органів, вузлів та агрегатів більш ніж 80-ти гірничих, будівельних, вантажопідійомних, меліоративних, дорожніх машин та механізованого інструменту, на більше ніж 300 монографій, підручників та посібників, біля 1000 винаходів, переважна кількість яких впроваджена у виробництво, більше 1800 наукових статей тощо. Про вагомість педагогічних та наукових досягнень свідчать постійні високі щаблі в університетських оглядинах. Працівники кафедри мають урядові нагороди (В.Баладінський, Л.Пелевін, Ю.Пристаїло, В.Головань, С.Дергунова), медалі та грамоти з українських і міжнародних виставок.

У 1965 році за активним клопотанням Ю.Ветрова було засновано республіканський міжвідомчий науково-технічний збірник «Гірничі, будівельні, дорожні і меліоративні машини». Він і очолював редакційну колегію збірника до кінця свого життя. В різні часи до редакційної колегії входили і плідно працювали видатні учені України і Росії: професори, доктори наук Г.Родионов, О.Фіделев, В.Царицин, В.Іносов, В.Владимиров, О.Маєвський, В.Руднев, а академіки А.Холодов, Л.Хмара, О.Лівінський, І.Назаренко, А.Фомін, Л.Пелевін, В.Смірнов працюють у збірнику і зараз, сприяючи його позитивному впливу на розвиток гірничого і будівельного машинобудування в Україні. Збірник "не стоїть на місці", розгортає межі читацької зацікавленості. За весь час існування збірника побачили світ більше 1000 наукових статей, за якими обґрунтовані наукові ідеї докторських та кандидатських дисертацій, конструкторські та технологічні розробки, нова прогресивна техніка. Збірник надходить до всіх видатних бібліотек світу.

У 2003 році п'ятеро співробітників кафедри (В.Баладінський, А.Фомін, Л.Пелевін, Ю.Пристаїло, О.Костенюк) стали лауреатами Державної премії України в галузі науки і техніки.

Сьогодні кафедра забезпечує підготовку фахівців з базової та повної вищої освіти. Готує бакалаврів з інженерної механіки, спеціалістів та магістрів за спеціальністю «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання».

З 2004 року кафедру очолює академік Академії будівництва України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, кандидат технічних наук, професор Леонід Євгенійович Пелевін.

Наукові дослідження ведуться за напрямками:

- основи руйнування природних і штучних робочих середовищ при динамічних навантаженнях (академік Академії наук України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, доктор технічних наук, професор В. Баладінський; академік Академії будівництва України, доктор технічних наук, професор Ю. Абрашкевич; лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, асистент О. Костенюк; асистент О. Марченко);

-
- теоретичні основи робочих процесів машин для земляних робіт статичної дії (академік Академії будівництва України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, кандидат технічних наук, професор А. Фомін; асистенти О. Тетерятник; І.Шемер);
 - теоретичні основи стендових випробувань машин для земляних робіт (академік Академії будівництва України, кандидат технічних наук, професор Л. Пелевін; провідний інженер Д. Москотін; асистенти В. Рашківський; С. Комоцька);
 - розроблення багатофункціонального механізованого інструменту (кандидат технічних наук, доцент І. Русан; доцент О. Вольтерс; асистент Є. Горбатюк);
 - теоретичні основи розроблення підводних робочих середовищ (доктор технічних наук, професор М. Сукач; кандидат технічних наук, доцент М. Діктерук).



МІХАЙЛЕНКО Віктор Мефодійович, д-р техн. наук, професор, професор кафедри прикладної математики КНУБА, дійсний член академії будівництва України, Соросовський професор в галузі точних наук



Народився 17 листопада 1937 р.

В 1963 р. закінчив Харківський інститут радіоелектроніки, у 1974 р. - Донецький університет. 1963-1965 рр. - працював у науково-дослідному інституті; 1965-1977 рр. – доцент, завідувач кафедри вищої математики Луганського машинобудівного інституту. З 1977 р. працює в КНУБА: 1977-2001 рр. - професор кафедри прикладної математики, завідувач кафедри вищої математики, завідувач кафедри прикладної математики; з 2001 р. – професор кафедри прикладної математики. В 1995-2000 рр. працював проректором з наукової та навчально-методичної роботи Європейського університету, директором Українського науково-дослідного системних досліджень. Автор понад 300 праць, серед яких 6 підручників, 18 посібників, 5 монографій.

Напрямок наукової діяльності – моделювання та оптимізація процесів управління в багатовимірних комунікаційних мережах.

Підготував 66 кандидатів та 7 докторів наук.

ДЕМЧЕНКО Віктор Вікторович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри прикладної математики КНУБА



Народився 26 березня 1955 р.

В 1977 р. закінчив Київський державний університет ім. Т.Г.Шевченка за спеціальністю "математика". 1977-1978 рр. - інженер НДІ "Квант"; 1978-1998 рр. – інженер, молодший науковий співробітник, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії обробки графічної інформації в діалоговому режимі НДІ автоматизованих систем в будівництві (НДІАСБ). З 1993 року працює в КНУБА: 1993-2001 рр. - доцент за сумісництвом, доцент; з 2001 р. – завідувач кафедри. Автор 55 наукових праць, серед яких 1 підручник та 4 навчальні посібники.

Основні напрямки наукової діяльності: розробка інформаційних технологій проектування і управління, створення інструментальних програмних засобів, комп'ютерна графіка і геометричне моделювання, геоінформаційні системи і технології.

УДК 004.9+378:001.891

ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Історія розвитку автоматизації архітектурно-будівельного проектування в Україні починається з 60-х років минулого століття. Саме тоді були започатковані роботи з реального впровадження методів математичного моделювання та електронних обчислювальних машин в масову практику проектування і будівництва, які потім були підхоплені і розвинуті широким колом науково-дослідних і проектних інститутів, лабораторій, обчислювальних центрів і кафедр вищих навчальних закладів. Завершення

півстолітнього періоду розвитку комп'ютерного моделювання і проектування в будівництві майже співпадає в часі з 75-річчям Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА) - провідного вищого навчального закладу України з підготовки фахівців для будівельної галузі, що є достатнім приводом як для загальної оцінки стану і перспектив розвитку інформаційних технологій проектування, так і для оцінки внеску КНУБА в їх становлення та впровадження.

Аналіз сучасного стану розвитку та використання інформаційних технологій проектування в будівництві показує, що поряд з очевидними досягненнями (на ринку програмного забезпечення України, в проектних і будівельних організаціях є досить багато якісних багатофункціональних продуктів провідних вітчизняних і світових виробників), існують і значні труднощі широкого впровадження нових розробок в проектну практику. Ці труднощі пов'язані, насамперед, з актуальними проблемами інтеграції окремих програмних продуктів і технологій в єдине інформаційне середовище та проблемами підготовки і перепідготовки кадрів [1].

Проблеми інтеграції повинні вирішуватися шляхом створення в проектних організаціях інтегрованого інформаційного середовища на основі сукупності розподілених баз даних, в якій використовуються єдині правила і механізми збереження, відновлення, пошуку і передачі інформації між різними підсистемами автоматизованого проектування і управління, офісними й іншими системами. Таке середовище повинне забезпечувати реалізацію CALS-технологій неперервної інформаційної підтримки життєвого циклу виробів [2] на основі використання відповідних стандартів обміну інформацією, насамперед, стандарту ISO 10303 (STEP), який визначає склад і конфігурацію виробів, геометричні моделі різних типів, адміністративні і спеціальні дані, аж до електронних інструкцій з експлуатації та ремонту. Необхідною умовою його ефективного функціонування є використання корпоративної інформаційної мережі будівництва України [3] для доступу до галузевих баз нормативно-правових даних, науково-технічної, комерційної і довідкової інформації.

Зростання кваліфікаційних вимог до кадрового забезпечення процесів розробки і експлуатації систем автоматизованого проектування (САПР) вимагає постійного підвищення якості підготовки фахівців у вищих навчальних закладах і в системі неперервної післядипломної освіти. В [4] запропонована узагальнена модель фахівця з САПР об'єктів будівництва і сформульовані методичні принципи системи підготовки і перепідготовки кадрів з урахуванням її галузевої спрямованості.

Ефективне вирішення проблем вдосконалення підготовки фахівців з інформаційних технологій проектування потребує здійснення комплексу загальнодержавних заходів щодо вдосконалення системи підготовки кадрів у вищих навчальних закладах з питань впровадження та використання інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ), передбачених Стратегією розвитку інформаційного суспільства в Україні (WWW документ: <http://www.e-ukraine.com.ua/forum> - 2005). В Стратегії визначені основні напрями і шляхи реформування сучасної освіти, серед яких:

- створення і розвиток єдиного національного освітньо-наукового простору на основі ІКТ;
- інтеграція України в європейський і світовий науково-освітній простір;
- забезпечення пріоритетності підготовки ІТ-спеціалістів через широке залучення до навчального процесу провідних фахівців ІТ-компаній і ранню спеціалізацію студентів за напрямами ІКТ з обов'язковою участю у виробничій і науково-дослідницькій діяльності цих компаній та з подальшим працевлаштуванням у них;
- фундаменталізація знань за рахунок об'єднання зусиль наукових і навчальних закладів, тобто спрямування методології навчання не на урахування швидких технологічних змін (характерних для індустріального суспільства), а "на переосмислення основних парадигм і фундаментальних засад природи і суспільства" заради забезпечення випереджувального технологічного розвитку інформаційного суспільства.



Київський національний університет будівництва і архітектури має майже тридцятирічний досвід підготовки фахівців з розробки, впровадження і експлуатації автоматизованих систем в будівництві. В 1976 році в КНУБА була створена кафедра автоматизованих систем управління (АСУ), призначенням якої була підготовка для будівельної галузі інженерів-системотехніків за спеціальністю АСУ (сучасна назва спеціальності – "Інформаційні управляючі системи і технології"). В 1986 році кафедра здійснила перший набір студентів на спеціальність САПР (сучасна назва спеціальності – "Інформаційні технології проектування") і в 1987 році була перейменована в кафедру систем автоматизації проектування і управління (САПУ), а в 2001 році, в зв'язку з зміною назв спеціальностей, була перейменована в кафедру інформаційних технологій. В тому ж 2001 році до випуску ІТ-спеціалістів долучилася кафедра прикладної математики, яка стала випускаючою кафедрою для студентів спеціальності "Інформаційні технології проектування" (ІТЕП) напряму підготовки "Комп'ютерні науки" освітньо-кваліфікаційних рівнів бакалавр, спеціаліст, магістр.

Кафедра прикладної математики була заснована у 1977 році. Її перший завідувач, кандидат технічних наук, доцент Журавель О.О. спрямував діяльність кафедри на трьох основних напрямках:

- формування педагогічного колективу, здатного ефективно поєднувати викладання навчальних дисциплін з перспективними науковими дослідженнями;
- виконання бюджетних та господарчо-договірних науково-практичних досліджень;
- залучення студентської молоді до теоретичної та прикладної науково – дослідної роботи.

На викладацьку роботу були запрошені доктори наук Ванін Г.О., Михайленко В.М., доценти Крюков М.М., Бродецький Г.Л., Кутовий В.В., які і визначили основні наукові напрями роботи кафедри на довгострокові перспективи:

- дослідження динаміки машин і будівельних конструкцій (науковий керівник кандидат технічних наук, доцент Журавель О.О.);
- моделі, методи, алгоритмічне та програмне забезпечення проблемних задач моделювання та автоматизованого управління складними комунікаційними системами (науковий керівник, доктор технічних наук, професор Михайленко В.М.);
- математичні методи і засоби підвищення надійності експлуатації обчислювальних систем (науковий керівник кандидат технічних наук, доцент Бродецький Г.Л.);
- дослідження, розробка та впровадження в будівельне виробництво моделей і методів оптимального календарного планування (науковий керівник, доктор технічних наук, професор Михайленко В.М.);
- методи та засоби формування неперервної математичної підготовки студентів в процесі повного циклу їх інженерної підготовки на основі застосування проблемно-орієнтованих лекцій та передових навчально-методичних технологій (держбюджетна тема за планами Міністерства освіти України, наукові керівники професори Михайленко В.М., Журавель О.О.);

- моделі і методи оптимізації транспортних процесів при будівництві магістральних газопроводів (науковий керівник доктор технічних наук, професор Михайленко В.М.).

В 1982 році кафедру прикладної математики очолив доктор технічних наук, професор Михайленко В.М., а його замісником став кандидат технічних наук, доцент Журавель О.О. Зміна керівництва не змінила стратегії розвитку кафедри. Розпочалась підготовка аспірантів, в межах наукової тематики кафедри з 1981 по 1994 рік були захищені 51 кандидатська та 4 докторських дисертації. Провідні доценти кафедри Крюков М.М., Бродецький Г.Л., Кулик Ю.В. стали докторами наук і активно включились в роботу по підготовці наукових кадрів, а талановиті аспіранти Безклубенко І.С., Баліна О.І., Шутовський О.М., Турчанінова Л.І., Федоренко Н.Д., Харченко О.І., Серпінська А.В., Полтораченко Н.І., Убайдулаєв Ю.Н., Булига К.Б. стали провідними доцентами кафедри.

На кафедрі протягом 1982 – 1996 року успішно працював головний науковий семінар „Моделі та методи оптимізації процесів розподілу цільових продуктів у багатовимірних мережних комунікаційних системах” (науковий керівник доктор технічних наук, професор Михайленко В.М.), на якому розглядались та рекомендувались до захисту кандидатські і докторські дисертації з комп’ютерних наук.

Діяльність семінару суттєво сприяла розширенню тематики науково-прикладних робіт кафедри з напряму моделювання та оптимізації процесів управління в багатовимірних комунікаційних мережах.

В рамках виконання робіт з підвищення надійності обчислювальних систем викладачами і аспірантами кафедри під керівництвом професора Бродецького Г.Л., доцентів Баліної О.І. та Серпінської А.В. досліджувались стратегії оптимального (за тривалістю виконання деякого завдання) запам’ятовування проміжних даних обчислювальних алгоритмів в системах з обмеженнями на використання запам’ятовуючих пристроїв. Для застосування в базах даних і асоціативних системах були розроблені рекомендації з вибору оптимальних інтервалів часу між архіваціями даних в комплексах технічних засобів, поєднаних каналами зв’язку із випадковими завадами, за умови як неперервного, так і поетапного виконання алгоритмів.

Науково–практичні розробки кафедри були ефективно впроваджені в підприємствах, організаціях і наукових установах: "Київводоканал", "Київенерго", НДІ "Газпроект", "Електромаш", "Аміант" імені О.К. Антонова, Інститут кібернетики АН України, Інститут автоматики АН України, Інститут механіки АН України, Інститут проблем вищої школи Міністерства освіти України, Обчислювальний центр Держплану (м. Київ); НДІ "Управляючих обчислювальних машин" (м. Сєверодонецьк); підприємствах Міністерства комунального господарства міст Києва і Харкова.

На початок нового тисячоліття кафедра прикладної математики мала великий науково-педагогічний потенціал і перспективну тематику наукових досліджень, яка безпосередньо зв’язана з багатьма типовими задачами автоматизації проектування і управління в будівництві. Але для вирішення цих задач на сучасному рівні кафедра не мала комп’ютерів (далась взнаки складна економічна ситуація в країні і в освіті наприкінці минулого століття) і, головне, викладачів з практичним досвідом створення та використання інформаційних систем і технологій. Тому в 2001 році на кафедрі прикладної математики були переведені з кафедри інформаційних технологій кандидати технічних наук професор Лященко А.А. і доцент Демченко В.В. (які мали на той час більш ніж 20-річний досвід наукової-практичної роботи з створення інформаційних технологій проектування і управління в будівництві), а також досвідчені викладачі комп’ютерних дисциплін доцент Фролова Л.З. та асистент Горда О.В. Кафедра набула статусу випускаючої зі спеціальності "Інформаційні технології проектування" і її очолив кандидат технічних наук, доцент Демченко В.В.

Протягом 2001-2003 років кафедра була обладнана сучасними персональними комп’ютерами з розширеними графічними можливостями та відповідним периферійним обладнанням, створено два комп’ютерні класи. Всі комп’ютери об’єднані в локальну мережу кафедри і мають доступ до загально університетської мережі та до ресурсів Інтернет. На кафедрі додатково відкрився прийом в аспірантуру за спеціальністю 05.13.12 "Системи автоматизації проектувальних робіт". До викладання комп’ютерних дисциплін були залучені кращі випускники спеціальності ІТЕП, аспіранти Смирнов В.В., Бородавка Є.В., Білощицька С.В., Семенюк Ю.О.

Нині кафедра готує бакалаврів за напрямом "Комп’ютерні науки", спеціалістів і магістрів за спеціальністю "Інформаційні технології проектування" та забезпечує фундаментальну підготовку студентів комп’ютерних та інженерних спеціальностей з вищої математики, теорії ймовірності і математичної статистики, чисельних методів, дискретної математики та системного аналізу.



З урахуванням переорієнтації на підготовку ІТ-спеціалістів розширилась тематика науково-прикладних досліджень кафедри, які тепер ведуться за трьома основними напрямками:

– математичне моделювання об'єктів і систем, оптимізація процесів управління в багатовимірних комунікаційних мережах (академік Академії будівництва України, доктор технічних наук, професор В.М. Михайленко, кандидат технічних наук, професор Н.Д. Федоренко, кандидати технічних наук, доценти О.І. Баліна, І.С. Безклубенко, Н.І. Полтораченко, Л.І. Турчанинова, О.М. Шутовський);

– розробка інформаційних технологій проектування і управління, інструментальних і прикладних програмних засобів комп'ютерної графіки і геометричного моделювання, геоінформаційних систем (ГІС) і технологій (кандидати технічних наук, доценти В.В. Демченко, Л.І. Турчанинова, асистенти С.В. Білощицька, Є.В. Бородавка, О.В. Горда, В.В. Смирнов);

– розробка і впровадження інформаційно-інтегрованих адаптивних програмних засобів для підтримки кредитно-модульної системи організації навчального процесу (кандидат технічних наук, доцент В.В. Демченко, начальник Центру інформаційних технологій КНУБА А.О. Білощицький, асистенти В.В. Смирнов, О.Г. Мартинюк, інженер-програміст Є.М. Дроздова).

Необхідною складовою підготовки ІТ-спеціалістів є постійна участь викладачів, аспірантів та студентів старших курсів у реальних розробках програмних засобів і створенні нових інформаційних технологій. Наведемо лише найбільш значимі наукові і практичні результати робіт у цьому досить різноплановому та широкому напрямі.

В 2001-2002 роках кафедра співпрацювала з НДІ "Буран" у створенні першої української бортової системи попередження зіткнень літаків, яка відповідає міжнародним специфікаціям на Traffic Alert and Collision Avoidance System II (TCAS II). Зауважимо, що раніше єдиним виробником TCAS II були Сполучені Штати Америки і висока вартість системи перешкоджала її масовому використанню на українських пасажирських та транспортних літаках. Система забезпечує формування та автоматичну передачу по радіоканалах узгоджених рекомендацій з вертикального маневрування екіпажам літаків, для яких за результатами аналізу і прогнозування траєкторій польоту існує загроза зіткнення. Апаратна частина системи і програми взаємодії бортового комп'ютера з пристроями розроблені співробітниками НДІ "Буран", а всі апаратно-незалежні програми рівня логіки застосування реалізовані і налагоджені (з використанням більш ніж трьохсот визначених в специфікаціях тестів) доцентом Демченко В.В. і інженером-програмістом Дроздовою Є.М. Влітку 2002 року вітчизняна реалізація системи TCAS II успішно пройшла льотні випробування (всеукраїнська газета "Факты" за 9 липня 2002 року), а потім і сертифікацію.

Сумісно з кафедрою нарисної геометрії, інженерної та машинної графіки КНУБА і науковою фірмою ІНТЕАР розроблені моделі, методи і програмні засоби побудови викрійок покриттів м'яких меблів (каркасних та безкаркасних подушок з еластичним наповнювачем та оббивкою з натуральних чи синтетичних матеріалів) на основі параметричних гранних моделей конструктивних елементів і сітчастих моделей покриттів, які інтерполюють гранну модель розкрійного елемента. Результати роботи демонструвались на виставці "Меблева промисловість-2001" і відображені в ряді наукових публікацій.

Співробітниками кафедри також створені і впроваджені програмні засоби архітектури "клієнт-сервер" для автоматизації обліку руху замовлень і фінансів на фабриці фото-послуг з неперервним циклом виробництва, які забезпечують виконання наступних основних функцій: накопичення даних про замовлення та їх рух з використанням ручних пристроїв для зчитування штрих-кодів; реєстрацію вхідних та вихідних платежів від зовнішніх клієнтів; ведення баз даних кадрового складу, класифікаторів робіт і нормативів їх виконання; розрахунок нарядної заробітної плати на обсяг робіт з окремих видів виробництва, планування і облік робочого часу; формування різноманітних звітів і довідок; оперативний зв'язок з клієнтами через Інтернет та електронну пошту.

Протягом тривалого часу кафедра співпрацює з Державним науково-дослідним інститутом автоматизованих систем у будівництві (ДНДІАСБ), НДІ геодезії і картографії (НДІГК), Українським гідрометеоцентром та його регіональними підрозділами у створенні геоінформаційних систем і технологій для забезпечення прогнозної діяльності. Зокрема, в 2003 році кафедрою розроблені гнучкі об'єктно-орієнтовані інструментальні ГІС-засоби, що забезпечують: імпорт картографічних даних в форматах ГІС MapInfo; візуалізацію даних у внутрішніх форматах; управління шарами карти; координатну ідентифікацію просторових об'єктів і отримання аналітичних даних про них; прив'язку спеціальних знаків і багаторядкових надписів; інтерактивну побудову ізоліній з використанням форми W-сплайнів; друк карт на принтерах. Побудова тематичних карт (з використанням банку даних оперативних гідрологічних і синоптичних спостережень клієнт-серверної архітектури та розробленого інструментарію) забезпечується спеціалізованими ГІС-засобами безпосередньо на автоматизованих робочих місцях профільних спеціалістів, отримані прогнози карти надсилаються споживачам по різних каналах зв'язку.

Спільно з ДНДІАСБ досліджена ефективність застосування методів просторової індексації на реальних наборах картографічних даних міської забудови та вдосконалені методи доступу до баз геопросторових даних. Результати проведених досліджень використані для створення програмних засобів формування і візуалізації віртуальних просторових моделей забудованих міських територій на основі цифрових картографічних даних про будинки і споруди та триангуляційних моделей рельєфу. Тривимірні віртуальні моделі і програмні засоби їх формування можуть використовуватися для рішення різноманітних прикладних задач, в тому числі: вертикального планування території, виявлення зон зорового сприйняття окремих будівель і архітектурних ансамблів, проектування зон радіовидимості для систем зв'язку тощо.

Перехід до кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП) є одним з першочергових завдань адаптації вищої освіти в Україні до європейських стандартів і принципів Болонського процесу [5]. Ефективне виконання цього завдання потребує від КНУБА, окрім значних організаційно-методичних зусиль, цілеспрямованого розвитку університетської комп'ютерної мережі та інтенсивного впровадження методів і засобів сучасних інформаційних технологій в навчальний процес. Першочерговими задачами є створення розгалуженої системи мережних електронних навчальних ресурсів, засобів комп'ютерного контролю знань і електронного навчального документообігу, підготовка викладачів до роботи в новому інформаційному освітньому середовищі. Кафедрою сумісно з Центром інформаційних технологій КНУБА створено проект і реалізовано першу версію інформаційно-інтегрованих адаптивних програмних засобів НАВІГАТОР-ОСВІТА для підтримки кредитно-модульної системи організації навчального процесу. НАВІГАТОР-ОСВІТА має розподілену архітектуру, основними елементами якої є сервери віддалених баз даних (загально університетської та окремих факультетів) та автоматизовані робочі місця. Програмні засоби НАВІГАТОР-ОСВІТА пройшли дослідну експлуатацію на сантехнічному та будівельному факультетах і вже інстальовані на решті факультетів.

Співробітниками кафедри опубліковано понад 600 наукових та більше 200 навчально-методичних робіт, отримано 19 патентів. Великим попитом серед вищих навчальних закладів України та Росії користуються підручники і навчальні посібники, які створені викладачами кафедри і мають гриф Міністерства освіти України: "Высшая математика" В.М. Міхайленка, П.П. Овчіннікова, Ф.П. Яремчука (1987, 1989); "Вища математика" В.М. Міхайленка, П.П. Овчіннікова (2000, 2001, 2003, 2004); "Сборник прикладных задач по математике" (1987), "Спеціальні розділи математики" (1990), "Алгебра і геометрія для економістів" (1998, 2000, 2001, 2003), "Математичний аналіз для економістів" (1998, 2000, 2001, 2003) В.М. Міхайленка, Н.Д. Федоренко; "Дискретна математика" В.М. Міхайленка, Н.Д. Федоренко, В.В. Демченка (2003).



Викладачі і аспіранти кафедри також співпрацюють з провідними міжнародними видавничими групами, які спеціалізуються на випуску літератури з інформатики і комп'ютерних наук. В 2005 році в видавничій групі BHV вийшов "Самоучитель ArchiCAD 8" В.В. Демченка, А.В. Михайленка, Є.В. Бородавки, в якому описаний популярний програмний засіб для архітектурно-будівельного проектування. Закінчується підготовка замовлених видавництвами навчальних видань: В.В. Демченка, А.В. Михайленка, Є.В. Бородавки - з ArchiCAD 9; В.В. Смирнова, В.Ю. Вацкеля - з програмування кишенькових комп'ютерів і мобільних телефонів.

Бурхливі темпи розвитку сучасних інформаційних технологій вимагають постійного коригування і вдосконалення навчальних планів спеціальності ІТЕП та змісту навчальних програм спеціальних дисциплін. Навчальний план підготовки фахівців з інформаційних технологій проектування в будівництві можна розглядати як трирівневу ієрархічну структуру, в якій перший та другий рівні забезпечують підготовку бакалаврів, а третій – спеціалістів і магістрів.

На першому рівні вивчаються фундаментальні дисципліни і основи знань за напрямом підготовки (вища математика, фізика, інженерна графіка, основи дискретної математики, архітектура комп'ютерів, основи програмування і алгоритмічні мови, алгоритми і структури даних, об'єктно-орієнтоване програмування).

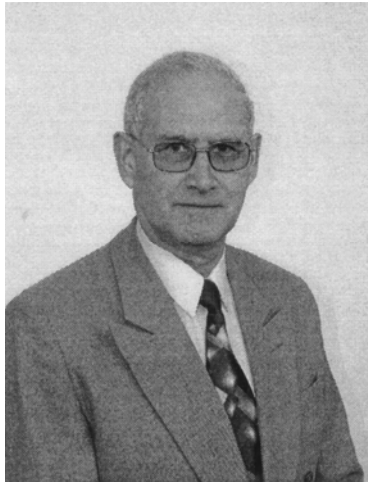
На другому рівні вивчаються спеціальні дисципліни (організація баз даних та знань, комп'ютерні мережі, моделювання систем, геометричне моделювання і комп'ютерна графіка та інші), а також дисципліни галузевого спрямування (опір матеріалів, будівельна механіка, основи проектування архітектурних об'єктів, основи проектування і розрахунку фундаментів, металевих та залізобетонних конструкцій), що дозволяє максимально врахувати яскраво виражені галузеві особливості САПР в будівництві ще на рівні підготовки бакалаврів та сформувати основу для продовження навчання.

Спеціальні дисципліни третього рівня (незважаючи на значні відмінності в програмах підготовки спеціалістів і магістрів) переважно орієнтовані на розробку і впровадження інформаційних технологій проектування з використанням практично всіх отриманих раніше знань.

Завершальним етапом підготовки спеціалістів і магістрів є виконання та захист випускної кваліфікаційної роботи. В процесі формування тем кваліфікаційних робіт перевага віддається комплексним роботам, які виконуються в співпраці з іншими кафедрами університету та враховуються побажання підприємств і організацій, які мають наміри щодо працевлаштування у себе майбутніх випускників.

Література

1. *Козачевский А.И., Демченко В.В.* Проблемы кадрового обеспечения автоматизированного проектирования // Конструкции гражданских зданий: Сборник научных трудов. - К.: КиевЗНИИЭП.-2003.-С. 156-160.
2. *CALS (Поддержка жизненного цикла продукции): Руководство по применению / Министерство экономики РФ; НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика"; ГУП "ВИМИ", 1999. - 44 с.*
3. *Волобоєв Б.А.* Методи проектування інформаційного простору будівельної галузі України // Будівництво України. – 2004. - №5. – С. 5-6.
4. *Зязин А.М., Рыженко И.Э.* Подготовка кадров по САПР-ОС // Системы автоматизированного проектирования объектов строительства: (САПР-ОС). – 1990. - Вып. 7, - С. 46-51.
5. *Степко М.Ф., Болубаш Я.Я., Шинкарук В.Д.* та ін. Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна – Болонья – Саламанка – Прага – Берлін) . – Тернопіль: ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 52 с.

ЗАДОРОВ Вячеслав Борисович, канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій КНУБА

Народився 7 травня 1939 р.

У 1961 р. закінчив Харківський інженерно-будівельний інститут. Працював на інженерних посадах у тресті "Кузбасстранстрой" і в управлінні "КрасноярскГЭСстрой"; молодшим науковим співробітником у ПівденНДІ з будівництва України, старшим науковим співробітником, завідувачем науково-дослідної лабораторії НДІАСБ Держбуду УРСР (1961-1980). З 1980 р. працює в КНУБА доцентом, професором (2000), завідувачем кафедри. Дійсний член Академії будівництва України (відділення інформатики) (2001).

За наукові та викладацькі досягнення нагороджений Грамотою та Подякою мера м. Києва (2004).

У 1974 р. захистив кандидатську дисертацію. Напрямок наукової діяльності – системний аналіз бізнес-систем, реструктуризація виробничих підприємств, системи менеджменту та маркетингу, розробка та впровадження інформаційних управляючих систем і технологій.

Підготував чотирьох кандидатів наук.

Автор понад 130 наукових праць, серед них 5 монографій та навчальні посібники. Основні праці: «Проектирование автоматизированных систем управления строительными организациями» (1972), «Игровые занятия в строительном вузе» (1985), «Эффективность использования электронно-вычислительной техники в строительстве» (1986), «Основи системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації. Частина 1. Введення до проблематики системного аналізу антропогенних організаційних систем. Конспект лекцій» (2000), «Системний аналіз об'єктів та процесів: технологічні основи» (2003).

УДК 519.688.683.7

РОЗВИТОК ПІДГОТОВКИ ІТ-СПЕЦІАЛІСТІВ В БУДІВНИЦТВІ

Сучасні підприємства будівельної галузі відносяться до дуже складного класу організаційних антропогенних систем (АГС). Складність таких систем обумовлена наступними причинами:

великою тривалістю періодів створення складних організаційних АГС;

безупинним (з моменту створення) розвитком, зміною таких АГС протягом тривалого періоду їх функціонування.

Великі терміни створення складних організаційних АГС обумовлюють необхідність постійного або періодичного перегляду заздалегідь заданих елементів і відношень у моделях створюваної системи, і її фіксованих емерджентних властивостей. Це пов'язано зі змінами:

- цільових настанов суб'єкта (колективу суб'єктів - розробників, користувачів);
- методів і засобів створення, використання, експлуатації або розвитку.



Постійна змінюваність створених і функціонуючих організаційних АГС, тобто їх функціонально-структурної організації (ФСО), може бути обумовлена:

- специфікою стану і змін елементів зовнішнього середовища (ЕЗС), в якому така АГС існує;
- появою нових більш ефективних методів і засобів реалізації тих чи інших функцій організаційної АГС у складі об'єктів управління (ОУ) і управляючих елементів (УЕ) в процесі її функціонування;
- виникненням нових можливостей або обмежень у суб'єкта аналізу в процесі функціонування АГС з позицій врахування особливостей ЕЗС.

Сучасні підходи до створення та моделювання таких систем з позицій функціонально-структурної організації (ФСО) АГС стверджують, що елементи функціональної структури первинні, а елементи організаційної структури вторинні, тобто, по-перше, один і той же набір функцій може бути реалізований на багатьох варіантах елементів організаційних структур, по-друге, в організаційних АГС паралельно співіснують два еволюційні процеси: еволюція функцій і еволюція технологій. При цьому темпи еволюції функцій в сучасних організаційних АГС випереджають темпи еволюції технологій.

Таким чином дослідникам і розробникам сучасних інформаційних технологій доводиться мати справу з системами, які мають такі основні риси:

- певну цілісність чи єдність системи, тобто наявність в неї загальної цілі або призначення;
- великі розміри систем, що характеризуються великою кількістю функцій входів і виходів, значною вартістю;
- складність поведінки системи в різноманітних ситуаціях, тобто при наявності між змінними взаємозв'язків, що переплітаються і накладаються, зміна однієї змінної зумовлює зміну багатьох інших. Ця складність проявляється також у складних петлях зворотних зв'язків, що відбуваються в системі;
- нерегулярність у часі надходження збурень зовнішнього середовища і нестабільність його елементів у тих чи інших ситуаціях;
- наявність (у більшості випадків) конкуруючих сторін, тобто необхідність врахування фактора свідомого протистояння в боротьбі за виживання в зовнішньому середовищі.

Такі особливості АГС цілком стосуються як будівельної галузі в цілому, так і окремих її підприємств

В процесі підготовки ІТ-спеціалістів у будівельному вузі значне місце займають питання, які поєднують освоєння студентами знань та вмінь використання засобів створення інформаційних технологій щодо об'єктів і процесів, які підлягають комп'ютеризації, так і знань про самі ці об'єкти і процеси, тобто про самі предметні області, в яких інформаційні технології використовуються. Специфіка будівельної галузі обумовлена наступними чинниками:

- особливістю проектування будівельних об'єктів та процесів;
- особливістю виробничих процесів (об'єкти обробки фіксовані у просторі, ресурси застосовуються в умовах великої невизначеності тощо);
- особливістю організації та управління будівництвом;
- особливістю забезпечення ресурсами та реалізації готової продукції тощо.

ІТ-спеціалісти, підготовка яких здійснюється в будівельному вузі, повинні володіти знаннями з вказаної специфіки будівельної галузі та використовувати їх в процесі

створення, впровадження та розвитку сучасних інформаційних технологій, підходи до яких в останні роки зазнають великих змін. В навчальних планах підготовки ІТ-спеціалістів не передбачено у повному обсязі знання та вміння у конкретних предметних областях, вузи зобов'язані надавати теоретичну і практичну можливість застосовувати методи та засоби системного аналізу на прикладі основних складових окремих предметних областей. Це безумовно стосується підготовки ІТ-спеціалістів у будівельній галузі, що витікає з її великої відмінності від інших галузей народного господарства країни.

Кафедра інформаційних технологій КНУБА (раніше «Кафедра автоматизованих систем управління») була створена в 1976 році. На той час кафедра була однією з перших в Україні, яка здійснювала підготовку та випуск спеціалістів з нового напрямку - комп'ютеризації управлінської діяльності з метою створення, розробки та експлуатації автоматизованих систем управління підприємствами (спеціальність АСУ). З великою вдячністю слід згадати засновника, першого завідувача кафедри, заслуженого діяча науки і техніки, академіка АВШ, д.т.н., професора Михайлова В.С., який багато зробив протягом 23 років керування кафедрою. Великий вклад в розвиток кафедри внесли д.т.н., професор Бушуєв С.Д., д.т.н. Шарадкін А.М., д.т.н., професор Козачевський А.І., д.т.н., професор Потапов В.І., д.т.н., професор Долотов О.В., д.ф.-м. н., професор Кулик Ю.О., к.ф.-м.н., доцент Габович Ю.Р., к.т.н., доцент Антонюк Л.С., к.т.н., доцент Щербань О.О. та інші.

За час існування кафедри жодна сфера людської діяльності не мала такого бурхливого розвитку як комп'ютерні науки і технології. У 1986 році кафедра здійснила перший набір студентів на другу спеціальність з розробки, впровадження та експлуатації: «Системи автоматизованого проектування (САПР) у будівництві». З 2004 року кафедра веде підготовку студентів ще за однією спеціальністю «Професійне навчання. Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні» (ПНК).

Створення кафедри з підготовки ІТ-спеціалістів у нашому вищому навчальному закладі на факультеті автоматизації будівництва стало природним завершенням цілого періоду накопичення досвіду в Радянському Союзі та на теренах сучасної України з комп'ютеризації процесів управління і проектування в будівництві. Саме будівельна галузь однією з перших дала досить сильний імпульс для розвитку практичного застосування обчислювальної техніки в управлінській та інженерній діяльності. Ще в 1963 році в НДІБВ Держбуду УРСР був створений «відділ будівельної кібернетики», а в жовтні 1967 року на його базі вже був створений Державний науково-дослідний інститут автоматизованих систем у будівництві (ДНДІАСБ) Держбуду УРСР, зв'язки кафедри з яким постійно розвиваються.

У зв'язку з появою у переліку такої галузі знань як "Математика і інформатика", а в ній напрямку "Комп'ютерні науки" змінені назви спеціальностей, які зараз готує кафедра. АСУ змінено на "Інформаційні управляючі системи і технології" (ІУСТ) і САПР - на "Інформаційні системи проектування"(ІТЕП). Це наближує нас до світової класифікації. У світі вже склалась така нова галузь, як "Інформаційні технології". З 2001 року змінено назву кафедри на наступну: "Кафедра інформаційних технологій".

Зростання потреби в ІТ-спеціалістах відбувається на всіх міжнародних ринках праці. Багато країн здійснюють програми прискореного забезпечення такими спеціалістами народного господарства своїх країн. В Україні, як і в інших країнах СНД, велике зростання потреби в спеціалістах ІУСТ і ІТЕП здійснюється постійно. За даними фахівців асоціації ІТ-ТЖКАГМЕ «за п'ять років в галузі інформаційних технологій може наступити дефіцит кваліфікованих аналітиків, менеджерів, тестувальників, програмістів» (див. газету «Экономические известия» від 13.07.2005). Особливо це стосується аналітиків, менеджерів та тестувальників, тому що вони найбільш відповідальні за ефективну предметну взаємодію із замовниками ІТ-технологій та їх безпосередніми користувачами (працівниками підприємств - менеджерами, маркетингологами, економістами, фінансистами, логістичними та ін.).



Підготовку спеціалістів цього напрямку сьогодні намагаються здійснювати різні навчальні заклади. Для нашого національного університету, який має випускаючу кафедру і 30-річний успішний досвід підготовки спеціалістів ІУСТ і ІТЕП є всі передумови для закріплення своїх позицій у цьому напрямку.

Специфіка галузевої підготовки спеціалістів цього напрямку відображається в освітньо-професійних програмах, які розроблюються в Міністерстві освіти і науки України. При цьому враховуються специфічні галузеві особливості, у тому числі будівельної галузі. Це стає суттєвим при підготовці спеціалістів спеціальності ІУСТ і, особливо, при підготовці спеціалістів спеціальності ІТЕП.

За період свого існування кафедрою був накопичений багаторічний досвід з підготовки спеціалістів з цього напрямку, створена необхідна матеріальна база. До 60% викладачів кафедри є випускниками кафедри, які закінчили аспірантуру при кафедрі, більшість з яких захистили дисертації.

Історично склалося так, що навчальні плани спеціальностей, що випускаються кафедрою, безупинно змінюються й удосконалюються. Викладачі кафедри доценти Гайна Г.А. і Ізмайлова О.В. є членами комісії Міносвіти і науки України з розробки стандартів учбових програм з підготовки бакалаврів, спеціалістів та магістрів з напрямку "Комп'ютерні науки" в технічних вузах країни зі спеціальностей "Інформаційні управляючі системи і технології" і "Інформаційні системи проектування". Безперервність розвитку комп'ютерних наук і технологій, навчальних планів, а також зазначена специфіка галузевого будівельного вузу природно призвели до того, що на випускаючій кафедрі викладається велика кількість спеціальних дисциплін. Відомі складності щодо ефективної організації роботи такої великої кафедри у визначеній мірі дозволяють отримати з цієї обставини також і достатньо вагому користь:

- по-перше, у рамках кафедри створюється можливість забезпечення комплексності і системності наскрізної підготовки спеціалістів, починаючи з першого курсу;
- по-друге, викладачам кафедри створюються умови з освоєння суміжних дисциплін;
- по-третє, створюється можливість викладачам кафедри індивідуально працювати зі студентами протягом всього навчального процесу (починаючи з молодших курсів до дипломного проектування включно).

У процесі підготовки фахівців, що випускаються кафедрою, беруть участь багато кафедр університету. З 2001 року випускаючою спеціалістів з спеціальності ІТЕП стала кафедра прикладної математики, завідувачем якої став провідний викладач нашої кафедри к.т.н, доцент В.В.Демченко. Особливий інтерес, на наш погляд, становить співробітництво з кафедрами, які беруть участь у керівництві курсовим та дипломним проектуванням наших студентів. Деякий досвід у цьому напрямку вже є. Розширюється взаємодія в цьому напрямку з кафедрою будівельних машин, з кафедрою машин та обладнання технологічних процесів. Захищено декілька дипломних проектів з розробки інформаційних технологій розрахунку і конструювання елементів будівельних машин та технологічних процесів.

Кафедра тісно співробітничала з провідними науковими закладами будівельної галузі України - НДІАСБ і НДІБВ. Висококваліфіковані спеціалісти цих наукових інститутів протягом всього періоду існування кафедри ведуть окремі спеціальні дисципліни, здійснюють керівництво практикою і дипломним проектуванням. Вони є базами практики

Кафедра також співпрацює з проектними інститутами, з Академією будівництва Росії (м. Іваново), з рядом наукових та освітніх установ Німеччини та ін.

За період свого існування кафедра здійснила: 26 випусків фахівців із спеціальності ІУСТ та 15 випусків із спеціальності ІТЕП. Всього кафедрою випущено більш ніж 1500

ІТ-спеціалістів, багато з яких стали провідними спеціалістами, науковцями та викладачами.

До них можна віднести випускника першого випуску проректора Черкаського національного університету д.т.н., професора Теслю Ю.М., директора департаменту макроекономічного прогнозування Мінекономіки України Піщейка В.О., директора з інформаційних технологій агропромислової компанії «Євротек» Діомідова О.О., провідних спеціалістів галузі ІТ-технологій в Україні та за кордоном Кукурузу П.В., Анпілогова П.І., Раєцького А.І., Морозова В.В., Романова О.В., Сигова О.Б., Анісімова А.Л., Лисицина Є.Б., Щетиніна І.Є., Ципенюка В.Л., Неходу О.А., Доманецьку І.М., Попович Н.Л., Демідова П.Г., Дехтярука Д.Є., Красовську Г.В., Шевченка Ю.О., Твердохліба О.В., Порутенка В.П., Городецького П.Г., Барабаш М.М та багатьох інших.

На кафедрі підготовлено 3 доктора технічних наук в тому числі д.т.н. Бушуев С.Д., Шарадкін А.М. Захищено більш 40 кандидатських дисертацій, у тому числі 17 аспірантів, у тому числі:

- здобувачі к.т.н. - Гайна Г.А., Ізмайлова О.В., Сокирко В.В., Степанов А.І., Белкін М.А., Болдаков О.І., Демченко В.В., Криксунов Е.З., Фролова Л.З., Щербина О.А., Хроленко В.Н., Тузова А.Н. та інші.
- аспіранти - Анапрейчик К.А., Ситий К.М., Морозов В.В., Романов О.В., Анпілогов П.І., Кукуруза П.В., Попович Н.Л., Єлістратов С.Б., Доманецька І.М., Цюпко В.Ю., Раєцький А.І., Демідов П.Г., Городецький І.О., Дехтярук Д.Є., Красовська Г.В., Дорошенко М.М., Барабаш М.М., Федусенко О.В.

Наукова робота викладачами кафедри здійснюється у таких напрямках:

- розробка та впровадження інформаційних технологій управління будівництвом (багаторічні розробки в цьому напрямку здійснювались для будівельних та промислових підприємств Головкиївміськбуду, Ленгідроспецбуд, СЗТО та інших будівельних організацій);
- розробка та впровадження інформаційних технологій управління підприємствами будівельних матеріалів;
- реструктуризація та реорганізація управління підприємствами в процесі реформування державних підприємств;
- розробка та впровадження складних інвестиційних проектів розвитку підприємств будівельних матеріалів;
- розробка та впровадження інформаційних технологій в управлінні учбовим закладом.

Організаційно-наукова робота за участю викладачів кафедри виконувалась у різних формах. Так протягом 10 років на кафедрі успішно діяла галузева наукова лабораторія Міненерго СРСР. Також у рамках науково-дослідного сектору виконувались господарчо-договірні наукові роботи окремими групами викладачів. Багато років тому в університеті з метою розвитку інформаційних технологій в управлінні учбовим закладом була створена лабораторія для розробки та впровадження інформаційної технології планування та управління учбовим процесом. Робота цієї лабораторії ведеться під керівництвом к.т.н., доцента кафедри Бабіча В.І. її результатом є впровадження та експлуатація в університеті великої системи "РОЗКЛАД".

Велика увага на кафедрі приділяється сучасним напрямкам наукових досліджень. Тесля Ю.М. розвиває наукову роботу з аспірантами Баранюк Є.К. і Ясеновою І.Д. у напрямках управління проектами, теорії інформаційної взаємодії, розробці та впровадженні інформаційних управляючих систем і технологій; Бабіч В.І. (захистив дисертацію в Німеччині (1982)) з аспірантами Діденко П.П., Перевертуном І.М., Чайкою



А.О. - у напрямках управління складними процесами, інформаційних технологій в освіті, моделювання процесів в будівництві, банківських інформаційних технологій; Болдаков О.І. - в напрямку інформаційних технологій управління державними установами; Ізмайлова О.В. (відмінник Міністерства освіти та науки України) з аспірантами Лупу С.Е., Красовським К.М. - у напрямку прийняття управлінських рішень, моделювання процесів будівництва, автоматизації календарного планування; Гайна Г.А. з аспірантами Терентьєвим О.О., Кіхтенко А.В., Пелєвіним С.Л. - у напрямку систем управління базами даних, базами знань та систем документообігу; Садовський В.І. (зав. відділом НДІБВ Держбуду України) - у напрямку моделювання процесів будівництва, автоматизації календарного планування в будівництві, інформаційних технологій управління державними установами; Цюцюра С.В. з аспірантами Березуцьким І.О., Анпілоговим А.П. - в напрямку стандартизації та систем якості програмних продуктів; Щербина О.А. - в напрямках комп'ютерних засобів навчання, схемотехніки, мікропроцесорних систем.

Навчальний процес на кафедрі забезпечують висококваліфікований викладацький склад професорів, доцентів та асистентів: д.т.н., професор Тесля Юрій Миколайович; вчений секретар кафедри, к.т.н., доцент Ізмайлова Ольга Василівна; провідні доценти - к.т.н. Бабіч Віталій Іванович; член-кор. Академії будівництва України (відділення інформатики) к.т.н. Болдаков Олександр Іванович; к.т.н. Вишняков Володимир Михайлович; к.т.н. Гайна Георгій Анатолійович; к.т.н. Доманецька Ірина Миколаївна; к.т.н. Красовська Ганна Валеріївна; к.т.н. Криксунов Едуард Зиновійович; к.т.н. Попович Наталя Леонтіївна; член-кор. Академії будівництва України к.т.н. Садовський Володимир Іванович; зам. декана ФАІТ к.т.н. Цюцюра Світлана Володимирівна; к.т.н. Щербина Олександр Андрійович; асистент к.т.н. Федусенко Олена Володимирівна; асистенти - Буюклі Олена Євгенівна, Голенков Володимир Геннадійович, Діденко Петро Петрович, Красовський Костянтин Миколайович, Лупу Світлана Едуардівна, Баранюк Євгенія Костянтинівна, Клюєва Вікторія Василівна, Свинар Світлана Олександрівна.

Використання висококваліфікованих сумісників з наукових закладів на кафедрі, що випускає три спеціальності, дозволяє: по-перше, здійснювати постійну взаємодію з цими науковими закладами; по-друге, наблизити студентів до практичної діяльності протягом всього періоду навчання; по-третє, забезпечує можливість застосування в навчальному процесі нових науково-практичних розробок (ППП, АРМ-ів, інформаційних технологій). До участі в навчальному процесі залучаються також аспіранти очної форми навчання,

З метою підвищення якості підготовки ІТ-спеціалістів на кафедрі створюються умови для ефективної організації роботи у таких напрямках:

- забезпечення комплексності і системності наскрізної підготовки спеціалістів,
- починаючи з першого курсу, у рамках Болонської декларації;
- створення умов викладачам кафедри з освоєння суміжних дисциплін;
- створення можливості викладачам кафедри індивідуально працювати зі студентами на протязі всього навчального процесу (із молодших курсів до дипломного проектування включно);
- створення умов для розробки комплексних курсових і дипломних проектів студентів спеціальностей ІУСТ, ІТЕП, ПНК у взаємодії з іншими кафедрами університету.

МАЗУРЕНКО Леонід Іванович, доктор технічних наук, завідувач кафедри електротехніки та електроприводу КНУБА.

Народився 16 лютого 1950р.

В 1978р. закінчив Київський політехнічний інститут. Спеціальність – електричні машини і апарати, інженер електромеханік. 1978-1984р.р. – інженер, 1984-1987р.р. – аспірант, 1987-2002р.р. – молодший науковий співробітник, старший науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України (ІЕД НАНУ). З 2002р по даний час провідний науковий співробітник, заступник завідувача відділу електромеханічних систем ІЕД НАНУ. З 2005р. – завідувач кафедри електротехніки та електроприводу КНУБА за сумісництвом.

Автор біля 80 наукових праць, лауреат ВДНГ СРСР (1988р., срібна медаль)

Основний напрямок наукової діяльності: машини змінного струму, машинно-вентильні генеруючі комплекси та системи їх керування для автономної енергетики.

УДК 621.313

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ КАФЕДРИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КНУБА

Кафедру електротехніки та електроприводу створено в 1965 році. На протязі існування кафедри її очолювали:

1965-1979 рр. – кандидат технічних наук, доцент Вакулік П.Є.;

1979-1982 рр. – доктор технічних наук, професор Квачов Г.С.;

1982-1986 рр. – кандидат технічних наук, доцент Белевітін А.І.;

1986-2005 рр. – дійсний член Академії будівництва України, доктор технічних наук, професор Григоровський Є.П.

Зараз кафедру очолює доктор технічних наук Мазуренко Л.І.

На кафедрі завжди працювали висококваліфіковані спеціалісти. Серед них відомий вчений в галузі електрифікації промислових підприємств та електричних машин Іносов В.Л., який підготував більш ніж 30 кандидатів технічних наук, автор понад 100 наукових праць, серед них 3 монографії.

Зараз кафедра електротехніки та електроприводу є випускаючою (разом з кафедрою автоматизації технологічних процесів) для спеціальності 7.092500 "Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами". Готує бакалаврів з напрямку "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", спеціалістів та магістрів за спеціальністю "Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами".

Навчальний процес забезпечується висококваліфікованим викладацьким складом: завідувач кафедри Мазуренко Леонід Іванович, професор Городжа Анатолій Дмитрович, професор Подольцев Олександр Дмитрович, доцент Голенков Геннадій Михайлович, доцент Белевітін Анатолій Іванович, доцент Лемешко Василь Олександрович, доцент Сторожилова Галина Іванівна, доцент Остапущенко Ольга Павлівна, асистент Кравченко Ігор Миколайович, асистент Ярас Володимир Ігорович.

В навчальному процесі приймає участь кваліфікований учбово-допоміжний персонал кафедри: завідувач лабораторій Маркевич Є.І.; інженери Петрик М.В., Цілик



Л.Я., Березовський А.І., Хоптій В.Я.; старший майстер Трощинський Б.О.; старший лаборант Русанович Л.Г.

З перших років існування кафедри електротехніки та електроприводу її колективом почалась виконуватись і науково-дослідна робота.

Велика увага приділялась удосконаленню електричних приводів будівельних машин та підприємств будівельної індустрії. Були виконані наукові роботи, пов'язані з комплексним дослідженням роторного екскаватора ЕРГ-1600(НКМЗ) (науковий керівник Іносов В.Л.). При цьому особливу увагу надано дослідженням електроприводу роторного колеса, повороту напірного візка та підніманню стріли. Вперше в країні було запропоновано методи зменшення та гасіння коливань стріли засобами автоматики електроприводу.

Суттєві наукові результати отримано при дослідженні транспортерів, що працюють з роторними екскаваторами, пальобійних машин (вібронавантажувачів) та рубільної машини. Так, наприклад, дослідження електроприводу стрічкових конвеєрів забезпечило покращання їх динаміки, дозволило зменшити час розгону конвеєра.

Колективом кафедри були виконані дослідження електроприводів автоматизованих ліній для виготовлення будівельних пластмасових деталей, захисту електроприводів дизель-тролейбусів від буксування, ефективності частотного керування зануреними електронасосами для водопідіймання.

У виконанні розглянутих наукових досліджень у різні часи приймали участь кандидати технічних наук Антонюк Л.С., Григоровський Є.П., Дмитрієва Е.М., Грищенко В.Є., Теплицький Ф.Н., асистенти Цілик Л.Я., Овчарук В.А.

Під науковим керівництвом дійсного члена Академії будівництва України, доктора технічних наук, професора Григоровського Є.П. колективом кафедри були досягнуті значні успіхи при розробці математичних і інформаційних моделей автоматизованих систем керування, що дозволило провести дослідження реальних енергетичних мережевих систем міст Донецьк, Керч, Київ, Феодосія, Сімферополь, Херсон та ін. Результати наукових досліджень систем водопостачання дозволили розробити рекомендації по скороченню дії динамічних процесів у мережевих системах, обґрунтувати, розробити та впровадити схеми автоматизованого керування електроприводами насосної станції, схеми зв'язку мікро ЕВМ з об'єктом керування, алгоритми та програми моделювання динаміки функціонування насосних агрегатів.

Проведено оптимізацію теплових систем одного з житлових масивів м. Херсон.

Важливі наукові результати отримано при розробці методів захисту кабельних електричних мереж з напругою вище 6-10 кВ від корозії.

На кафедрі довгий час проводилась наукова робота, пов'язана з забезпеченням електроенергією високої якості будівельних майданчиків, підприємств будівельного виробництва. Результати цих наукових робіт дозволили значно підвищити надійність електропостачання вказаних об'єктів.

Наукові дослідження, проведені співробітниками кафедри доцентом Лемешком В.О., інженером Маркевичем Є.І. та іншими під керівництвом бувшого завідувача кафедри к.т.н., доцента Вакуліка П.Є., забезпечили розробку та впровадження нових типів безконтактних приладів електрострумовевого захисту.

Існуючі будівельні машини та механізми зворотно-поступального руху та ударного типу (машини для занурення паль, шпунтів та інших будівельних елементів у ґрунт) недостатньо надійні через їх складність, мають велику металоємність. Ще одним суттєвим недоліком є їх недостатня автоматизованість, що призводить до великих енерговитрат. Тому з метою підвищення технічного рівня вказаних будівельних машин співробітниками кафедри електротехніки та електроприводу під науковим керівництвом спочатку доктора технічних наук, професора Квачова Г.С., а в теперішній час кандидата технічних наук, доцента Голенкова Г.М. виконуються широкомасштабні наукові дослідження лінійних двигунів для приводу цих машин.

Вміле поєднання теоретичних та експериментальних досліджень спрямовано на покращання техніко-економічних показників віброзанурювальної та ударної будівельної техніки, на вдосконалення її робочих органів, приводом яких є коаксіально-лінійні асинхронні двигуни. Проводиться також дослідження віброзанурювачів, сконструйованих на основі синхронних лінійних машин та електромагнітних систем. Це дозволяє якісно змінити привод ударних та вібраційних механізмів.

По результатам наукових досліджень опубліковано понад тридцять статей, отримано сім авторських свідоцтв на винахід та чотири деклараційні патенти.

Замовником розробок лінійних машин є ЗАО "Гідроспецбуд" (м.Вишгород).

При виконанні наукових досліджень цього наукового напрямку приймають участь асистент Кравченко І.М., інженер Березовський А.І., аспіранти Макогон С.А., Веремієнко А.В.

На кафедрі велика увага приділяється дослідженням, вдосконаленню та розробці автоматизованих систем контролю технологічного процесу виготовлення буроін'єкційних паль, дослідженню неруйнівних методів контролю для виконання технічної діагностики будівельних конструкцій агрегатів та споруд.

Дослідженню засобів неруйнуючого контролю якості різноманітних будівельних конструкцій та матеріалів велику увагу приділяв ще професор Іносов В.Л. Під його науковим керівництвом розроблено теоретичні передумови по використанню акустичного луно-метода для випробування бутону та проведено дослідження методів дефектоскопії забивних і буронабивних паль, що знаходяться у ґрунті.

У 2001 році при кафедрі електротехніки та електроприводу створена науково-дослідна лабораторія діагностики агрегатів, конструкцій і споруд.

Науковим керівником лабораторії є кандидат технічних наук, професор А.Д. Городжа.

Основні напрямки науково-дослідних і конструкторських робіт лабораторії:

1. Дослідження хвильових процесів, що виникають у залізобетонному стрижні у разі ударного збудження, методів цифрової фільтрації аналогових сигналів, методів виділення і розпізнавання корисних сигналів на фоні завад різного роду, методів та алгоритмів прийняття рішень та автоматизації прийняття рішень про ступінь дефектності та кондиційності конструкцій. Задачею досліджень та інженерних розробок є впровадження пристроїв і програмного забезпечення з метою покращання оцінки технічного стану бетонних паль та стовпів у ґрунті.

2. Дослідження акустичних та пружних властивостей бетону з метою вдосконалення апаратури, що реалізує ультразвукові та ударно-імпульсні методи неруйнівного контролю залізобетонних та кам'яних конструкцій.

3. Розробка інформаційно вимірювальних систем контролю технологічних процесів виготовлення буроін'єкційних паль. Проводяться дослідження вимірювальних каналів, що забезпечують процеси проходження пустотілим шнеком масиву ґрунта і заповнення свердловини

Лабораторія виконує велику кількість госпдоговірних робіт за наступною тематикою:

- обстеження заглиблених залізобетонних паль, бурових стовпів;
- комплексне обстеження неруйнівними методами будівельних конструкцій або споруд і оцінка їх технічного стану, надання рекомендацій про їх подальшу експлуатацію;
- обладнання установок для виготовлення буроін'єкційних паль власними інформаційно вимірювальними системами контролю технологічного процесу, обслуговування та модернізація існуючих систем (у тому числі німецького та італійського виготовлення).

Дослідження у цьому науковому напрямку виконують асистент Ярас В.І., інженер Цілик Л.Я., старший майстер Трощинський Б.О., аспіранти Новотарський Ю.Й., Ловейкін С.О.



З 2005 року на кафедрі електротехніки та електроприводу ведеться наукова робота, пов'язана з подальшим розвитком теорії та розробкою генеруючих машинно-вентильних комплексів та систем їх керування для дизельних, транспортних енергоустановок, джерел живлення автономних технологічних комплексів (доктор технічних наук Мазуренко Л.І., аспірант Дубовик І.В.)

Перспективні напрямки наукової діяльності кафедри:

1. Пошук, обґрунтування нових областей використання регульованого асинхронного електроприводу та електроприводу з новими типами двигунів (лінійні, вентильні тощо) на підприємствах будівельного виробництва і комунального господарства міст та їх дослідження
2. Створення математичних моделей та алгоритмів технологічних процесів.

ІНОСОВ Сергій Вікторович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів КНУБА

Народився 24 жовтня 1946 р.

У 1969р закінчив Київський інженерно-будівельний інститут. Спеціальність - автоматизація будівельного виробництва, інженер-електромеханік. У 1972 закінчив аспірантуру КІБІ, кафедра АБВ. 1972 – 1978 – НДІ будівельного виробництва Держбуду УРСР, сектор вібротехніки, старший науковий співробітник. 1978 – 1984 – УкрНДІпроект Мінуглепрому СРСР, відділ динаміки, старший науковий співробітник. 1984 – 2001 – КНУБА, доцент кафедри АБВ. 2001 – по даний час – КНУБА, завідувач кафедри АТП. Автор понад 100 наукових статей, авторських свідоцтв, навчально-методичних розробок.

Основні напрямки наукової діяльності: електротехніка, механіка, електроніка, автоматика, динаміка машин і автоматичних систем, статистика, обробка інформації, комп'ютерне моделювання машин і систем автоматизації, програмування, вібраційні машини, динаміка роторних екскаваторів і засобів боротьби з вібраціями, тензометричні випробування машин, цифрові системи автоматичного регулювання температури і кондиціонування повітря.

Загальна наукова спрямованість: динамічні розрахунки в різних інженерних областях (механіка, електромеханіка, автоматика, обробка інформації, моделювання технологічних процесів тощо).

УДК 65.001.56:65.012.122(07)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Кафедра автоматизації технологічних процесів (тоді кафедра автоматизації будівельного виробництва) була виділена з кафедри електротехніки в Київському будівельному інституті в 1965 році на хвилі загального захоплення автоматикою. То був час безмежної віри в науку і технічний прогрес, загального потягу до знань і навчання. Кібернетика, наука про управління, вважалася переднім краєм науки і техніки. Здавалося, що автоматизація в найближчому майбутньому вирішить усі проблеми. З іншого боку, будівельна галузь була менш підготовленою до автоматизації, ніж інші технічні галузі. Багато інженерів старшого покоління вважали автоматизацію чимось несерйозним, сплеском моди.

Нині, коли автоматика впевнено зайняла належне (хоч і не безмежне, як сподівалося) місце в будівельній галузі, цікаво згадати, користуючись ювілейною нагодою, ті часи пориву і ентузіазму. Нині важко навіть уявити, що перші аналоги баз даних використовували паперову перфоровану стрічку у якості носія інформації, запис і зчитування відбувалися електромеханічними телеграфними апаратами, а елементною базою були електромеханічні крокові шукачі та реле. В кімнаті №140, де нині знаходиться кабінет завідувача кафедри автоматизації, стояв перший серійний комп'ютер "Урал", а нинішній завідувач, тоді член студентського наукового гуртка, намагався освоїти архітектуру процесору і коди команд. Не тільки мікросхем, але й транзисторів ще не було. Елементною базою були електронні лампи. Комп'ютер споживав біля шести кіловат, тому після годинної його роботи спека в кімнаті ставала нестерпною. Пам'ять (не більше



одного кілобайта) була реалізована на магнітному барабані, що з ревом обертався 50 раз на секунду. Це і була тактова частота процесора. Про клавіатуру, дисплей, принтер, лазерні диски ніхто навіть і гадки не мав. Інформація і коди команд вводилися вручну в двоїчному коді (включили тумблер – нуль, виключили – одиниця). Виводилася інформація також в двоїчному коді на сигнальні лампочки. Ніяких трансляторів і мов програмування (навіть асемблера) не було. Не підтримувались навіть числа з плаваючою комою – треба було спеціально вводити масштаби змінних, щоб обмежити розрядність чисел. Надійність роботи апаратної частини була близька до нуля. Але ентузіазм і кваліфікація перемагали все. Навіть важко уявити, як на таких комп'ютерах тодішнім аспірантам, доцентам і професорам вдавалося вирішувати складні диференційні рівняння. До речі, тоді і мови не було про основне сучасне використання комп'ютерів – набір і редагування текстів. Комп'ютери були надто дорогими для цього, вони використовувалися тільки для інженерних і наукових розрахунків. А престиж науки тоді був величезний.

Згадаймо ж добрим словом тих, хто віддав свої сили навчанню молодих спеціалістів, науковій роботі, організації нашої кафедри. Ми вважаємо, що в університеті особливо треба підкреслювати пошану до найстарших викладачів. Як ще можна навчити молодих людей поважати старших, як не подаючи приклад?

Засновниками кафедри була група висококваліфікованих спеціалістів, що вийшли з київського Інституту автоматичної механіки. Це доктор техн. наук, професор Г.К. Нечаєв, який був першим завідувачем кафедри в період з 1965 по 1986 рік, учасник Великої Вітчизняної війни, відзначений 11 урядовими нагородами, а також доценти Соболевський Г.Д., Троїцький Н.А., Пух А.П., Шикалов В.С.

На кафедрі ще й зараз працюють двоє з цих засновників. Пух Анатолій Петрович, який прийшов на кафедру вже визнаним фахівцем в галузі автоматизації, після захисту кандидатської дисертації і набуття практичного досвіду в Інституті автоматичної механіки. За весь час роботи Пух А.П. незмінно проявляв себе як висококваліфікований педагог і вчений, який всі сили віддавав навчанню молодих спеціалістів і науковій роботі. Анатолій Петрович користується повагою нинішніх студентів, співробітників, колишніх його студентів, як мудра і порядна людина, патріарх кафедри і факультету. Шикалов Володимир Степанович ще чотири роки працював в Інституті радіоелектроніки, тому прийшов на кафедру трохи пізніше. Це висококваліфікований спеціаліст з електроніки, один з найкращих викладачів.

Високі традиції, що були закладені засновниками, підхопили їх учні. В період з 1986 по 2001 рік кафедру очолював д.т.н., професор С.Д. Бушуєв. Зараз кафедру очолює к.т.н., доцент С.В. Іносов. Все життя працював на кафедрі доцент Л.І. Циліорік, студент першого випуску, потім аспірант, асистент, доцент – відомий своїми практичними результатами в галузі автоматизації дозування, кондиціонування повітря тощо.

Зараз кафедра АТП є випускаючою (разом з кафедрою Електротехніки та електроприводу) для спеціальності 7.092500 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами”. Готує бакалаврів з напрямку “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”, спеціалістів та магістрів за спеціальністю “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами”.

Навчальний процес забезпечується висококваліфікованим викладацьким складом професорів, доцентів та асистентів: зав. каф. Іносов Сергій Вікторович, професор Скіданов Володимир Михайлович, професор Мислович Михайло Володимирович, доцент Шикалов Володимир Степанович, доцент Пух Анатолій Петрович, доцент Шороп Ігор Євгенович, доцент Тімінський Олександр Георгійович, доцент Артюхов Віталій Григорович, доцент Самсонов Віктор Олександрович, асистент Бондарчук Ольга Вячеславівна, асистент Соболевська Тетяна Григорівна, асистент Сідун Катерина Василівна, асистент Самойленко Микола Іванович, асистент Волчков Максим Володимирович, асистент Пристайло Тарас Юрійович.

Студентам спеціальності “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” викладаються такі спеціальні дисципліни (основні): Основи збору і передачі інформації, Математичне моделювання з використанням комп’ютерів, Метрологія, технологічні вимірювання і прилади, Теорія автоматичного управління, Теорія інформації, Основи збору і передачі інформації, Автоматизовані системи управління технологічними процесами, Технічні засоби автоматики, Проектування пристроїв та систем автоматики, Електроніка і мікросхемотехніка, Ідентифікація та моделювання об’єктів і систем, Програмування та алгоритмічні мови, Основи систем автоматизованого проектування, Комп’ютерна техніка та організація обчислювальних робіт, Мікропроцесорна техніка, Програмування систем реального часу, Елементи і функціональні вузли обчислювальних комплексів.

До послуг студентів значна кількість літератури, методичних розробок тощо, а також п’ять спеціалізованих лабораторій. Лабораторії кафедри добре забезпечені сучасними комп’ютерами. Кафедра майже повністю перейшла на комп’ютерну підтримку практичних, лабораторних, самостійних занять, курсового і дипломного проектування і частково практики, спираючись на лабораторію мікропроцесорних систем а. 132 (16 комп’ютерів) і лабораторію комп’ютерно-інтегрованих технологій а. 125 (8 комп’ютерів).

За час існування кафедри її співробітниками видано: 5 підручників, понад 400 наукових статей, біля 150 методичних розробок, отримано 37 авторських свідоцтв і патентів. На кафедрі захищено одну докторську і 17 кандидатських дисертацій.

Наукові дослідження на кафедрі АТП ведуться за напрямками:

- розробка і дослідження датчиків та перетворювачів інформації для систем автоматичного керування технологічними процесами.
- розробка мікропроцесорних систем автоматичного дозування бетонної суміші та тепловологої обробки залізобетонних виробів.
- аналіз та синтез алгоритмів керування та обробки інформації в системах автоматичного управління технологічними процесами.
- дослідження та розробка мікропроцесорних засобів управління автономними об’єктами.
- дослідження та розробка мікропроцесорних засобів вібраційної діагностики технічних об’єктів.

Результати досліджень впроваджені на ряді заводів залізобетонних виробів, на багатьох системах кондиціонування повітря, наприклад, в Софії київській тощо.

Кафедра має дуже плідні зв’язки з Інститутом електродинаміки НАН України.

На кафедрі працює за сумісництвом Мислович М. В. - доктор техн. наук, професор, завідуючий відділом теоретичної електротехніки Інституту електродинаміки НАН України, лауреат премії НАН України ім. Г.Ф. Проскури в галузі електротехніки, лауреат Державної премії, експерт ВАКу, спеціаліст вищої кваліфікації.

Напрямок наукової діяльності - теорія, створення та практичне застосування автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем діагностики електроенергетичного обладнання; теорія та методи статистичної обробки інформаційних сигналів.

Він керує аспірантами і магістрами на кафедрі на високому рівні, забезпечує працевлаштування найкращих випускників в НАН, в тому числі в аспірантуру, веде активну наукову діяльність в напрямку спеціальності АУТП на високому теоретичному рівні з реальним впровадженням у виробництво, забезпечує переддипломну практику найкращим випускникам, входить до складу ДЕК і ради по захисту дисертацій за фахом в КНУБА, веде активну видавничу діяльність, викладає лекційні курси на високому педагогічному рівні, спираючись на унікальний науковий і практичний досвід, до нього з повагою ставляться студенти і викладачі.

В штаті кафедри працює Скіданов Володимир Михайлович – доктор техн. наук, професор, лауреат молодіжної (ЦК ЛКСМ України та Укради науково-технічних спілок) Першої премії для молодих вчених у галузі науки і техніки (1985), лауреат ВДНГ СРСР



(1987, Срібна медаль), має відзнаку “Винахідник СРСР”. Він випускник нашої ж кафедри (1977 р.). З 1978 до 2000 р. працював у Інституті електродинаміки НАН України, де захистив кандидатську дисертацію (спец. “Електричні та напівпровідникові перетворювачі електроенергії”), докторську дисертацію (спец. “Електротехнічні комплекси та системи”) і повернувся на кафедру вже на посаду професора. Напрямок наукової діяльності – системні дослідження енергетичних показників автономних об’єктів та реалізація оптимального управління цими об’єктами засобами мікропроцесорної техніки. Є автором і розробником перших в СРСР мікропроцесорних систем управління комплексом тягового електрообладнання експериментальних та серійних електромобілів ВА3-1801, ВА3-2801, ВА3-2802, ЗА3-11091, ЗА3-11092 (1983-1997).

Треба ще додати, що перший завідувач кафедри, доктор техн. наук, професор Нечаєв Г.К. також тринадцять років працював в Інституті електродинаміки НАН України.

Тобто контакти з Інститутом електродинаміки НАН України завжди були дуже плідними для кафедри з точки зору підвищення наукового рівня кадрів і підготовки наступного покоління викладачів з найкращих студентів через аспірантуру і практику наукової роботи.

В ті роки, коли була заснована кафедра автоматизації технологічних процесів, наша освіта була найкращою в світі. Це всесвітньо визнаний незаперечний факт. Заслуга в цьому по праву належить попереднім поколінням освітян. Основним досягненням нашої освіти був її університетський, фундаментальний характер. Основною задачею освіти було формування світогляду, структури знань. Дуже велика роль приділялася фундаментальним дисциплінам – фізика, математика, електротехніка, теоретична механіка, опір матеріалів тощо. Фундаментальність, традиційність, глибина освіти була її перевагою. Студенти привчалися до глибокого самостійного і логічного мислення, до розумових зусиль. Саме тому наші інженери так високо цінувалися в світі. Вони легко адаптувалися в будь якій галузі. Саме тому багато перших випускників нашої спеціальності дуже успішно працюють в США, Австралії, Європі (Гескін О.Д., Долотов А.В., Северіновський М.Л., Склянський Л.А., Сирота Е.Б., Синяк А.А., Шварцман С.М. і багато інших). Нажаль, реальною є небезпека того, що в гонитві за “новими” методами навчання ми можемо втратити незаперечні переваги нашої освіти. По-перше, освіта була, є і повинна бути відносно консервативною галуззю, де традиції грають дуже велику роль. В рекламі Оксфорду і Кембриджу нема ні слова про “нові” методи навчання, зате підкреслюються двохсотрічні традиції і досвід викладання. Надто швидкі, неперевірені зміни можуть бути руйнівними, навіть якщо рухатись в правильному напрямку. По-друге, та західна модель освіти, до якої ми зараз прямуємо, це так звана “мозаїчна” освіта, коли в свідомості замість структури знань і світогляду формується безсистемне, хаотичне нагромадження фактів. Корисними вважаються тільки ті знання, які потрібні в даний момент, для даного робочого місця. Це швидкозмінна інформація. Фундаментальні знання вважаються зайвими. При такому підході перевага університетської освіти (її фундаментальність, традиційність) перетворюється на недолік (лекційні курси готуються роками, а інформація змінюється щомісяця). Від студента не вимагають зусиль для навчання. Людина з такою освітою не здатна робити складні логічні висновки, орієнтується тільки в своїй вузькій галузі, адаптація до нової галузі дуже утруднена. Така людина здатна виконувати якісь прості одноманітні операції, вона не спроможна на розумове зусилля, на власні рішення, на прийняття на себе відповідальності, не має світогляду, вона легко піддається впливам і маніпулюванню. Тобто це масова освіта, орієнтована на формування виконавців нижчого рівня, що добре вміють натискати кожен на свою кнопку. Признаючи необхідність масової освіти, ми вважаємо за потрібне прикладати зусилля, щоб не втратити традиції викладання класичного університетського типу, що були закладені попередніми поколіннями освітян, хоча б для кращих студентів. Та структура університетської освіти, що склалася (з лекціями, робочими програмами, підручниками) досить інерційна і орієнтована на викладання фундаментальних,

системних, традиційних знань, але не придатна для викладання інформації, що швидко змінюється. Для викладання швидкоплинної інформації більше підходять короткострокові курси підвищення кваліфікації. При правильному використанні (для формування фундаментальних знань) інерційність університетської освіти стає безперечною перевагою. Але не треба вимагати від неї безперервної адаптації і перебудови, бо можемо незворотно розвалити ту величну споруду освіти, яку збудували декілька поколінь наших вчителів і довірили нам.

СІВКО Володимир Йосипович, доктор технічних наук, професор, академік Академії будівництва України

Народився у 1939 р.

Закінчив з відзнакою КІБІ у 1961 р. Працював у військово-промисловому комплексі з 1961 по 1964 рр., в Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій (м. Київ) з 1964 по 1968 рр. З 1968 р. – асистент, а з 1970 р. – доцент кафедри ЕРБМ. В 1968 р. захистив кандидатську, а в 1988 р. – докторську дисертацію. З 1992 р. – професор.

Основні напрямки наукової діяльності: напружено-деформований стан будівельних матеріалів в процесах роботи будівельних машин. Досліджував процеси віброущільнення бетонних сумішей, доказав можливість оптимізації напружено-деформованого стану при роботі вібраційних машин з направленою зоною віброущільнення. Розробив основні положення механіки, будівельних матеріалів, базуючись на запропонованій ним залежності між напруженнями і деформаціями (петля гістерезису) для ряду матеріалів (бетонних сумішей ґрунтів, мінеральних добрив і ін.) і математичному апараті динаміки процесів взаємодії робочих органів машин з середовищами. Ним вирішено ряд задач теорії машин: задача процесу віброущільнення бетонних сумішей, задача всебічного статичного ущільнення матеріалу, задача про дію штампа на півпростір і впровадження клина в на півпростір, задача про рух пластичного матеріалу в трубі і ін.

УДК 666.94

Дослідження напружено–деформованого стану матеріалу в робочих процесах будівельних машин

Машини що застосовуються в промисловості будівельних матеріалів, здійснюють цілий ряд технологічних операцій (перемішування, укладання і ущільнення суміші та інше). Для оцінки ефективності роботи машин необхідно вміти описати процес руху матеріалу, а для визначення навантажень і потужності приводу необхідно знати опір, що створює матеріал на робочі органи машин. Область науки, що займається цими питаннями, називається механікою будівельних матеріалів і сумішей. Вона базується на реології, теорії пружності і пластичність.

Основоположниками загальної реології є :

В залежності від властивостей матеріалу для описання процесу може бути застосована теорія деформацій і теорія течіння. Так в загальному вигляді напружений стан може бути описаний:

рівняннями рівноваги

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} &= 0 \text{ або } \left(\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right); \\ \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} &= 0 \text{ або } \left(\rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \right); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_z}{\partial z} = 0 \text{ або } \left(\rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right).$$

рівняннями сумісності деформацій (геометричними рівнями)

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x}; & \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}; \\ \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y}; & \gamma_{yz} &= \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}; \\ \varepsilon_z &= \frac{\partial w}{\partial z}; & \gamma_{zx} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}; \end{aligned} \quad (2)$$

і рівняннями стану середовища. Ці рівняння характеризують реакцію середовища на завантаження. Вони зв'язують між собою напруження деформації. В загальному вигляді ці рівняння мають вигляд:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= F_1(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}); \\ \sigma_y &= F_2(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}); \\ &\dots\dots\dots \\ \tau_{zx} &= F_6(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}) \end{aligned} \quad (3)$$

В цих рівняннях маємо невідомі:

напруження $\sigma_x(x, y, z), \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$;

деформація $\varepsilon_x(x, y, z), \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$;

переміщення $u(x, y, z), v, w$.

Таким чином, при вирішенні системи рівнянь (1), (2), (3) може описаний технологічний процес. Рівняння стану середовища (фізична модель середовища) здійснює прив'язку основних положень теорії пружності і пластичності до механіки будівельних матеріалів і сумішей. Роботами авторів (3) отримано рівняння стану для більшості матеріалів (бетонних і розчинних сумішей, ґрунтів, керамзитобетонних, сумішей, мінеральних добрив і інших). Розроблена методика експериментальних досліджень для отримання рівняння стану в випадках, відсутності даних досліджень. На рис. 1 приведено загальний вигляд рівняння стану для бетонної суміші з В/Ц = 0,4 (Ж= 40...60 с.) при швидкостях навантаження 4, 12 м/с. Як видно така залежність має характер петлі гістерезису. Бона вміщує в собі пружні, пластичні і в'язкісні характеристики.

Більшість технологічних задач промисловості будівельних матеріалів може бути приведена до основних класичних задач механіки:

стиснення будівельної суміші в замкнутому просторі;

вісесиметрична задача;

дія штамп на пружно-пластичний простір;

циліндричний каток на поверхні;

рух кулі в середовищі, що пульсує;

рух середовища в трубі;

втиснення клина в середовище; і інші.

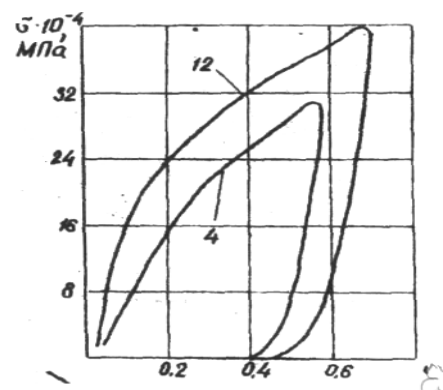


Рис. 1.

Нижче наведені деякі з цих задач:

1. Стиснення будівельної суміші в замкнутому просторі. Схема задачі показана на рис. 2.

Рішення цієї задачі можна отримати в вигляді функції напруження Ері $\varphi(x,y)$. Згідно з теорією пружності [1] функцію напруження вибирають таким чином, щоб диференціальне рівняння рівноваги звелось до тотожності.

Цим умовам можна задовольнити, якщо напруження виразити через функцію Ері $\varphi(x,y)$ наступними співвідношеннями (плоска задача):

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}; \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}; \quad \tau_{xy} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \cdot \partial y} - Xy - Yx. \quad (4)$$

Нами отримано значення функції напруження у вигляді полінома:

$$\varphi = \frac{b_3}{4 \cdot 3} \left(x^4 y - \frac{1}{5} y^5 \right) + \frac{d_5}{2 \cdot 3} \left(x^2 y^2 - \frac{1}{2} y^5 \right) + \frac{b^3}{2 \cdot 1} x^2 y + \frac{d^3}{2 \cdot 3} y^3 + \frac{a_2}{2} x^2 + \frac{c_2}{2} y^2,$$

де $a_2 = -\frac{q}{2}$; $b_3 = -\frac{3q}{4c}$; $d_5 = -\frac{3q}{4c^3}$; $d_3 = -\frac{3a}{4c^3} \left(l^2 - \frac{2}{5} c^2 \right)$; $c_2 = 0$.

Підставляючи знайдені постійні в формулу (4), отримаємо наступну систему напружень:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{3q}{4c^2} (l^2 - x^2) y = \frac{3q}{4c} \left(\frac{2y^2}{3c^2} - \frac{2}{5} \right) y \\ \sigma_x &= -\frac{q}{4^2} \left(\frac{y^3}{c^3} - 3 \frac{y}{c} + 2 \right) \\ \sigma_x &= -\frac{2q}{4c^3} (c^2 - y^2) x \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Залежності (5) дають розподіл напружень в середовищі в залежності від зміни x і y . Для визначення деформації необхідно скористатись рівнянням стану.

2. Вдавлювання випуклого штампа.

До цієї задачі може бути зведено задачу роликowego прокату будівельних виробів, взаємодію клина з середовищем, задачу про кулі в клапанах поршневих розчинонасосів.

Диференціальні рівняння рівноваги мають вигляд (об'ємні сили відсутні):

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

і умова пластичності (Сен-Венана):

$$\frac{1}{4} (\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2 = k^2, \quad (7)$$

де k - зв'язність середовища.

Це система трьох рівнянь, що вміщують три компоненти напруження $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_{xy}$ (система пластичної рівноваги).

Вона може бути розглянута незалежно від компонент переміщення (і рівняння сумісності деформації). Схема рішення наведена на рис. 3.

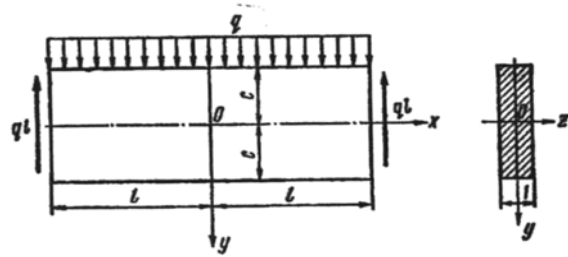


Рис. 2.

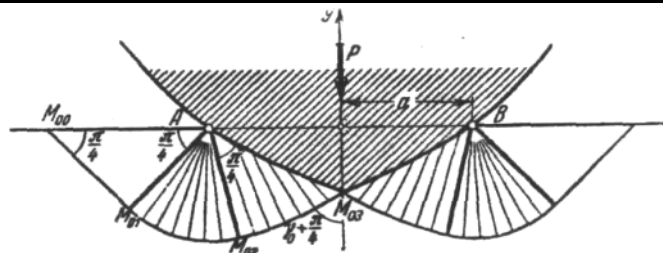


Рис. 3.

В площині $x-y$ розрізняють три області: трикутник $AM_{00}M_{01}$, круговий сектор $AM_{01}M_{02}$ і криволінійний трикутник $AM_{01}M_{02}$. В трикутнику $AM_{00}M_{01}$ і в круговому секторі $AM_{01}M_{02}$ напружений стан визначається залежностями:

$$x - \frac{1}{2}, \quad \varphi - \frac{\pi}{2}, \quad \text{і} \quad x + \varphi = \xi_0, \quad \varphi = \frac{\pi}{4} + \operatorname{arctg} \frac{y}{x+a},$$

де x - безрозмірна перемінна, яка внесена наступним чином:

$$\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) = k, \quad \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) = 2kx - \sigma_0,$$

причому σ_0 - постійна величина a .

Сітка характеристик в першій області складається з двох сімейств паралельних прямих, нахилених до осі x під кутами $\frac{\pi}{4}$, а в другій області утворена сімействами концентричних кіл з центрами в точці A і пучком прямих, що проходять через ту ж точку.

В криволінійному трикутнику $AM_{02}M_{03}$ може бути застосований інтеграл

$$x = -\varphi + \xi_0, \quad y = x \cdot \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{\pi}{4} \right) + \psi(\varphi), \quad \frac{\partial y}{\partial \varphi} = \left(\varphi + \frac{\pi}{4} \right) \frac{\partial x}{\partial \varphi}, \quad (8)$$

де $\psi(\varphi)$ - довільна функція.

Остаточно мають місце рівності:

$$x + \varphi = \xi_0, \quad y = x \cdot \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{\pi}{4} \right) = y(\varphi) - x(\varphi) \cdot \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{\pi}{4} \right) - \alpha,$$

а сітка характеристик утворена кривими, які знаходяться шляхом інтегрування рівнянь (8) і непаралельними прямими $\varphi = \text{const}$, що перетинають лінію контакту під кутами $\frac{\pi}{4}$

Напруження в точках перетину ліній сітки:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_x \\ \sigma_y \end{array} \right\} = \sigma_0 + k(2x \pm \cos \varphi), \quad \tau_{xy} = k \cdot \sin 2\varphi.$$

Дослідження напруженого стану під штампом дозволяє визначити опір вдавлюванню і рух штампа відносно середовища.

$$x = -\frac{1}{2}, \quad \varphi = 0 \quad \text{або} \quad \sigma_x = \tau_{xy} = 0, \quad \sigma_y = -2k.$$

3. Протягування матеріалу через отвір (щілину). Задача може бути застосована при дослідженні руху розчину в трубах.

Рішення задачі наведено на рис. 4.

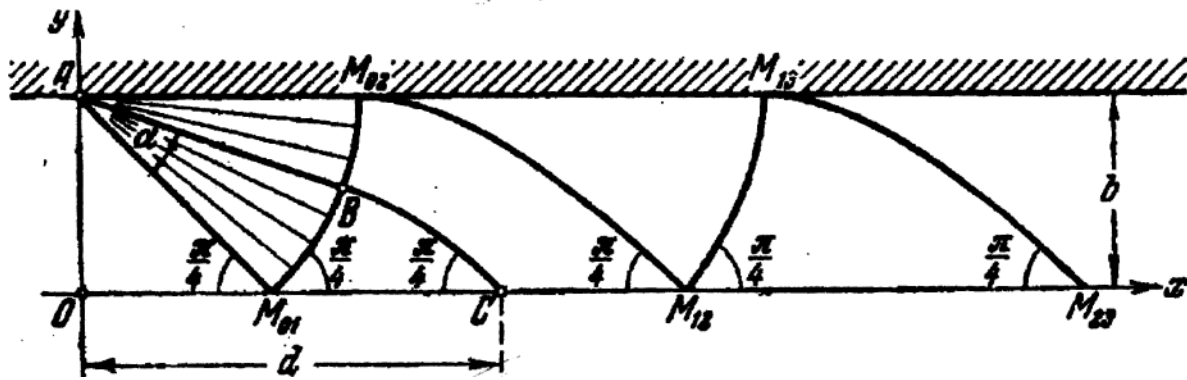


Рис. 4.

В прямокутному трикутнику AOM_{01} має місце рівномірний напружений стан, який визначається так :

а сітка характеристик утворена двома ортогональними сімействами паралельних прямих, нахилених до осі X під кутами $\frac{\pi}{4}$

В круговому секторі $AM_{01}M_{02}$ з центральним кутом $\frac{\pi}{4}$ мають місце рівняння

$$x + \varphi = -\frac{1}{2}, \quad \varphi = \frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg} \frac{b-y}{x},$$

а сітка характеристик складається з сімейства концентричних кіл з центрами в т. A і пучка прямих, що проходять через ту ж точку цієї області.

4. Ущільнення бетонних сумішей

Характер протікання процесу ущільнення бетонних сумішей може бути оцінений характером розподілення щільності по габаритах виробу:

$$\rho = f(x, y, z). \quad (9)$$

Вигляд цієї функції визначається параметрами вібраційної машини (коливальною масою m і площею робочого органу F), режимом віброущільнення (амплітудою коливань x_0 і частотою коливань f) і механічними властивостями бетонної суміші.

Знаходження цієї функції теоретичним шляхом полягає в дослідженні задачі про залишкові деформації ε_0 після ряду послідовних імпульсів вібраційної машини. Перехід від залишкових деформацій до щільності відображує формула:

$$\rho = \rho_0 / (1 - \varepsilon_0). \quad (10)$$

Для вивчення динамічних процесів, що виникають при віброущільненні бетонних сумішей, розглядається динамічна система "робочий орган - бетонна суміш". Під дією змушуючої сили $Q \sin(\omega t)$ робочий орган масою m діє на бетонну суміш. Диференціальне рівняння руху суміші в напрямку координати x за час t буде мати вигляд:

$$\frac{d\sigma}{dx} = \rho \frac{d^2u}{dt^2}. \quad (11)$$

Для рішення цього рівняння необхідно мати залежність між напруженнями і деформаціями для бетонної суміші. Ця залежність, як показано в дослідженнях [1-3] має вигляд петлі гістерезису і містить в собі пружну і в'язку складові опору:

$$\sigma = f(E, \eta, f), \quad (12)$$

де E і η - динамічний модуль пружної деформації і коефіцієнт динамічної в'язкості; f - коефіцієнт сухого тертя.

Рівняння (11) і (12) повинні вирішуватись спільно і таким чином можна описати процес поширення хвиль в середовищі.

Задача про взаємодію робочого органу і середовища надзвичайно складна, якщо її вирішувати в строгій постановці. По-перше, середовище в процесі віброуцільнення зміцнює свої фізичні властивості і відповідно змінюються параметри E , η , f . По-друге, робочий орган знаходиться під впливом опору середовища, що теж змінюється. Тому така задача може бути вирішена двома способами. Перший спосіб полягає в моделюванні властивостей середовища однією з відомих реологічних моделей і в спільному вирішенні рівнянь (11) і (12). Другий спосіб полягає в представленні петлі гістерезисна кусочно-лінійною функцією і розв'язку рівнянь (11) і (12) чисельними способами.

Диференціальне рівняння руху суміші (11) - використовуючи метод характеристик приводиться до системи рівнянь в формі кінцевих різниць:

$$(x_{k,e} - x_{k,e-1}) \cdot (V_{k,e-1} + C_{k,e-1}) \cdot (t_{k,e} - t_{k,e-1}) = 0; \quad (13)$$

$$(x_{k,e} - x_{k-1,e}) \cdot (V_{k-1,e} - C_{k-1,e}) \cdot (t_{k,e} - t_{k-1,e}) = 0;$$

$$\frac{S}{C_{k,e-1}} (\sigma_{yk,e} - \sigma_{yk,e-1}) + \rho(\sigma_y)_{k,e-1} (V_{k,e} - V_{k,e-1}) + \left[\frac{2f_{k,e-1}}{\alpha} \sigma_{yk,e-1} + g\rho(\sigma_y)_{k,e-1} \right] \cdot (t_{k,e} - t_{k,e-1}) = 0$$

; (14)

$$\frac{S}{C_{k,e-1}} (\sigma_{yk,e} - \sigma_{yk-1,e}) + \rho(\sigma_y)_{k-1,e} (V_{k,e} - V_{k-1,e}) + \left[\frac{2f_{k-1,e}}{\alpha} \sigma_{yk-1,e} + g\rho(\sigma_y)_{k-1,e} \right] \cdot (t_{k,e} - t_{k-1,e}) = 0$$

,(15)

де $t_{k,e}$, $x_{k,e}$ – координати (час, положення), в яких шукаються значення параметрів; $\sigma_{k,e}$, $V_{k,e}$ - пошукові параметри напруженого стану (радіальне напруження, швидкість деформації); $x_{k,e-1}$, $t_{k,e-1}$, $\sigma_{k,e-1}$, $V_{k,e-1}$, $x_{k-1,e}$, $t_{k-1,e}$, $\sigma_{k-1,e}$, $V_{k-1,e}$, параметри середовища у відомих точках (знаходяться із початкових і граничних умов); $C_{k,e-1}$, $C_{k-1,e}$ - швидкість руху хвиль в відомих точках відповідно з густиною середовища; $\rho(\sigma_y)_{k,e-1}$, $\rho(\sigma_y)_{k-1,e}$ - густина середовища; g – прискорення вільного падіння; f - коефіцієнт тертя суміші по бортах форми; a – ширина виробу; S – величина, обернена коефіцієнту бокового розпору (= 2; 2,5).

Рівняння (13) описують звукові хвилі в середовищі, а рівняння (14) визначають напружено-деформований стан, обумовлений хвильовими процесами.

Для вирішення задач віброуцільнення необхідні дві початкові і дві граничні умови.

А – початкові умови: при $t = 0$

$$1) \sigma_y = \sigma_{y0} = \sigma_y(x, 0);$$

$$2) V = V_0 = V(x, 0).$$

- закони розподілення горизонтального тиску і модуля вектора швидкості по висоті виробу в початковий момент часу;

Б – граничні умови:

$$1) \text{ при } x = x_0(t) \quad \sigma_y[x_0(t), t] = 0;$$

$$2) \text{ при } x = h \quad F[\sigma_y(h, t); V(h, t)] = 0.$$

Суть першої граничної умови - рівність нулю σ_y на поверхні виробу (при станковому способі формування). Суть другої граничної умови - певна залежність між функціями σ_y і V в зоні контакту робочого органу і середовища. Вид цієї залежності визначається режимом роботи робочого органу.

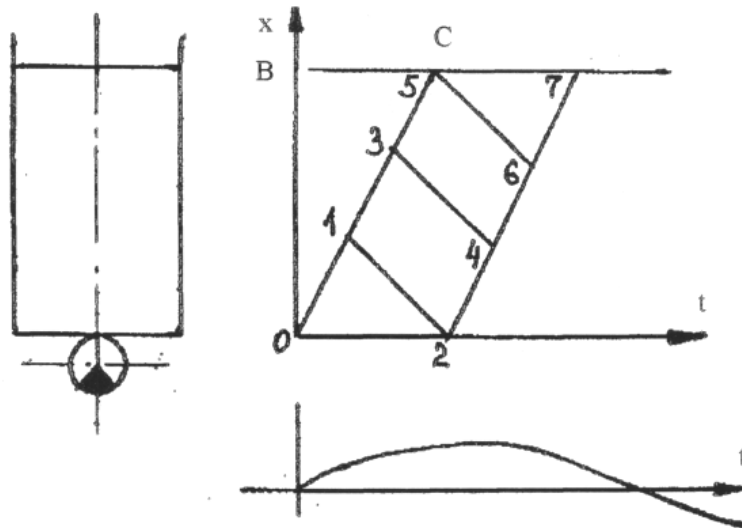


Рис. 5.

Схему рішення задачі наведено на рис. 5. Лінія OB – лінія початкових умов, на якій задаються значення σ_{y0} і $V0$. (середовище нерухоме, а горизонтальний тиск розподіляється за законом трикутника $\sigma_{y0} = \frac{g\rho x}{2.5}$. Вточках 1, 3, 5 значення параметрів будуть $\sigma_{y0} = \frac{g\rho x}{2.5}$;

$$V_0 = 0; \sigma_1 = \frac{2g\rho x}{3 \cdot 2.5}; V_1 = 0; \sigma_3 = \frac{2g\rho x}{2.5 \cdot 3}; V_3 = 0; \sigma_5 = 0; V_5 = 0. \quad (16)$$

На початку, коли середовище нерухоме, від робочого органа поширюється пружна хвиля з швидкістю $C_0 = \sqrt{d\sigma_x / d\rho} = \sqrt{E_0 / \rho}$. Значення модуля пружності для різних середовищ вибирають з [3]. Лінія OC проводиться під кутом $\alpha = h/t = C_0$.

Параметри напруженого стану в точці 2 визначались аналітичним шляхом.

В точці 7 параметри напруженого стану:

$$(x_7 - x_6) - (V_6 + C_6)(t_2 - t_6) = 0 \quad x_7 = h; \quad (17)$$

$$\frac{S}{C_6}(\sigma_7 - \sigma_6) - \rho_6(V_7 - V_6) + \left[\frac{2f_6}{\alpha} \sigma_6 + g\rho_6 \right] \cdot (t_5 - t_6) = 0; \quad \sigma_{y7} = 0. \quad (18)$$

В проміжних точках параметри напруженого стану визначаються рівняннями (13) і (14) в яких перші рівняння визначають параметри руху і напруженого стану від прямих хвиль, а другі рівняння – від зворотних хвиль.

Література

1. Сівко В.Й. Механічне обладнання підприємств будівельних виробів. Підручник. - К.: Вища школа, 1994. - 358 с.
2. Сівко В.Й. Обладнання і технологічні комплекси підприємств важких речовин. Підручник. - К.: Вища школа. 2003. (в друку)
3. Сівко В.И. Основы механики вибруемых бетонных смесей. - К.: Высшая школа, 1987. - 168 с.

Німко Федір Омелянович – Заслужений будівельник України, директор управління баштових кранів ВАТ "Будмеханізація"

Народився 20 липня 1944 року на Житомирщині.

В 1975 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут.

За фахом – інженер-механік по спеціальності "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні машини і обладнання".

З 1977 р. начальник БУ-2 тресту "Будмеханізація".

1982-1985 рр. – радник віце-міністра будівництва в республіці Куба.

1985-1989 рр. – заступник керуючого тресту "Будмеханізація".

З 1989 р. – директор УБК.

УПРАВЛІННЯ БАШТОВИХ КРАНІВ ВАТ "БУДМЕХАНІЗАЦІЯ": ІСТОРІЯ, ЗДОБУТКИ, НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ І РОЗВИТКУ

Застосування підйомно-транспортних засобів в будівництві представляє собою одну із головних складових механізації робочих операцій фактично всіх переділів зведення будівель і споруд. Історія виникнення кранів сягає в деяке минуле від створення і застосування простих підйомних механізмів до сучасних велетенських кранів з великою ступінню надійності складових механізмів, широкою гамою як за можливістю підйому різних вантажів, так і точності їх позиціонування системою керування рухом вантажу.

Управління баштових кранів розпочало свою діяльність 1 червня 1954 року. На базі дільниці була створена "Міжобласна контора по монтажу і експлуатації баштових кранів" із самостійним балансом в складі тресту "Укрбудмеханізація" Міністерства житлового цивільного будівництва УРСР.

В травні 1955 р. в Києві Головкиївміськбудом створюється трест "Будмеханізації і автотранспорту", в підпорядкування якому передається "Управління баштових кранів".

В 1960 році в зв'язку із збільшенням обсягів робіт по розбудові післявоєнного Києва на базі "Управління монтажу і експлуатації баштових кранів" створено два окремих підрозділи "Управління баштових кранів № 1" та "Управління баштових кранів № 2", скорочено УБК-1, УБК-2.

Через 6 років в 1966 році два Управління об'єднуються в один підрозділ "Управління баштових кранів" – УБК.

В 1971 році знову створюється два підрозділи – УБК-1 та УБК-2, що залишились в складі тресту "Будмеханізація". Підрозділи працювали на будівництві м. Києва та інших регіонів України майже 25 років.

В 1996 р. в зв'язку з різким скороченням обсягів будівництва в Україні, в т.ч. м. Києва, з'явилась необхідність знову об'єднати два УБК в один підрозділ.

В березні місяці 1996 року УБК-1 і УБК-2 об'єднались в одне управління – УБК, яке очолив Німко Федір Омелянович.

Сьогодні УБК має понад 50-річний досвід експлуатації та обслуговування вантажопідйомної техніки. Протягом цього часу не тільки в місті Києві, але й далеко поза його межами добрим словом згадують працівників колективу управління баштових кранів, без яких неможливо було б відновити зруйнований війною Хрещатик, побудувати



нові райони – Воскресенку і Борщагівку, Виноградар й Оболонь, Біличі і Троєщину, Осокорки й Позняки, звести школи, лікарні і дитячі садки не тільки в Києві, але й у Київській області для переселенців після аварії на Чорнобильській АЕС; відновити з руїн та відтворити архітектурні пам'ятки Київської Русі – Золоті Ворота, храми Києво-Печерської лаври, Золотоверхий Михайлівський собор.

Незважаючи на тимчасовий спад у будівельній галузі 1992-1996 рр., підприємство змогло не тільки зберегти колектив кваліфікованих фахівців і техніку, але й розширити комплекс надання послуг.

Управління баштових кранів ВАТ "Будмеханізація" нині представляє собою сучасне структуроване підприємство з високою ступінню забезпечення функціонування відповідних підрозділів. Окрім загальноприйнятих підрозділів, які забезпечують робочий процес управління на будівництві, сформовані відділ технічного контролю і діагностики, відділ маркетингу, зовнішніх зв'язків і юридичного супроводження. На базі УБК створений власний учбовий центр, який готує для потреб УБК робочі професії: машиніст баштових кранів, слюсар-монтажник будівельних машин, монтер підкранових колій, слюсарі-наладчики баштових і стрілових кранів. Спільно з КНУБА створено науково-виробничий центр, метою якого є погодження робочих програм по підготовці бакалаврів і спеціалістів, проходження практик на базі УБК, виконання спільних досліджень тощо.

В теперішній час понад 100 будівельних фірм користуються послугами УБК. Понад 85% загального обсягу будівництва м. Києва обслуговується Управлінням баштових кранів.

На будівельних об'єктах (рис.1), що обслуговується УБК працює більше 250 одиниць техніки вітчизняного та іноземного виробництва. УБК має більше 60 одиниць спеціальної техніки для виконання робіт по монтажу, демонтажу, передислокації, обслуговуванню та ремонту баштових кранів, в т.ч. вантажопідіймальні автомобільні крани та крани на спеціальному шасі, вантажопідйомністю від 14 до 70 т, тягачі та причепи – до 60 т.



Рис. 1. Застосування баштових кранів УБК у будівництві м. Києва

Сьогодні в управлінні працюють близько 800 співробітників, серед яких (рис. 2) багато випускників КНУБА.



Рис. 2. Випусники КНУБА в УБК

Підприємство має тісні міжнародні зв'язки. Плідно співпрацює з таким всесвітньо відомими фірмами як "Liebherr", "Potain", "Jaso" (Іспанія), "Layster" (Польща), Іжевським заводом по виготовленню баштових кранів.

В УБК розміщені постійні представництва цих фірм.

УБК має самі теплі стосунки і співпрацює з колегами Москви, Санкт-Петербурга, Мінська, Риги, Вільнюса, Таллінна.

Підприємство готове до співпраці з фірмами по забезпеченню будівництва вантажопідіймальною та іншою будівельною технікою.



ЛІВІНСЬКИЙ Олександр Михайлович, Заслужений будівельник України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. Наук, професор кафедри організації і управління будівництвом



В 1965 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут за фахом інженер-механік. Автор понад 270 наукових праць і винаходів, з них 8 монографій і 5 навчальних посібників. Основні напрямки наукової діяльності: технологія, організація і механізація будівельного виробництва.

УДК.693.611/612

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ОПОРЯДЖЕННЯ ФАСАДІВ МОНОЛІТНИХ БУДИНКІВ

Актуальність проблеми. Інтенсифікація виробництва опоряджувальних робіт у будівництві визначається необхідністю зниження матеріальних і трудових витрат, що щорічно обчислюються мільярдами гривень прямих витрат і мільйонами людино-днів трудових витрат; скорочення інвестиційного циклу будівництва будинків і споруджень. Для інтенсифікації опоряджувальних робіт необхідний комплекс теоретичних і практичних розробок, спрямованих на підвищення ефективності засобів виробництва і технологічних процесів, використання передових методів праці. Вишукування по оздобленню монолітних будинків у нас не проводилися.

Постановка задачі та методи дослідження. Основною задачею є рішення проблеми інтенсифікації виробництва опоряджувальних робіт у будівництві, що забезпечує ріст продуктивності праці і скорочення частки ручної праці, комплексну механізацію проведення робіт і підвищення якості оздоблення монолітних будинків.

Теоретичні дослідження. В основу теоретичних досліджень покладена гіпотеза, що із багатьох різних варіантів технологічних процесів оздоблення монолітних будівель, методів виконання робіт, застосування чисельно-кваліфікаційних складів бригад і номенклатури засобів механізації відібраний і розроблений, обґрунтований і запропонований будівельній практиці такий комплексний метод, при якому забезпечується інтенсифікація оздоблення фасадів монолітних будівель.

На основі аналізу проектів організації виробництва опоряджувальних робіт для монолітних житлових будинків і будинків культурно-побутового призначення визначені види й обсяги опоряджувальних робіт у залежності від конструктивних особливостей об'єктів, що дає можливість визначити вид оздоблювального покриття й обсяги опоряджувальних робіт по процесах. У свою чергу вид обробки і її обсяг визначає трудомісткість робіт із процесів, що залежать від технологічної структури операцій, методів і організації праці робітників, застосування засобів механізації і багатьох інших факторів. Аналізуючи масову забудову окремих проспектів і районів м. Києва монолітно-збірними житловими будинками, можна зробити висновок, що обсяги опоряджувальних робіт коливаються в значних межах: від 5690 м² до 49500 м². Для виконання таких великих обсягів робіт необхідно підбирати оптимальні склади бригад, оснащувати їх

технологічними комплектами засобів механізації і механізованого інструмента, а головне – організувати роботу потоковими методами.

Для установлення впливу технологічної структури процесів і організації праці робітників на вибір і потребу необхідних засобів механізації кожний окремо процес опоряджувальних робіт був розчленований на складові операції для виконання їх окремими ланками потоково-розчленованим методом. Сутність цього методу полягає в тому, що кожен вид опоряджувальних робіт виконується бригадами, що складаються зі спеціалізованих ланок, що строго в технологічній послідовності виконують тільки однорідні роботи, переходячи з однієї ділянки на іншу, по заздалегідь розробленому календарному графіку, що передбачає роботу ланок безупинним потоком. При цьому робітники спеціалізуються на виконанні визначеного виду робіт, забезпечується повне завантаження кожного виконавця в плинні робочої зміни, виробляється навичка в роботі, підвищується майстерність робітників, а отже, і якість виконаної роботи.

Потокові методи виробництва опоряджувальних робіт сприяє спеціалізації праці, повному і рівномірному завантаженню всіх робітників усередині бригад, а також усіх бригад, що беруть участь у спеціалізованому потоці.

Подібна організація робіт найбільш доцільна при опорядженні будинків з монолітного бетону, тому що при цьому площі поверхонь, що обробляються, великі.

Опорядження фасадів організують по захватках потоково-розчленованим методом, максимально сполучаючи виконання окремих операцій.

Вихідними даними є : обсяги штукатурних і малярних робіт (m^2); інтенсивність потоку даних робіт ($m^2/год.$); трудомісткість всього обсягу робіт (люд./год.); норма часу (люд.год. $\cdot m^2$). Для встановлення технологічно необхідних засобів механізації технологічні процеси штукатурних і малярних робіт розчленовуються на прості робочі процеси й операції. Далі визначається відсоток від загальної трудомісткості робіт кожної операції і визначається нормативний годинний виробіток однієї робочої ланки ведучого процесу, як для штукатурних, так і для малярних робіт. Поділивши задану інтенсивність потоку на нормативний виробіток, визначаємо чисельний склад ведучої ланки. По темпу провадження робіт ведучої ланки і процентному відношенню від загальної трудомісткості робіт наступних операцій технологічного процесу визначаємо чисельні склади в інших ланках бригади, а потім і загальний склад бригади штукатурів і малярів.

Можна зробити наступний висновок: для правильного підбора чисельного і кваліфікаційного складу бригади необхідно підсумовувати обсяги одного виду робіт на об'єкті; розчленувати процес на допоміжні операції і визначити їхню трудомісткість і розряд по окремих операціях; для забезпечення безперебійної роботи машин і механізмів, а також для виконання підсобних робіт, необхідно додатково включити моториста й одного підсобного робітника; чисельність бригади необхідно збільшити ще на два чоловіки з урахуванням відпусток, невиходів на роботу, що є неодмінною умовою роботи потоково-розчленованого методу.

Наступним етапом є визначення виробітку однієї робочої ланки в годину і всієї бригади в зміну, а також кількість змін безперебійної роботи для виконання загального обсягу робіт. Для розрахунку виробітку одного робітника в кожній ланці скористаємося методикою, приведені в роботі [1].

Виробіток на одного робітника в другій ланці визначається по формулі:

$$B_2 = \frac{V_1 + V_2 \cdot 0,33}{Z_1 - Z_2},$$

де V_1 - обсяг робіт, виконуваний першою ланкою в годину; V_2 - обсяг робіт, виконуваний другою ланкою; Z_1 - число робітників у першій ланці; Z_2 - число робітників у другій ланці.

Виробіток на одного робітника в годину третьої ланки з урахуванням обсягів робіт буде дорівнювати :



$$B_3 = \frac{V_1 + (V_2 \cdot Z_2) \cdot 0,33 + V_3 \cdot 0,33}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

де V_3 - обсяг робіт, виконуваних третьою ланкою; Z_3 - число робітників у третій ланці.

Виробіток на одного робітника в годину четвертої ланки буде дорівнювати:

$$B_4 = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \cdot \delta}{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4}$$

де V_4 - обсяг робіт, виконуваних четвертою ланкою; Z_4 - число робітників у четвертій ланці; δ - коефіцієнт приведення даних робіт до основного процесу (відношення приведених трудовитрат на 1 м^2 даної операції до приведених трудовитрат основного процесу).

Далі визначаємо технологічно необхідні засоби механізації відповідно до розчленовування операцій процесу штукатурних і малярних робіт і кваліфікаційний склад ланок відповідно до розряду робіт, а також підраховуємо кількість інструментів і пристосувань відповідно до нормо-комплекту [2,3].

Після збору й обробки статистичних даних установлюємо, що чисельний склад ланок штукатурів коливається в межах 8 – 22 робітників, виробіток на одного робітника $17,7 - 35,8 \text{ м}^2$ у зміну, а продуктивність комплекту засобів механізації - $170 - 700 \text{ м}^2$ у зміну. Характер зв'язків між цими параметрами може бути представлений криволінійної залежністю виду:

$$y = a + \sum a_1 x_1 + \sum \sum a_1 a_2 x_1 x_2$$

Для даного дослідження прийнята квадратична залежність:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1^2 + a_4 x_1 x_2 + a_5 x_2^2$$

Після підстановки замість перемінних y , x_1 , x_2 значень B -виробіток одного робітника в зміну (м^2), Π - продуктивність комплекту машин (м^2), p - кількість робітників у ланці (люд.) одержуємо:

$$B = a_0 + a_1 \Pi + a_2 p + a_3 \Pi^2 + a_4 \Pi p + a_5 p^2$$

Залежність B від Π и p визначається засобом найменших квадратів. Після всіх обчислень і визначення коефіцієнта регресії (0,83) установлюємо наступну відповідність шуканих параметрів:

B	27,1	27,5	27,8	28,2	28,6	29,0	29,4	29,7	30,1
Π	190	240	290	340	390	440	490	540	590
p	10	11	13	14	16	17	18	20	21

Таке співвідношення виробітку одного робітника, продуктивності комплекту машин та чисельного складу ланки може бути рекомендовано будівельним організаціям для формування бригад по опорядженню фасадів монолітних будинків потоково-розчленованим методом.

Отже, можна зробити наступні висновки:

- технологічна структура процесів впливає на вибір необхідних засобів механізації;
- цей вплив поширюється також на число виконавців у спеціалізованих ланках і на кількість засобів механізації в комплектах;
- організація виробництва поточного виробництва робіт і їхній обсяг впливають на підбор кількості виконавців у бригадах і терміни виконання як окремих операцій, так і всього процесу, але не впливають на структуру основних операцій і послідовність їхнього виконання.

Таким чином, якщо виконуються ті самі види опоряджувальних робіт, то в будинках різної конфігурації можуть змінюватися тільки тривалість тих чи інших робочих операцій, кількісні склади виконавців у ланках і кількісні склади засобів механізації й інструмента, а їхня номенклатура залишається незмінною. При заміні одних видів обробки іншими змінюються трудомісткість, а, отже, тривалість виконання операцій, що у свою

чергу впливає на кількісний склад виконавців, що також змінюється, засоби механізації і механізованих інструментів змінюються по кількості і номенклатурі. Залишаються тільки незмінними послідовність виконання операцій і технологічні перерви між ними, що мають строгу закономірність і конкретні значення.

Зміна обсягів робіт чи термінів їхнього виконання на однорідних оздоблювальних процесах насамперед впливає на чисельність виконавців і склад засобів механізації і механізованого інструмента в технологічних комплектах. У зв'язку з цим при визначенні оптимального складу бригад варто враховувати тривалість виконання окремих операцій і максимальне використання за фахом кожного робітника (дотримуючи відповідності розряду робіт розряду робітників), рівномірне його завантаження і максимальне використання продуктивності технологічного комплекту засобів механізації.

Література

1. *Куцинский О.П., Архипов В.А., Яновский Г.А.* Производство штукатурных работ методом безостановочного соплования экипажами штукатурных станций. – М.: ЦБНТИ Минтяжстроя СССР, 1977.
2. *Кудрявцев Е.М.* Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства.-М.: Стройиздат, 1989. - 244 с.
3. *Ливинский А.М.* и др. Подбор и организация эксплуатации технологических комплектов средств механизации, инструмента, инвентаря и приспособлений для оснащения бригад отделочников. РСН 237-87. – К.: Госстрой УССР, 1988. – 152 с.

Ловейкін В'ячеслав Сергійович, доктор технічних наук, професор

Народився 14 квітня 1950 року в с. Велика Левада Городоцького району Хмельницької області. Навчався в Київському інженерно-будівельному інституті, який закінчив з відзнакою в 1972 р. за спеціальністю “Будівельні машини та обладнання”. Працював на виробництві, а з 1976 р. до теперішнього часу науковий співробітник і викладач Київського національного університету будівництва і архітектури. Автор трьох монографій, підручника, шести навчальних посібників та біля трьохсот наукових статей та патентів на винаходи

УДК 621.01

КРИТЕРІЇ СИНТЕЗУ РЕЖИМІВ РУХУ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Для оцінки динамічної досконалості механічних систем на основі фундаментального поняття дії [1] запропоновані інтегральні критерії [2-5], які представлені одиничними критеріями в формі критеріальних і питомих дій [2], безрозмірних питомих дій [3], розширеного набору коефіцієнтів корисної дії [4] та комплексними безрозмірними критеріями [5]. В роботі [5] на основі запропонованих критеріїв розроблена методика оптимізації режимів руху механізмів і машин, яка дозволяє вибирати режими, що забезпечують найменші енергетичні витрати та зводять до мінімуму дію динамічних навантажень [6]. Однак в запропонованих критеріях враховуються тільки динамічні властивості механізму або машини і не враховуються характеристики сил опору, що діють на окремі ланки. В той же час дія цих сил на режими руху механізмів і машин має значний вплив.

Тому метою цієї роботи є розробка критеріїв оцінки режимів руху механізмів і машин з урахуванням їхніх динамічних властивостей та сил опору, що діють на окремі ланки.

Режими руху механізмів і машин являють собою функціональні залежності переміщень, швидкостей та прискорень різних порядків окремих точок і ланок від просторового та часового аргументів протягом усього циклу руху механізму і машини, тому критерій оптимальності приймається у вигляді інтегрального функціоналу в формі дії. Крім того, процедура порівняння припустимих режимів руху можлива тільки в тому випадку, коли критерій має вигляд скалярної величини і для кожного режиму приймає конкретне число. У процесі руху механізмів і машин функціональні залежності режимів руху та діючих сил в конкретні моменти часу можуть приймати як додатні, так і від’ємні значення, тому у виразі підінтегральних функцій вони повинні входити в квадратичному вигляді.

Усім перерахованим вимогам до критеріїв оцінки якості режимів руху механізмів і машин відповідає структура критерію у вигляді дії

$$I_n = \int_{t_0}^{t_1} F_n(t, q_k, \dot{q}_k, \dots, q_k^{(n)}, Q_k, \dot{Q}_k, \dots, Q_k^{(n-2)}, a_r) dt, \quad (1)$$

де t – час; t_0, t_1 – початковий і кінцевий моменти часу закінченого циклу руху механізму або машини; F_n – функція “енергії” прискорень $(n-1)$ -го порядку машини чи її

механізму; $q_k, \dot{q}_k, \dots, q_k^{(n)} - k - a (k=1,2,\dots,s)$ узагальнена координата системи та її похідні включно до (n) -го порядку; $Q_k, \dot{Q}_k, \dots, Q_k^{(n-2)}$ – складові узагальнених сил, що враховують сили опору і відповідають узагальненим координатам q_k та їхні похідні включно до $(n-2)$ -го порядку; s – кількість узагальнених координат; a_r -й $(r=1,2,\dots,l)$ конструктивний параметр машини чи механізму, що впливає на режим їхнього руху; l – кількість конструктивних параметрів.

Назву “енергія” прискорень [1] взято за аналогією із записом кінетичної енергії, але вона є цілком умовною і не відповідає відомому поняттю енергії. У функції F_n за аналогією з кінетичною енергією замість швидкостей використовуються умовні прискорення різних порядків, які складаються з суми дійсного та уявного прискорення. Під уявним прискоренням розуміємо прискорення, яке стіснене силами опору, тобто таке прискорення, яке могла б мати система, якби сили опору були б відсутніми, а рушійні сили були б такими, що долають ці сили опору.

Для випадку, коли $F_n=1$, одержуємо критерій у вигляді часу руху, який використовується для розв’язку задач оптимального керування рухом механізмів на максимальну швидкодію, що приводить до підвищення продуктивності. Якщо $n=1$, то функція $F_n=F_1$ являє собою енергетичну функцію, яка складається з кінетичної енергії дійсного руху та енергії уявного руху, що йде на подолання сил опору. В цьому випадку критерій (1) оцінює енергетичні витрати для створення руху з урахуванням його тривалості. При $n=2$ функція $F_n=F_2$ відповідає “енергії” прискорень першого порядку, в яку входять складові дійсного та уявного прискорень. Для функції F_2 критерій (1) відображає ефективну потужність системи для здійснення руху при наявності сил опору. При $n=3$ функція $F_n=F_3$ являє собою “енергію” прискорень другого порядку або “енергію” ривків з урахуванням дійсного та уявного рухів. В цьому випадку критерій (1) оцінює дію статичних і динамічних навантажень, зважених по ривках окремих ланок системи. Оцінка режимів руху може бути здійснена шляхом використання критерію (1) з підінтегральними функціями у вигляді “енергії” прискорень більш високих порядків (третього, четвертого тощо) дійсного та уявного рухів. Такі критерії використовуються при виборі режимів руху механізмів і машин з урахуванням пружних властивостей ланок. Це дає можливість досягти неперервності швидкостей та прискорень ланок системи, що приводить до значного зменшення їхніх коливань. Аналіз режимів руху механізмів і машин з основною координатою руху та s пружними координатами дозволив встановити закономірність використання запропонованих критеріїв для мінімізації пружних коливань всієї системи. Згідно цієї закономірності критерії синтезу режимів руху повинні включати в себе “енергію” прискорень основного до $2s$ -го порядку. Кожний з розглянутих критеріїв оцінює окремі властивості механізму або машини. Для синтезу режимів руху за декількома критеріями одночасно можна використати комплексний критерій, який включає в себе окремі критерії, наприклад, у вигляді лінійної згортки [5].

Наведені критерії являють собою інтегральні функціонали, що відображають небажані властивості системи, тому підлягають мінімізації в процесі синтезу режимів руху. Мінімум критерію (1) досягається на функціях $q_k(t)$, які є розв’язком рівняння Пуассона

$$\frac{\partial F_n}{\partial q_k} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F_n}{\partial \dot{q}_k} + \dots = (-1)^n \frac{d^n}{dt^n} \frac{\partial F_n}{\partial q_k^{(n)}} = 0, k=1,2,\dots,s. \quad (2)$$

Покажемо використання запропонованих критеріїв для оптимального синтезу режимів руху технологічної машини з одним приводним механізмом, представленою механічною системою з одним ступенем вільності та абсолютно твердими ланками, до яких прикладені сили технологічного опору, сили тяжіння ланок та сили тертя в



кінематичних парax. За узагальнену координату такої механічної системи прийемо кутову координату ротора приводного двигуна φ . Зведемо до ротора двигуна маси ланок зі зведеним моментом інерції J_0 та всі діючі сили зі зведеним моментом сил опору M_0 . В загальному випадку зведений момент інерції є функцією узагальненої координати, тобто $J_0 = J_0(\varphi)$, а зведений момент сил опору – часу t , координати φ та швидкості $\dot{\varphi}$, тобто $M_0 = M_0(t, \varphi, \dot{\varphi})$. Розглянемо випадок, коли $J_0 = \text{const}$, а $M_0 = M_c + \mu\dot{\varphi}$. Тут M_c, μ – стала та зміна складові зведеного моменту сил опору, а μ – коефіцієнт пропорційності.

Для розглянутого зведеного механізму визначимо оптимальні режими пуску за критерієм (1) при різних значеннях n .

При $n = 1$ підінтегральна функція критерію (1) має вигляд

$$F_1 = \frac{1}{2} J_0 (\dot{\varphi} + \dot{\varphi}^*)^2 = \frac{1}{2} J_0 \left(\dot{\varphi} + \frac{d^{-1} M_0}{dt^{-1}} \right)^2 = \frac{1}{2} J_0 \left(\dot{\varphi} + \frac{M_c t + \mu \varphi}{J_0} \right)^2, \quad (3)$$

де $\dot{\varphi}, \dot{\varphi}^*$ – дійсна та уявна швидкість ротора приводного двигуна; d^{-1} / dt^{-1} – символ першого інтегралу по часу, який записано в формі диференціювання з показником степені -1 .

Підставивши залежність (3) в рівняння (2), отримаємо умову мінімуму критерію (1), що відображає витрати енергії-часу на процес пуску

$$\ddot{\varphi} - k^2 \varphi = k^2 v t - k v,$$

де $k = \mu / J_0$; $v = M_c / \mu$.

В результаті розв'язку цього рівняння, маємо:

$$\varphi = A_1 e^{kt} + A_2 e^{-kt} + v/k - vt; \quad \dot{\varphi} = k(A_1 e^{kt} - A_2 e^{-kt}) - v; \quad \ddot{\varphi} = k^2(A_1 e^{kt} + A_2 e^{-kt}). \quad (4)$$

Тут A_1, A_2 – постійні інтегрування, які визначаються з крайових умов процесу пуску: $t = 0, \dot{\varphi} = 0$; $t = t_1, \dot{\varphi} = \omega_c$; t_1 – тривалість процесу пуску; ω_c – кутова швидкість усталеного руху ротора двигуна. Для цих крайових умов постійні інтегрування визначаються залежностями:

$$A_1 = A_2 + \frac{v}{k}; \quad A_2 = \frac{\omega_c - v e^{kt_1}}{k(e^{kt_1} - e^{-kt_1})}. \quad (5)$$

Кінематичні характеристики ротора двигуна (4) з урахуванням залежностей (5) забезпечують оптимальний енергетичний режим пуску приводного механізму технологічної машини, в якій сили опору змінюються за лінійним законом відносно швидкості руху.

При $n = 2$ підінтегральна функція критерію (1) визначається залежністю

$$F_2 = \frac{1}{2} J_0 (\ddot{\varphi} + \ddot{\varphi}^*)^2 = \frac{1}{2} J_0 \left(\ddot{\varphi} + \frac{M_c + \mu \dot{\varphi}}{J_0} \right)^2, \quad (6)$$

де $\ddot{\varphi}, \ddot{\varphi}^*$ – дійсне та уявне прискорення ротора приводного двигуна. Після підстановки виразу (6) в рівняння (3), отримаємо умову мінімуму критерію (1), що відображає потужність, необхідну для процесу пуску $\varphi^{IV} - k^2 \ddot{\varphi} = 0$. Розв'язок цього рівняння для крайових умов процесу пуску: $t = 0, \varphi = \dot{\varphi} = 0$;

$t = t_1, \dot{\varphi} = \omega_c, \ddot{\varphi} = 0$ має вигляд:

$$\begin{aligned} \varphi &= B_1 + B_2 t + B_3 e^{kt} + B_4 e^{-kt}; & \dot{\varphi} &= B_2 + k(B_3 e^{kt} - B_4 e^{-kt}); \\ \ddot{\varphi} &= k^2(B_3 e^{kt} - B_4 e^{-kt}). \end{aligned} \quad (7)$$

Тут $B_1 = B_3 - B_4$; $B_2 = k(B_4 - B_3)$; $B_3 = -B_4 e^{-2kt_1}$;

$$B_4 = -\omega_c / (k(e^{kt_1} - 1)(e^{-2kt_1} + 1)). \quad (8)$$

Залежності (7) з урахуванням виразів (8) являють собою кінематичні характеристики ротора двигуна, що забезпечують оптимальний потужнісний режим пуску приводного механізму.

При $n = 3$ підінтегральна функція критерію (1) набуває виразу

$$F_3 = \frac{1}{2} J_0 (\ddot{\varphi} + \ddot{\varphi}^*)^2 = \frac{1}{2} J_0 \left(\ddot{\varphi} + \frac{\mu}{J_0} \dot{\varphi} \right)^2, \quad (9)$$

де $\ddot{\varphi}, \ddot{\varphi}^*$ - дійсний та уявний ривок (швидкість зміни прискорення) ротора приводного двигуна. В результаті підстановки залежності (9) в рівняння (2), будемо мати умову мінімуму критерію (1), що відображає дію динамічних навантажень зважених за ривками $\varphi^{VI} - k^2 \varphi^{IV} = 0$. Загальний розв'язок отриманого рівняння виражається залежностями:

$$\begin{aligned} \varphi &= C_1 + C_2 t + C_3 t^2 + C_4 t^3 + C_5 e^{kt} + C_6 e^{-kt}; \\ \dot{\varphi} &= C_2 + 2C_3 t + 3C_4 t^2 + k(C_5 e^{kt} - C_6 e^{-kt}); \\ \ddot{\varphi} &= 2C_3 + 6C_4 t + k^2(C_5 e^{kt} + C_6 e^{-kt}), \end{aligned} \quad (10)$$

де C_1, C_2, \dots, C_6 - постійні інтегрування, які для крайових умов руху на ділянці пуску $t = 0, \varphi = \dot{\varphi} = \ddot{\varphi} = 0$ та $t = t_1, \dot{\varphi} = \omega_c, \ddot{\varphi} = \ddot{\varphi} = 0$ мають вигляд:

$$\begin{aligned} C_1 &= -C_5 - C_6; \quad C_2 = k(C_6 - C_5); \quad C_3 = -k^2(C_5 + C_6)/2; \\ C_4 &= -\frac{k^3}{6}(C_5 e^{kt_1} - C_6 e^{-kt_1}); \quad C_5 = C_6 \frac{1 - e^{-kt_1}(1 + kt_1)}{e^{kt_1}(1 - kt_1) - 1}; \\ C_6 &= \frac{\omega_c}{k} \left/ \left\{ \frac{1 - e^{-kt_1}(1 + kt_1)}{e^{kt_1}(1 - kt_1) - 1} \left[e^{kt_1} - 1 - kt_1 \left(\frac{kt_1}{2} + 1 \right) \right] + 1 - e^{-kt_1} + kt_1 \left(\frac{kt_1}{2} - 1 \right) \right\} \right. \end{aligned} \quad (11)$$

Кінематичні характеристики (10) разом з залежностями (11) забезпечують оптимальний ривковий режим пуску, який мінімізує пружні коливання ланок механізму або машини.

Для одномасової динамічної моделі машини з параметрами: $J_0 = 4,0$ кг.м²; $M_c = 200$ Н.м; $\mu = 2,0$ Н.м/(рад/с); $\omega_c = 100$ рад/с; $t_1 = 4$ с визначено оптимальні енергетичний, потужнісний та ривковий режими пуску.

Запропоновані критерії є найбільш загальними динамічними критеріями удосконалення механізмів і машин та їхніх режимів руху. Вони універсальні в тому розумінні, що містять у собі геометрію мас, кінематичні характеристики руху, конструктивні параметри системи, діючі сили та відображають її динаміку.

Література

1. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики, т.2.- М., 1977. - 544 с.
2. Горский Б.Е. Динамическое совершенствование механических систем. - К., 1987. - 200 с.
3. Горский Б.Е., Ловейкин В.С. Критерии динамического совершенствования механических систем // Теория машин металлургического и горного оборудования.- Свердловск, 1989.- Вып. 13.- С. 98-102.
4. Горский Б.Е., Ловейкин В.С. Расширение понятия коэффициента полезного действия на все удельные действия // Динамика и прочность тяжелых машин.- Днепропетровск, 1982.- Вып. 6.- С. 13-20.
5. Ловейкин В.С. Оптимизация режимов движения механизмов и машин // Теория механизмов и машин. - Харьков, 1990.- Вып. 49.- С. 3-11.
6. Ловейкин В.С., Нестеров А.П. Динамічна оптимізація підйомних машин. - Харків: ХНАДУ, 2002.- 291 с.



7. *Ловейкин В.С.* Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин. – К.: УМК МВО Украины, 1990. – 166 с.
8. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режимов движения манипуляционных систем роботов по комплексному критерию. – М.: Машиностроение, 1988. – № 2. – С. 9-13.
9. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режимов движения роботов и манипуляторов // Теоретична и приложена механіка. – Софія, 1990. – С. 313-317.
10. *Ловейкин В.С.* Управление производительностью механизмов подъемно-транспортных машин // Подъемно-транспортное оборудование. Респ. межвед. научн.-техн. сб. – 1991. – Вып. 22. – С. 19-24.
11. *Ловейкін В.С., Ловейкін А.В.* Синтез оптимального за швидкодією режиму повороту екскаватора // Гірничі, будівельні, дорожні і меліоративні машини. – К.: КДТУБА, 1996. Вип. 50. – С. 17-21.
12. *Ловейкін В.С.* Синтез оптимальних режимів руху приводних механізмів машин // Зб. наукових праць НАУ. – К.: НАУ, 1997. – С. 47-51.
13. *Григоров О.В., Ловейкін В.С.* Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин. Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 264 с.
14. *Ловейкін В.С.* Критерії оцінки режимів руху механізмів і машин // Зб. наукових праць НАУ. – К.: НАУ, 1998. – С. 8-12.
15. *Ловейкін В.С., Назаренко І.І., Онищенко О.Г.* Теорія технічних систем. Навч. посібник. – К.–Полтава: ПДТУ, 1998. – 200 с.
16. *Ловейкін В.С., Нестеров А.П.* Синтез оптимальних режимів руху механічних систем // Доповіді НАН України, 1997. – № 7. – С. 14-21.
17. *Ловейкін В.С.* Оптимізація режимів руху машин і механізмів // Машинознавство, 1999. – № 7. – С. 24-31.
18. *Ловейкін В.С.* Синтез оптимальних режимів руху механізмів і машин у перехідних процесах // Машинознавство, 2001. – № 8(50). – С. 17-20.
19. *Ловейкін В.С.* Якість машин. – К.: КНУБА, 2001. – 102 с.
20. *Городжа А.Д., Лемешко В.О., Ловейкін В.С.* Матеріалознавство та електротехнічні матеріали. Підручник. – К.: КНУБА. – 2002. – 280 с.
21. *Ловейкин В.С., Нестеров А.П.* Динамическая оптимизация подъемных машин. Монография. – Луганск: Изд-во СНУ, 2002. – 368 с.
22. *Бондаренко Л.М., Довбня М.П., Ловейкін В.С.* Деформаційні опори в машинах. Монографія / За ред. В.С. Ловейкіна. – Дніпропетровськ: РВА “Дніпро-VAL”, 2002. – 200 с.
23. *Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В.* Методи оптимізації режимів руху машин і механізмів // Сб. научных трудов ХНАДУ “Автомобильный транспорт”. Совершенствование машин для земляных и дорожных работ. – Харьков, 2003. – Вып. 11. – С. 55-61.
24. *Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Пастушенко С.І.* Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин. Монографія.- К.- Миколаїв: Вид.-во РВВ МДАУ, 2004.- 286 с.
25. *Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г.* Синтез режимів руху механізмів вантажопідйомних машин за прискореннями вищих порядків на початковій стадії проектування// Зб. наукових праць ПНТУ ім. Юрія Кондратюка "Галузеве машинобудування і будівництво",- Полтава, 2005.- Вип.16.- С.126-130.
26. *Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В.* Застосування класичних методів варіаційного числення у створенні ієрархії комплексних динамічних критеріїв оцінки механізмів і машин // Вібрації в техніці та технологіях, 2004.- № 2(34).- С.6-11.

ЯКОВЕНКО Валерій Борисович, доктор технічних наук, професор

Народився 23 березня 1951 р. в м. Ромни Сумської області.

В 1973 р. закінчив Харківський політехнічний інститут за спеціальністю динаміка і міцність машин.

Працював у Харківському конструкторському бюро по двигунобудуванню ім. Малишева, займався дослідженням танкових двигунів.

З 1975 р. у КНУБА на посадах наукового співробітника, асистента (1978 р.), доцента (1983 р.), професора (1996 р.). Професор Національного технічного університету КПІ (з 1995 р.) та Європейського університету (з 1993 р.).

Автор 3 монографій, 6 учбових посібників, понад 80 статей.

Основні напрямки наукової діяльності: моделювання і розрахунків вібраційних систем, моделювання динамічних систем методом мови графів зв'язків, інноваційні системи

ЯКОВЕНКО В.Б. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ МОВИ ГРАФІВ ЗВ'ЯЗКУ

Моделювання є однією з головних складових частин наукового методу пізнання. Відомо, що якісна і ґрунтовна освіта не можлива без надійного і творчого засвоєння наукового методу. На цій підставі потрібно звернути увагу до вивчення нових методів процесу моделювання, що дає змогу практично, власним досвідом відчутти переваги та потужність наукового методу.

Отже розглянемо феномен моделювання спираючись на досягнення в різних галузях науки з тим, щоб визначити значення та вагу сучасного стану моделювання у освітянській практиці.

Питання моделювання розглядаються у різних наукових дисциплінах, зокрема філософії, системології, теорії алгоритмів, теорії управління, теорії динамічних систем та інших. Головним чином тут, сформувався методологія моделювання.

Коротко нагадаємо головні здобутки моделювання як окремого явища у процесі освіти.

Моделювання явища здійснюється на рівні об'єкту або процесу. Згідно з цим розрізняються два типи моделей об'єктів та процесів – фізичні і абстрактні.

Фізичні моделі утворюються з використанням різноманітних фізичних об'єктів з подібними або схожими явищами, але можливо іншої природи. Фізичні моделі існують завдяки існуванню просторово-часового контінууму, який є спільним для множини різноманітних явищ.

Традиційним прикладом фізичної моделі математичного маятника є електричний коливальний контур, подібно складаються відношення між хижаками та жертвами у біології. Мислено розширюючи просторово-часовий конінуум можна сягнути у аналогіях до зоряних систем або етичних та релігійних норм. Так у євангельській притчі про критику первосвящеників та книжників механічна модель каменя сягає аналогії конфліктуючих відношень між індивідом та групою. "Камінь, у який облишили

будівники, став, головою куту. Бо кожний, що натрапить на той камінь розіб'ється, а на кого вічно паде того роздавить". (Єв. від Луки 20.17).

Абстрактні моделі являють собою опис об'єктів досліджень на певній мові. На відміну від фізичної моделі, компонентами якої є конкретні фізичні елементи, абстрактна модель являє собою теж множину компонентів але у вигляді символів понять, що складають мову.

Таким чином пошук подібностей можна здійснити серед фізичних об'єктів, або навпаки помітивши подібність відношень понять однієї галузі відобразити ці відношення на іншу галузь і спрямувати на поведінку її об'єктів.

Відомими прикладами абстрактних моделей людських почуттів є музика. Індивідуальна мова сприйняття навколишнього світу, як абстрактна модель відтворюється художником у творах живопису. Велику кількість абстрактних моделей побудовано мовами високого рівня у комп'ютерних технологіях. З цієї точки зору сучасна інформатика – це висока технологія.... різноманітних абстрактних моделей.

Отже слід зазначити, що моделювання, як засіб порівняння, є універсальним методом пізнання. Але поряд з цим існує відоме застереження Платона: "Для людини обережної треба більше всього стеретись у відношенні до подібності тому, що це сама слизька галузь" (Платон. "Софіст").

За рівнем моделювання можна розрізнити структурні, логічні та кількісні моделі. Поєднання множин типів моделей та рівнів моделювання, тобто одночасний розгляд явища моделювання як об'єкту і процесу дає можливість відокремити ряд видів моделей, таких як: гносеологічна, інформаційна, сенсорна, концептуальна, математична. (рис.1).

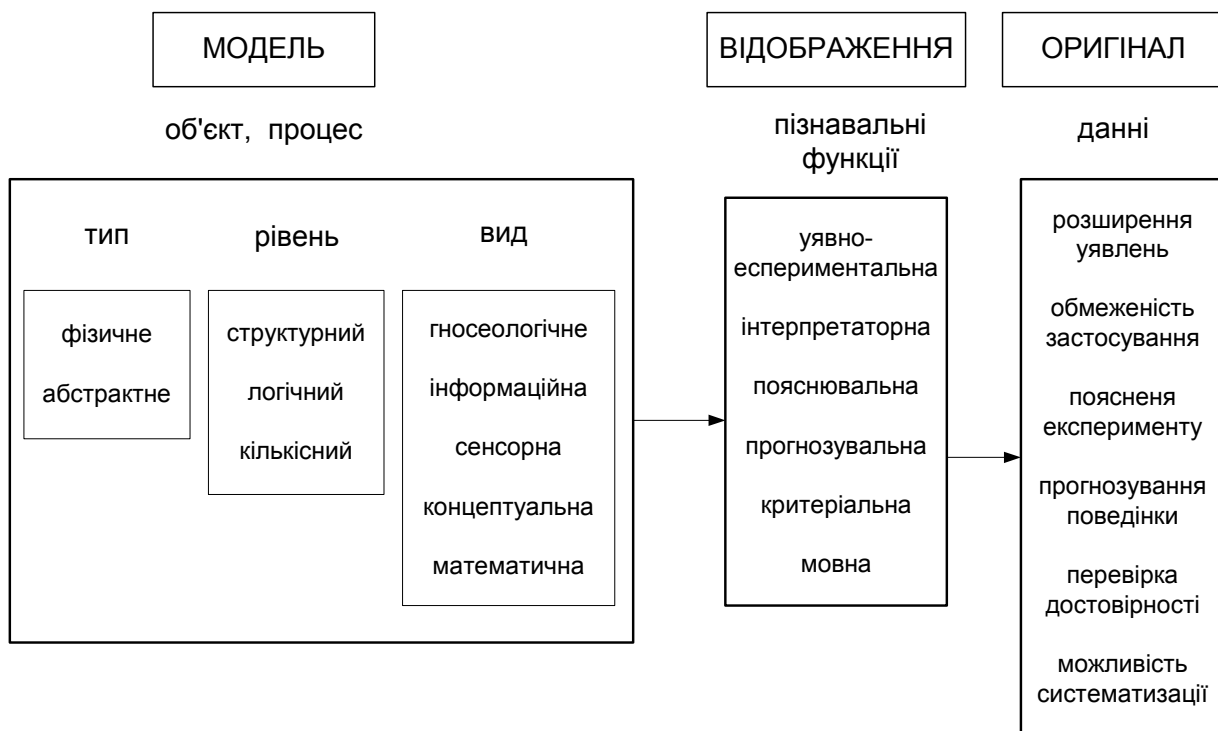


Рис.1. Множина структури моделювання

Розглянемо більш детально ці види моделей.

Гносеологічна модель спрямована на вивчення системи об'єктивних законів природи і явищ.

Інформаційна модель потрібна для опису змісту, складу, основних функцій явища.

Сенсорна модель визначає методичні та інструментальні можливості отримання експериментальної, дослідницької інформації про функціонування.

Концептуальна модель визначає причинно-слідкові зв'язки, що притаманні явищу. На концептуальному рівні можливе ґрунтовне визначення цілі досліджень як відокремленого наслідка.

Математична модель – це абстрактне уявлення об'єкту або процесу на мові математичних понять відношень. Ця модель визначає форму функціональних залежностей, що притаманні концептуальній моделі.

Обравши вид моделі необхідно перейти до побудови відображення, що визначає вибір такої множини пізнавальних функцій, які гарантують отримання потрібних відомостей про оригінал явища. Цей шлях вельми суб'єктивний і головним чином залежить від досвіду та майстерності дослідника. І тому з цього погляду теорія науки подає низку перекладів вдалого моделювання видатними вченими, які ретельно вивчаються поколіннями послідовників як взірці.

Спроба узагальнення цього досвіду визначає можливий склад множини пізнавальних функцій та даних про оригінал моделі, як це наведено на рис. 1.

Разом з цим з методологічної точки зору можливо відрізнити два головних підходи до моделювання. Вони засновуються на стародавньому принципі, що для вивчення властивостей явища його потрібно розділити на якомога більшу кількість окремих простих частин. Це дає змогу відокремити у явищі властивості від структури зв'язків і таким чином створити нові можливості дослідження. Таким чином ця методологія заснована на протиставленні первинності частини і цілого.

Звідси слідкують два підходи до моделювання індуктивний, коли первинна модель цілого будується з окремих моделей частин і дедуктивний коли навпаки первинні моделі частин дають змогу будувати модель цілого.

Базуючись на наведеному опису системи моделювання та використавши досвід багатьох вдалих спроб побудови моделей можна визначити загальну методику побудови моделей у алгоритмічній формі. Вона складається з послідовного виконання наступних головних етапів.

Перший етап полягає у осягненні проблеми і постановці задачі, визначенні цілі дослідження, тобто у виборі тих головних якостей моделі, що обіцяють відтворити найбільш суттєві властивості явища. Цей вибір окреслює предметну галузь дослідження.

Другий етап вміщує збір накопичення та систематизацію вже відомої інформації про явище, або множину явищ. Наслідки цієї роботи фіксуються на рівні певної проблемно-орієнтованої системи понять, що складають мову галузі досліджень.

Третій етап полягає у побудові такого відображення, що визначає множину пізнавальних функцій моделі. Зупинимось більш докладніше на цих функціях (див. рис.1).

Уявно-експериментальна функція засновується на таких уявленнях, що приводять уявного експерименту є розгляд мікро-спостерігачів або виконавців, що діють у масштабах дискретизації системи (демон Максвелла, Кремлівська таблетка).

Інтерпретаторська функція полягає у визначенні кола обмеженості дії моделі, наприклад, відома обмеженість неспроможності механічних моделей у розгляді соціальних явищ.

Пояснювальна функція проявляється у можливості теоретичного пояснення експериментальних даних і фактів. Наприклад, теоретичне узагальнення одним дослідником експериментальних фактів отриманих іншими. У цьому випадку модельне пояснення перетворюється у теорію певної множини явищ.

Прогнозувальна функція моделей проявляється у можливості передбаченні наслідків явищ та протікання процесів.

Критеріальна функція моделі виконується тоді, якщо можливо з її допомогою перевірити дійсність відомостей про оригінал. Ця функція щільно пов'язана з метрологією і повинна узгоджуватись з множиною моделей вимірювальних засобів та дослідницьких методик. Тільки у цьому випадку можлива адекватна перевірка гіпотез та відтворення чужих експериментів.

Мовна функція моделей розділяється на дві частини по засобам кодування інформації на синтаксичну, а по змісту відомостей – семантичну.



Вибір тієї чи іншої множини пізнавальних функцій при побудові моделі складає мистецтво дослідження. Тут часто використовуються обмеження, модельні аналогії та інші суб'єктивні дії. На виході цього етапу отримується модель явища, що підлягає подальшому вивченню і дослідженню.

Четвертий етап полягає в дослідженні моделі. На цьому етапі модель перетворюється у інструмент дослідження. Спостереження, досліди, обчислення, катастрофічні обставини протиставляються дослідженню реальної системи. На цьому етапі намагаються отримати як можна більше інформації для того, щоб порівняти з існуючою інформацією про оригінал явища.

П'ятий етап моделювання складається у визначенні можливості переносу відомостей отриманих на моделі на поведінку оригіналу. Традиційною є експериментальна перевірка теоретичних даних. Успіхом такого переносу можна вважати досягнення хоча б одного рівня з слідуючих даних про оригінал: розширення уявлень про явище, галузь обмеженості застосування, пояснення експерименту прогнозування поведінки перевірка достовірності, можливості систематизації.

Таким чином коротко процедура моделювання полягає у виконанні такої множини дій: визначення цілі; вибір, аналіз, порівняння, перенос. Тобто моделювання складається з актуалізації відомостей про оригінал, зазначення протиріч у його описі і визначенні цілі, констатації неможливості досягнення нових цілей засобами старих моделей; вибір, або побудова нових моделей, дослідження моделей порівняння і перевірку дійсності отриманих даних, перенос даних на оригінал розширення уявлень і відомостей про оригінал, пояснення та виключення протиріч.

Отже загальний процес побудови моделей полягає у виконанні слідуючої процедури:

- формулювання проблеми, визначення цілей і меж застосування, аналіз минулого досвіду;
- декомпозиція явища та побудова абстрактної моделі у обраній множині понять;
- трансляція моделі на проблемно-орієнтованій мові моделювання;
- аналіз моделі, отримання даних про явище;
- верифікація моделі порівняння та перевірка даних, отриманих на абстрактній моделі з об'єктивними фактами та даними експериментів;
- інтерпретація даних, побудова нових висновків та оцінка наслідків явищ;
- реалізація та документування або організація змоги практичного використання результатів моделювання у інших дослідженнях або галузях.

Безперечно, що наведена процедура моделювання узагальнює вдалих, а часом гіркий досвід багатьох поколінь дослідників. Певною мірою ця процедура є фундаментом наукового методу. Та водночас, навіть на цьому рівні узагальнень еволюція суспільства створює потреби у подальшому розвитку наукового методу, зокрема методології моделювання. Зараз на кінці сторіччя, повертаючись назад і уважно переглянувши подоланий шлях можна помітити деякі цікаві тенденції у розвитку методів моделювання, що притаманні останнім десятиріччям. Розглянемо більш детально ці тенденції, щоб створити підґрунтя для творчого використання сучасних надбань у моделюванні. На наш погляд таке історичне, ретроспективне уявлення про моделювання дуже важливе для організації творчої освітянської діяльності.

Отже розвиток яких рис процедури моделювання характерно для нашого часу. Звернувшись до огляду праць по цьому напрямку можна зробити висновок, що друга половина нашого сторіччя відрізняється розвитком структурного рівня моделювання на основі топологічних методів та теорії графів. Це стосується багатьох наукових напрямків: діаграми Р.Фетнмана у квантовій механіці і теорії поля; формалізм сигнальних графів Шенона-Мезона у теорії ланцюгів; топологічні узагальнення теорії ланцюгів у роботах Трента, застосування лінійних графів для аналізу складних динамічних систем автоматизованого управління в роботах академіка Б.Н.Петрова, розвиток структурної теорії електромеханічних систем. Г.Кенигом, В.Блекуелом, Н.Кесаваном, Я.Токадою,

теорія просторових механічних систем Л.К.Лілов, структурні методи моделювання з використанням графів набули розвитку в роботах Робішо Л., Буавера М., Робера Ж., В.В.Солодовнікова, Г.С.Поспелова, А.С.Шаталова, Л.Т.Кузіна, А.Г.Остапенко, А.Є.Божко, Н.Ф. Ільїнського, В.К.Цаценкіна, Є.А.Арайса, В.М.Дмитрієва, Сешу Р., Ріда М., вітчизняний пріоритет застосування графів у електронній техніці належить В.П.Сігорському.

Значне поширення методів теорії графів у різних наукових школах і напрямках відбувається завдяки працям Крона Г, Хеппа Х., що розвинули метод ..., що полягає у принциповій можливості дослідження складних систем по окремим частинам.

Критично оглядаючи розвиток досліджень у застосуванні теорії графів до моделювання можна зазначити, що ці методи вже пройшли часи модного захоплення, в багатьох дисциплінах вони надійно увійшли в арсенал моделювання і потребують подальшого розвитку.

Теорія графів як фундаментальна математична дисципліна, безперервно і інтенсивно розвивається, отримуються нові результати, що вимагають втілення у розвиток інших галузей науки і освіти. Таким чином структурний рівень моделювання, завдяки загальному розвитку комп'ютерних технологій вдало доповнений концепцією проблемно-орієнтованої мови у дослідженнях Т.Пейнтера, Д.Керноги, Р.Розенберга, що створили нову мову моделювання методами графів зв'язку.

Слід зауважити про дві головні риси цього підходу; графи зв'язку, це певний тип графів, що забезпечує побудову структурних моделей у вигляді дерев з легким розвитком до векторного і тензорного рівня; мовний рівень моделювання гарантує міждисциплінарний підхід, тобто можливість створення моделей динамічних систем різноманітної фізичної природи від механічних до біологічних, економічних і соціальних.

Обраний напрямок вийшов досить вдалим і за тридцять років свого існування мова графів зв'язку розповсюдилась по світу, створивши власне наукове середовище (рис.2).

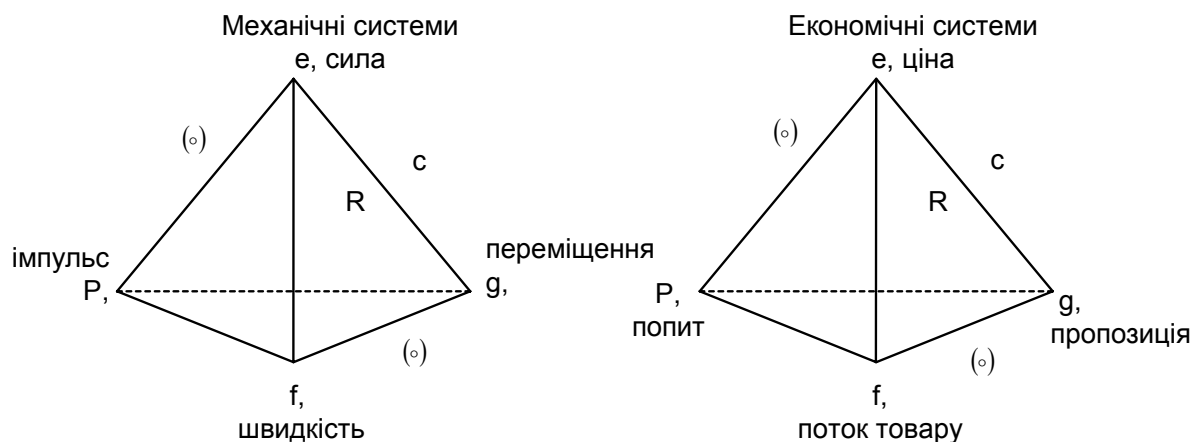


Рис. 2

Зараз вона успішно використовується у понад 17 країнах світу у дослідженнях Ю.Тома, А.Мартенса, Ю.Орта, А.Перельсона, Д.Ауслендера, Р.Бридвелда, Д.Маргуліса, Л.Бондерсона та їх чисельних учнів і послідовників. Цій окремій тематиці присвячено 3 спеціальних випуски стародавнього і престижного американського журналу Journal of the Franklin Institute (vol. 308, 319, 328; 1979,..1991 р). За бібліографічним оглядом за 40 років існування цього наукового напрямку в світі надруковано понад 500 статей, створено 20 пакетів комп'ютерних програм орієнтованих саме на цю ідеологію моделювання. Випущено декілька монографій і підручників, регулярно проводяться наукові семінари і конференції, готуються наукові кадри.

В останній час у серії статей С.Биркета і Р.Рое запропонована математична теорія, яка стверджує, що графи зв'язку і звичайні графи це тільки два різних засоби відображення структурної комбінаторної теорії. На сучасному рівні розвитку методу графів зв'язку можна стверджувати, що ці методи за своїми прикладними можливостями і



ресурсами еквівалентні з тією різницею, що графи зв'язку більш наглядно відображають структурну інформацію. Наочний розподіл структурної і якісної фізичної інформації покладений у основу ідеології графів зв'язку.

Зважаючи на ті обставини, що цей напрямок моделювання у практиці вітчизняної освіти не розвивається, на факультеті авіаційних і космічних систем

Національного технологічного університету "Київський політехнічний інститут" і на факультеті автоматизації та інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури впроваджено науковий семінар "Моделювання систем мовою графів зв'язку" та розроблена програма навчального курсу "Моделювання динамічних систем методами графів зв'язку", що впроваджена у практику викладання. За цим напрямком проводяться дослідження у галузі моделювання динамічних систем. Методи мови графів зв'язку вдало застосовуються у викладанні розділів курсу теоретичної механіки. Протягом останніх років з цього напрямку видані три монографії, учбовий посібник, декілька наукових статей.

Отже досвід застосування новітніх ідеологій структурного моделювання, що мають світове поширення і інтенсивно розвиваються дає змогу зробити висновок про доцільність поширення цього напрямку і його широкого впровадження у практику освіти в Україні. Стратегія реформування освіти потребує не тільки структурних змін, а й виходу на світовий рівень за змістом. Активне впровадження сучасних методів моделювання надійний шлях збереження і забезпечення світового рівня освіти України.

Концепція мови графів зв'язку як методу структурного моделювання систем різноманітної природи базується на енергетичних уявленнях про неперервність потоку енергії при функціонуванні системи.

Універсальність опису систем забезпечується використанням енергетичних змінних: потенціальної $e(t)$ і потокової $f(t)$ як функцій часу t .

Головна символіка мови графів зв'язку має слідує позначення: джерела енергії S_e , S_f , концентратори енергії I, R, C, перетворювачі енергії TF, GY, перехідні структури S, P).

Таким чином у основу мови закладені топологічні уявлення про неперервність існування, перетворення і збереження енергії. Енергія визначається як універсальна характеристика систем різної природи від механічних до економічних, характеризується множенням ef , що відтворює її потік або швидкість розповсюдження у просторі.

Найбільш суттєві властивості мови графів зв'язку можна показати за допомогою пірамід Т.Пейнтера.

Порівняння цих пірамід створює систему механіко-економічних аналогій, що має важливе значення для забезпечення рівня безперервності освітнього простору. Таким чином досягається змога щільного взаємного проникнення та поглиблене сприйняття різних навчальних дисциплін. Це сприяє формуванню цілісного погляду на природу, зміст, значення різноманітних явищ. Таким чином засвоєння методів мови графів зв'язку розширює якість використання методів моделювання у різних навчальних дисциплінах, переконує у потужності наукового методу, забезпечує гармонію у сприйнятті різних навчальних дисциплін як запоруки формування цілісної освіти особистості.

Література

1. Яковенко В.Б. Введение в инновационные технологии, КЭУ, 2004.
2. Яковенко В.Б. Элементы прикладной теории вибрационных систем. Наук. думка, 1992.
3. Яковенко В.Б. Моделирование динамических систем методом языка графов связи, 1994.
4. Яковенко В.Б. Теоретична механіка, 1995.

СУКАЧ Михайло Кузьмич, д-р техн. наук, професор

Народився 16 липня 1954 р. Закінчив Київський інженерно-будівельний інститут у 1976 р., за фахом – інженер-електромеханік.

Працював у системі Міноборонпрому СРСР (1976 – 1985 рр.), де займався проектуванням і реконструкцією заводу “Арсенал”. У 1980 – 1982 рр. головний енергетик та головний механік управління інженерних робіт космодрому Байконур; з 1985 до 1986 р. – начальник проектної групи тресту “Оргшляхбуд” Міншляхбуду України.

З 1986 р. до т/ч викладає у Київському інженерно-будівельному інституті на посадах асистента, доцента (1994 р.), професора (2003 р.). Є академіком Академії будівництва та Академії інженерних наук України, членом Національного комітету України з теоретичної та прикладної механіки. Професор університету «Україна» (з 2003 р.) та Національного транспортного університету (з 2006 р.).

Основні напрями наукової діяльності: підводне землерийне машинобудування, інформаційні технології в наукових дослідженнях. Автор понад 350 наукових праць, з них: 6 монографій, 7 навчальних посібників, 16 методичних розробок, 23 патенти на винаходи, 230 статей.

УДК 622.275.5

АЛЬТЕРНАТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЛУЧЕННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ З ДНА АКВАТОРІЙ

Актуальність проблеми.

Події останнього часу, що пов’язані із кризою постачання енергоносіїв в Україні, свідчать про необхідність якнайскорішого вирішення не тільки суто наукових, але і важливих практичних задач, які забезпечують паритетний доступ України до мінерально-сировинних і енергетичних ресурсів. Зокрема, цю проблему можна вирішити шляхом освоєння альтернативних джерел Світового океану – розробки підводних родовищ нафти, газу і газогідратів. Актуальними залишаються використання субмаринних витоків екологічно чистої питної води і очищення дна акваторій від радіоактивних відкладень; будівництво гідротехнічних споруд, прокладка підводних комунікацій, видобування піску і сапропелів з дна Чорного і Азовського морів, проведення рекреаційних, берегоукріплювальних та інших робіт під водою.

Значущість прогнозової оцінки донних ґрунтових масивів та енергоресурсів зростає у зв’язку з майбутнім промисловим освоєнням морських корисних копалин, необхідністю раціонального проектування, скорочення терміну створення окремих видів і комплексів підводних машин. В недалекому минулому тільки обговорювалась можливість видобування і використання газогідратів – твердих з’єднань газу і води, що утворюються на глибині нижче 300 м при температурі біля 0° під високим гідростатичним тиском. Прогнозні ресурси їх у Чорному морі оцінюються в 20...25 трлн. м³, що принаймні на порядок перевищує розвідані запаси нафти і газу в цьому регіоні [1].

Технологія вилучення водневого палива.

Сучасні океанологічні дослідження показують, що в деяких районах океану на глибинах біля 5000 м присутні вулканічні утворення – так звані “чорні пальники”, розташовані один від одного на відстані 100...300 м. Одне таке джерело подає з надр океану 200...500 м³/год гарячої води. Максимальна температура цієї води менша за температуру її пароутворення під гідростатичним тиском на відповідній глибині. Енергію “чорних пальників” і потенційну енергію гідростатичного тиску океану можна переводити

у водневе паливо, накопичувати, зберігати і транспортувати в будь-яке місце. Для одержання водневого палива необхідне спеціальне видобувне судно, споряджене глибоководним паропроводом з установленими по його довжині декількома паротурбоелектрогенераторами.

Пропонується така технологія видобування водневого палива. Невелика частина гарячої (робочої) води з «пальника» через патрубок 2 подається у випарник 3 паропроводу 5, де тиск трохи нижче навколишнього, рис.1. В області меншого тиску вода випарюється і подається у паропровід. Більша частина води, що надходить із «пальника», витрачається в теплообміннику для одержання тепла, необхідного на випарювання робочої води.

Розсіл і солі, що відкладаються у випарнику, видаляються насосом у навколишнє середовище на таку відстань, щоб солоність води в зоні випарника не підвищувалась. Завдяки розгалуженням паропроводу судно може одночасно збирати гарячу воду від декількох «чорних пальників», що суттєво збільшує кількість виробленої енергії.

Отриманий у випарнику пар має термодинамічну енергію

$$A = \frac{Rt_2}{n-1} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{n-1}{n}}} \right],$$

де R – газова постійна; t_2 – температура гарячого пара перед розширенням; n – показник політропічного процесу; P_1 і P_2 – кінцевий (після розширення) і початковий тиск пара.

Ця енергія витрачається на привід паротурбогенератора 4 для отримання електричної потужності, яка іде в основному на гідроліз води і зрідження водню та кисню. Відпрацьований пар, що надходить на судно 6, конденсується у пристрої 7 і далі попадає в гідролізну установку 8. Одержаний у ній водень та кисень зріджують в компресорних установках, тарують і складають у трюмах. Товарною продукцією також може бути дистильована вода, яку одержують попутно.

Для одержання 1 кг перегрітого пара на глибині понад 1000 м необхідно біля 10 кг води з температурою на 50°C вище, ніж у пара. Гарячу воду, яка передає тепло на випарування робочій воді, можна використовувати декілька раз у послідовно з'єднаних випарниках 3, в яких температура і тиск за рухом води зменшується. При цьому із наступних випарників пар подає в наступні ступені паротурбогенераторів.

Попередні розрахунки показують, що 1 кг робочої води з температурою 300°C, переведений у гарячу воду на глибині 5000 м, проходячи через парогенератори, може віддати до 20 Вт-год енергії. Для отримання 1 кг рідкого водню необхідно 100 кВт-год енергії, що відповідає витратам енергії на цій глибині, яка вміщується у 5200 кг перегрітого пара. При цьому в результаті хімічної реакції попутно утворюється 8 кг рідкого кисню і 18 кг дистильованої води. Останню можна отримувати також із відпрацьованого в генераторах і теплообмінниках пара.

Баланс витрат гарячої води, що поступає із одного «пальника»,

$$Q_{к1} = Q_{н} + \sum_1^l Q_{ni},$$

де $Q_{н}$ – кількість відпрацьованої у теплообмінниках тепловіддаючої води; Q_{ni} – кількість води, переведеної у перегрітий пар в одному i -му випарнику; l – кількість послідовно з'єднаних випарників.

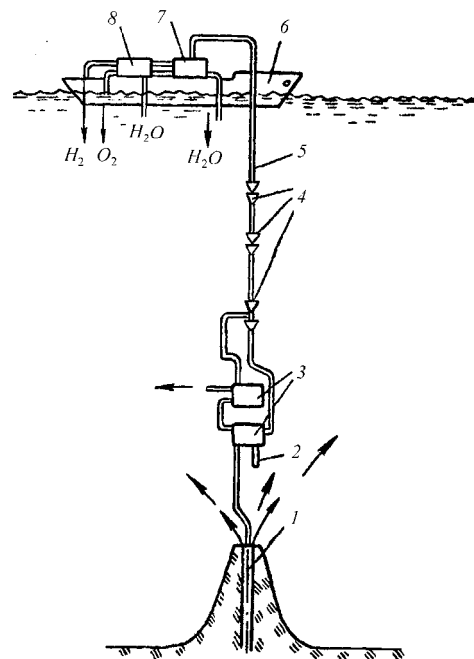


Рис. 1. Схема глибоководного видобування водневого палива із вулканічних утворень:

1 – «чорний пальник»; 2 – патрубок для всмоктування гарячої води; 3 – випарник; 4 – паротурбоелектрогенератор; 5 – паропровід; 6 – судно забезпечення; 7 – конденсатор; 8 – гідролізна установка

Вважаючи, що $Q_{ni} = Q_n = \text{const}$; $l = 2$ і враховуючи, що на 1 кг пара необхідно витратити 10 кг теплопередаючої води, маємо

$$Q_n = \frac{10}{l} Q_n.$$

Отже,

$$Q_n = \frac{l}{10 + l^2} Q_{к1} = 0,15 Q_{к1}.$$

Якщо один “пальник” подає біля 300 тис. кг/год гарячої води, то з кожного із них можна отримати водню

$$Q_{н21} = \frac{0,15 \cdot 300 \cdot 10^3}{5200} \approx 10 \text{ кг/год.}$$

Існують райони океану з дуже великою кількістю “чорних пальників” на одиницю площі дна океану, яка дозволяє забирати гарячу воду одночасно з декількох десятків джерел. У зв’язку з цим передбачається, що на судні можна одержати в якості готового продукту біля 200...300 кг/год рідкого палива. Така продуктивність за воднем з урахуванням одержання попутних продуктів – рідкого кисню і дистильованої води – може забезпечити рентабельність суднового комплексу.

Проект видобування водневого палива передбачає розробку принципів техніко-економічних вимог, технічного завдання, техніко-економічних розрахунків, генеральних графіків і планів проведення робіт, схем фінансування з урахуванням вітчизняних і закордонних інвестицій. На цьому етапі треба скласти загальне уявлення про видобувну, транспортуючу і переробну техніку, організаційну структуру морського гірничо-видобувне підприємство, уточнити необхідні обсяги фінансування, строки проведення робіт, організувати кооперацію організацій і підприємств з виконання проекту, визначити структуру управління і реалізації проекту.

Після завершення попереднього етапу слід виконати геологорозвідувальні роботи, включаючи пошуково-розвідувальні рейси у перспективні райони; провести науково-дослідні роботи з метою створення наукових основ розробки і технології видобування морських корисних копалин; дослідити вплив шкідливих факторів, що виникають при видобуванні; розробити заходи по їх запобіганню. Необхідні дослідження світового ринку з організації видобування корисних копалин морського дна; розробка рекомендацій із організації спільних підприємств з іноземними інвестиціями; вирішення міжнародно-правових питань, які забезпечують інтеграцію України в міжнародні організації.

Висновок.

1. Розробка дослідних зразків видобувного судна і комплексу технологічного обладнання з видобування, підйому і переробки корисних копалин потребує проведення теоретичних і експериментальних досліджень, що забезпечують створення техніки, проведення стендових, полігонних і приймальних випробувань вузлів агрегатів і всього комплексу в цілому.

2. Необхідний вітчизняний дослідний зразок транспортного судна для перевезення добутої сировини до берегової бази. Слід відновити будівництво видобувних комплексів і транспортних суден; освоїти технологію і техніку переробки добутої сировини в товарну продукцію; створити берегову інфраструктуру з обслуговування і ремонту технічних засобів і судового технологічного обладнання; і, насамкінець, створити морське гірниче підприємство із видобування і переробки корисних копалин.

Література

1. Международно-правовые и экономические проблемы поиска, разведки и освоения минеральных ресурсов глубоководных районов Мирового океана / Ю.Б.Казмин, А.Н.Волков, И.Ф.Глумов и др. – Геленджик: ПО Южморгеология, 1989. – 143 с.



Ю.В. Човнюк, канд. тех. наук, доц. КНУСиА



Народився 29 квітня 1951 р.

У 1968 р. закінчив радіофізичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка за спеціальністю "фізика і електроніка".

У 1973-1976 навчався в аспірантурі НДІ "Оріон". Працював молодшим співробітником НДІ "Оріон" до 1978 р.

З 1978 р. працює у КНУБА на посадах: старшого інженера, молодшого наукового співробітника, старшого наукового співробітника, доцента кафедри математики.

У 1991 р. захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю "Механіка деформованого твердого тіла". З 1993 по 1996 рр. навчався в докторантурі при кафедрі ЕРБМ.

Автор 480 наукових публікацій.

Основні напрямки наукової діяльності: моделювання та аналітичний опис динамічних систем в умовах взаємодії з оброблюваним середовищем

УДК 62-83 (075.8)

МЕТОД СТРУКТУРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Известно [1-4], что при исследовании динамических систем (и, в частности, непрерывных линеаризованных динамических систем электропривода разнообразных технических устройств), применяемых в строительной технике и технологиях, весьма важным этапом является составление схемы моделирования этих систем. С помощью, например, блок-схемы моделирования можно рациональным образом выбрать переменные состояния, характеризующие поведение указанных выше систем в каждый момент времени.

Целью настоящей работы является составление универсальной схемы моделирования непрерывных линеаризованных динамических систем электропривода технических устройств строительной индустрии на основе метода структурного представления. В данной работе рассмотрена процедура составления универсальной схемы моделирования, работающей при нулевых начальных условиях.

Подобные динамические системы описываются дифференциальным уравнением вида:

$$y^{(n)} + a_{n-1}y^{(n-1)} + \dots + a_1y^{(1)} + a_0y = b_nu^{(n)} + b_{n-1}u^{(n-1)} + \dots + b_1u^{(1)} + b_0u \quad (1)$$

или передаточной функцией:

$$G(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p + b_0}{p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0} \quad (2)$$

Примем, что:

$$\begin{cases} x_1 = y - \beta_0 u, \\ x_2 = y^{(1)} - \beta_0 u^{(1)} - \beta_1 u = \dot{x}_1 - \beta_1 u, \\ x_3 = y^{(2)} - \beta_0 u^{(2)} - \beta_1 u^{(1)} - \beta_2 u = \dot{x}_2 - \beta_2 u, \\ \dots \\ x_n = y^{(n-1)} - \beta_0 u^{(n-1)} - \beta_1 u^{(n-2)} - \dots - \beta_{n-2} u^{(1)} - \beta_{n-1} u = \dot{x}_{n-1} - \beta_{n-1} u. \end{cases} \quad (3)$$

Тогда получим:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = y^{(1)} - \beta_0 u^{(1)} = x_2 + \beta_1 u, \\ \dot{x}_2 = y^{(2)} - \beta_0 u^{(2)} - \beta_1 u^{(1)} = x_3 + \beta_2 u, \\ \dots \\ \dot{x}_{n-1} = y^{(n-1)} - \beta_0 u^{(n-1)} - \dots - \beta_{n-2} u^{(1)} = x_n + \beta_{n-1} u, \\ \dot{x}_n = y^{(n)} - \beta_0 u^{(n)} - \dots - \beta_{n-1} u^{(1)} + \beta_n u = -a_0 x_1 - a_1 x_2 - \dots - a_{n-1} x_n + \beta_0 u, \\ y = x_1 + \beta_0 u, \end{cases} \quad (4)$$

где

$$\begin{cases} \beta_0 = b_n; \beta_1 = b_{n-1} - a_{n-1} \beta_0; \beta_2 = b_{n-2} - a_{n-1} \beta_1 - a_{n-2} \beta_0, \dots, \\ \beta_n = b_0 - a_{n-1} \beta_{n-1} - a_{n-2} \beta_{n-2} - \dots - a_1 \beta_1 - a_0 \beta_0. \end{cases} \quad (5)$$

Введём вектор:

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T, \quad (6)$$

тогда получим описание пространства состояния анализируемой системы:

$$\begin{cases} \dot{X} = A \cdot X + B \cdot u, \\ y = C \cdot X + d \cdot u, \end{cases} \quad (7)$$

где

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 1 \\ -a_0 & -a_1 & \dots & \dots & -a_{n-1} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix}, \quad C = [1, 0, \dots, 0], \quad d = \beta_0 = b_n. \quad (8)$$

Подобный подход к моделированию изучаемых систем чрезвычайно удобен и пригоден, в особенности, для систем модального управления.

Рассмотрим несколько примеров.

1. Пусть дана замкнутая система с передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{9,0 \cdot p + 0,64}{p^3 + 0,3 \cdot p^2 + 9,6 \cdot p + 0,64}, \quad p \equiv \frac{d}{dt}, \quad (9)$$

где t – время.

Схему моделирования такой системы легко представить в Matlab. В пространстве состояний она имеет вид (7), где



$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}, \quad a_{11} = a_{21} = a_{22} = a_{13} = 0, \quad a_{12} = a_{23} = 1, \quad a_{31} = -0,64; a_{32} = -9,6; a_{33} = -0,3; \quad (10)$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 9 \\ -2,06 \end{bmatrix}, \quad C = [1 \ 0 \ 0], \quad d = 0.$$

2. Передаточные функции электромагнитного усилителя (ЭМУ), работающего совместно с исполнительным двигателем (ИД) постоянного тока независимого возбуждения, приведены в [1]:

$$W(p) = \frac{k_y}{(T_M T_a p^2 + T_M p + 1) \cdot (T_y p + 1)}, \quad (11)$$

где k_y – передаточный коэффициент (коэффициент усиления) ЭМУ по управляющему воздействию; T_M – механическая постоянная времени двигателя; T_y – постоянная времени цепи управления; T_a – постоянная времени якорных цепей ЭМУ-ИД.

Передаточная функция по отношению к возмущающему воздействию $V(p)$ представляет собой:

$$V(p) = -\frac{k_f \cdot (T_y p + 1) \cdot (T_a p + 1)}{(T_M T_a p^2 + T_M p + 1)(T_y p + 1)}, \quad (12)$$

где k_f – передаточный коэффициент ЭМУ по возмущающему воздействию.

Схему моделирования ЭМУ-ИД также легко представить в Matlab. В пространстве состояний (7) для (11) и (12) получим:

Для (11)

$$A = \|a_{ij}\|, \quad (i, j) = 1, 2, 3; \quad a_{11} = a_{13} = a_{21} = a_{22} = 0; \quad a_{12} = a_{23} = 1; \\ a_{31} = -\frac{1}{T_M T_a T_y}; \quad a_{32} = -\frac{(T_M + T_y)}{T_M T_a T_y}; \quad a_{33} = -\frac{(T_a + T_y)}{T_a T_y}; \quad d = 0; \quad (13)$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{k_y}{T_M T_a T_y} \end{bmatrix}; \quad C = [1; 0; 0]$$

для (11)- матрицы A и C совпадают с (13), $d = 0$, а для матрицы получим:

$$B = [\beta_1; \beta_2; \beta_3]^T, \quad (14)$$

$$\beta_1 = -\frac{k_f}{T_m}; \quad \beta_2 = -\frac{k_f \cdot (T_y + T_a)}{T_M T_a T_y} + \frac{(T_a + T_y) \cdot k_f}{T_a T_y T_M}; \quad \beta_3 = -\frac{k_f}{T_M T_a T_y} + \frac{(T_M + T_y) \cdot k_f}{T_M^2 \cdot T_a \cdot T_y}. \quad (15)$$

3. В анализе механической части электропривода различных технических устройств строительной индустрии [5] принято структурно её представлять как сложный объект, состоящий из цепочки интегрирующих звеньев, замкнутых перекрёстными внутренними обратными связями. Пользуясь известными методами преобразования структурных схем и определения передаточных функций для замкнутых обратными

связями контуров [6,7], получим передаточную функцию механической части электропривода (в пределах модели трёхмассовой упругой системы) по управляющему воздействию при выходной переменной $\omega_1(p)$ (ω_1 – угловая скорость вращения ротора двигателя):

$$W_{\omega_1}(p) = \frac{\omega_1(p)}{M(p)} = \frac{J_2 J_3 p^4 + [c_{23} \cdot (J_2 + J_3) + c_{12} \cdot J_3] p^2 + c_{12} \cdot c_{23}}{p \{ J_1 J_2 J_3 p^4 + [J_1 c_{23} (J_2 + J_3) + J_3 c_{12} (J_1 + J_2)] p^2 + c_{12} c_{23} (J_1 + J_2 + J_3) \}}, \quad (16)$$

где M – электромагнитный момент, приложенный к ротору двигателя; $J_{1,2,3}$ – суммарные приведенные моменты инерции массы ротора и жёстко связанных с ним элементов промежуточной массы, а также нагрузки двигателя, соответственно; c_{12}, c_{23} – эквивалентные приведенные жесткости, связывающие соответствующие массы (первую со второй, а также вторую с третьей, соответственно).

Тогда в представлении (7) получим для этого примера:

$$a_0 = 0; a_1 = \frac{c_{12} c_{23} \cdot (J_1 + J_2 + J_3)}{J_1 J_2 J_3}; a_2 = 0; a_3 = \frac{[J_1 c_{23} \cdot (J_2 + J_3) + J_3 c_{12} (J_1 + J_2)]}{J_1 J_2 J_3};$$

$$a_4 = 0; b_0 = \frac{c_{12} c_{23}}{J_1 J_2 J_3}; \quad (17)$$

$$b_1 = 0; b_2 = \frac{c_{23} \cdot (J_2 + J_3) + c_{12} J_3}{J_1 J_2 J_3}; b_3 = 0; b_4 = \frac{1}{J_1}; b_5 = 0.$$

Тогда матрица A имеет $\dim A = [5 \times 5]$; $\dim B = [5 \times 1]$; $C = [1; 0; 0; 0; 0]$; $d = 0$.
Элементы матриц A и B легко найти по соотношениям (1)-(5).

Выводы

1. Метод структурного представления непрерывных линеаризованных динамических систем электропривода различных технических устройств строительной индустрии позволяет рациональным образом выбирать переменные состояния, характеризующие поведение указанных систем в каждый момент времени.

2. Предложен алгоритм составления универсальной схемы моделирования указанных выше систем, работающей при нулевых начальных условиях.

3. Подобный подход можно использовать для создания, уточнения и совершенствования существующих инженерных методик расчёта таких систем и, в особенности, переходных процессов, протекающих в них.

Литература

1. Иванов В.А. и др. Математические основы теории автоматического регулирования. – М.: Высшая школа, 1971. – 808с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. – Т.2: Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления./Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 736с.
3. Linear System Theory (Second Edition)./Zheng Dazhong. – Beijing: TUP, 2000. – 706p.
4. Чанцин Ван, Ниниен Гуо. Структурное представление непрерывных линейных динамических систем//Естественные и технические науки. – 2005. – №1. – С. 131-134.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560с.
6. Теория автоматического управления/Под ред. А.В. Нетушила. – М.: Высшая школа, 1968. – Ч. I. – 424с.; 1972. – Ч. II. – 430с.
7. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1972. – 450с.

ПЕНТЮК Борис Миколайович, канд. техн. наук, доцент, докторант



Народився 23.02.1955 р.

Закінчив Вінницький політехнічний інститут в 1976 р., в 1985 р. захистив кандидатську дисертацію.

Нагороджений знаком "Винахідник СРСР" (1982 р.). Лауреат премії НТО (1982 р.), в 1987 р. отримав медаль Академії наук УРСР для молодих вчених.

З 1990 р. доцент Вінницького національного технічного університету.

Автор понад 120 праць, серед них 25 авторських свідоцтв та 15 патентів України, 1 монографія.

Основні напрямки наукової діяльності: моделювання та дослідження робочих процесів вібропресового обладнання для виробництва виробів із порошкових матеріалів.

УДК 666.972 + 666.983

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ ВІБРОПРЕСА З ОБРОБЛЮВАЛЬНИМ ПОРОШКОВИМ МАТЕРІАЛОМ ПРИ РІЗНИХ ІМПУЛЬСНО-СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

На процес взаємодії робочого органу вібропресу (РОВО) з оброблюваним порошковим матеріалом (ПМ) великий вплив здійснює та характеристика опору, яка визначається фізико-механічними властивостями ПМ та видом навантаження.

У вібропресах, які пресують ПМ у прес-формі, у результаті взаємодії РОВО з ПМ, в останньому в основному генеруються стандартні різновиди форм: близькі до трикутної чи трапецевидної. У зв'язку з цим аналіз процесу взаємодії РОВО з ПМ й виникнення таких хвиль, а також пошук їх раціональних параметрів, при котрих забезпечується найкраща передача енергії до ПМ є задачею актуальною.

Дослідження впливу параметрів хвилі деформації на ефективність передачі її енергії у оброблюване ПМ-середовище почнемо з найбільш простого випадку, коли хвиля має трикутну форму (рис. 1).

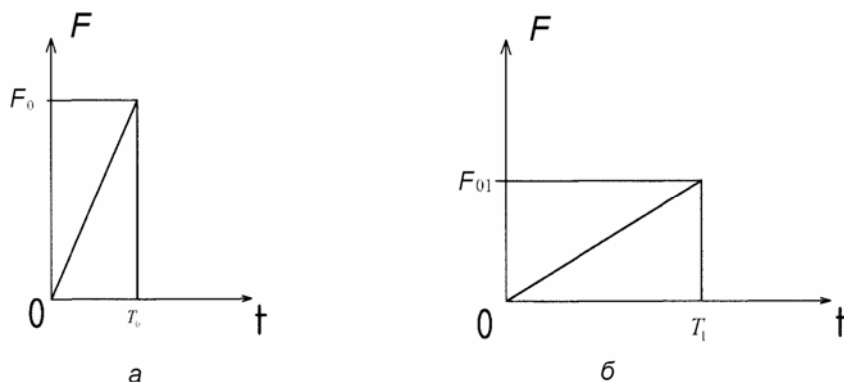


Рис. 1 Діаграми зміни зусиль у хвилях деформацій, що діють на ПМ у прес-формі з боку РОВО:

а – при $T = T_0$; б – при $T = T_1, T_1 > T_0$

Нехай зусилля у початковій хвилі, що діє на ПМ, зростають з плином часу від нуля до деякої величини F_0 (F_{01}) за час T_0 (T_1). Залежність зусиль у хвилі від часу можна описувати функцією виду:

$$F_0 = -F_0 \cdot \left(\frac{t}{T_0} \right), \text{ або } F_{\text{інстр.}} = -F_{01} \cdot \left(\frac{t}{T_1} \right), \quad (1)$$

де $F_{p.o}$ - зусилля робочого органу (Р.О.) вібропреса; T_{01} - тривалість хвилі. Енергія цієї хвилі визначається з залежності:

$$W_{\text{хвилі}} = \frac{F_0^2 \cdot T_0}{3C}, \text{ або } W_{\text{хвилі}} = \frac{F_{01}^2 \cdot T_1}{3C}, \quad (2)$$

де C - ударна пружність РОВ, яка за своєю фізичною сутністю характеризує зміну пружності у часі.

При дії РОВ на ПМ, зусилля, які розвиваються у контакті РОВ з ПМ, змінюються у відповідності із залежністю:

$$\begin{cases} F_K = 2F_0 \cdot \left[\frac{1}{S_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{S_0 \cdot t}{T_0}} \right) - \frac{t}{T_0} \right], \text{ або} \\ F_K = 2F_{01} \cdot \left[\frac{1}{S_1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{S_1 \cdot t}{T_1}} \right) - \frac{t}{T_1} \right], \end{cases} \quad (3)$$

де $S_0 = \frac{k \cdot T_0}{C}$, $S_1 = \frac{k \cdot T_1}{C}$, k - пружність контакту РОВ з ПМ. Зазначимо, що $[C] = H \cdot \text{сек/м}$, $[k] = H / \text{м}$.

Зусилля у хвилі деформації, яка відбивається від пресуемого ПМ при дії на нього РОВ, визначається з виразу:

$$\begin{cases} F_{\text{відбитоїхвилі}} = 2F_0 \cdot \left[\frac{1}{S_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{S_0 \cdot t}{T_0}} \right) - 0.5 \frac{t}{T_0} \right], \text{ або} \\ F_{\text{відбитоїхвилі}} = 2F_{01} \cdot \left[\frac{1}{S_1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{S_1 \cdot t}{T_1}} \right) - 0.5 \frac{t}{T_1} \right], \end{cases} \quad (4)$$

На рис. 2 наведені діаграми залежностей (3), отримані при $S=0,5$, а також якісні діаграми зміни параметру F_K за іншого значення параметру S .

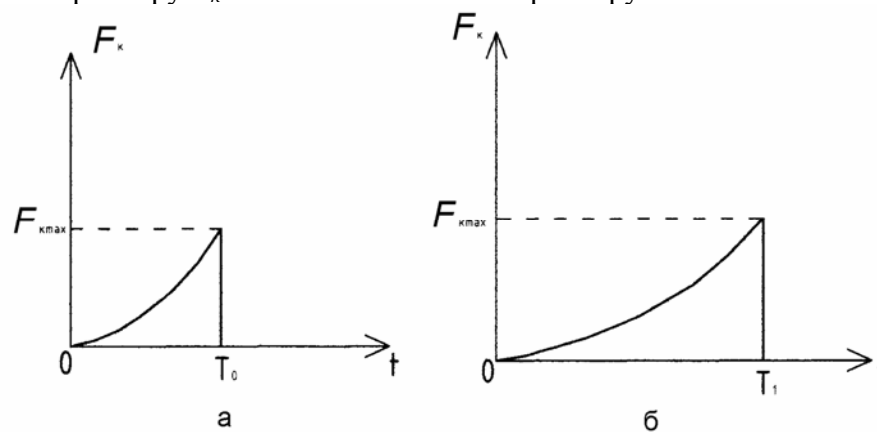


Рис. 2 Діаграми залежності $F_K(t)$:
а) $S=0,5$; б) $S>0,5$

На рис. 3 наведені діаграми залежності (4), отримані при $S=0,5$, а також якісні діаграми зміни параметру F відбитої хвилі від ПМ (назад у РОВ) за іншого значення параметру S ($S>0,5$).

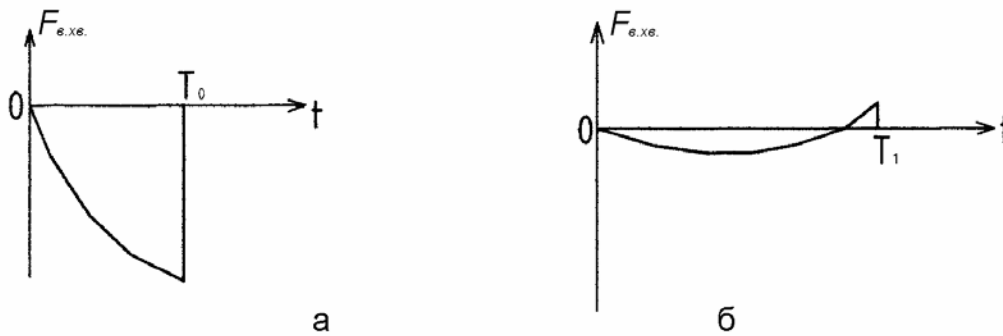


Рис. 3 Діаграми залежності F відбитої хвилі (t):
а) $S=0.5$; б) $S>0.5$

З аналізу залежностей (3) і (4) випливає, що навантаження РОВ на ПМ відбувається на протязі усього терміну дії на ПМ хвилі деформації зі зростаючими зусиллями. Тоді саме величини навантаження й зусиль у контактному перерізі РОВ з ПМ досягають максимального значення у момент часу $t=T$. Підставляючи це значення часу у формулу (3), знайдемо:

$$\begin{cases} F_{k \max} = -2F_0 \cdot \left[1 - \frac{1}{S_0} \cdot (1 - e^{-S_0}) \right], \\ F_{k \max} = -2F_0 \cdot \left[1 - \frac{1}{S_1} \cdot (1 - e^{-S_1}) \right], \end{cases} \quad (5)$$

Із рис. 3 слідує, що у початковий період впливу хвилі на оброблюваний ПМ від нього відбивається хвиля розтягу, зусилля у котрій з плином часу зростають. Це відбувається тому, що інтенсивність зростання опору ПМ у початковий період навантаження у нього РОВ менше, ніж інтенсивність зростання зусиль у хвилі, яка діє на ПМ. При $S=0.5$ ця умова виконується на протязі усього часу дії на РОВ початкової хвилі деформації (див. рис. 3, а).

Якщо ж інтенсивність зростання сили опору зі сторони ПМ більше, ніж зусилля у хвилі, яка діє на РОВ, то зусилля у відбитій хвилі зменшуються (див. рис. 3, б). При виконанні умови $F_k = F_{\text{інстр}}$ відбиття хвилі від оброблюваного ПМ не відбувається ($F_{\text{відбитої хвилі}}=0$), а при $F_k > F_{\text{інстр}}$ від ПМ відбивається хвиля пресування. Останнє має місце при значеннях $S = \frac{kT}{C} > 1.6$.

Хвиля розтягу, відбита від оброблюваного ПМ, розповсюджується у РОВ до його ударного перерізу й, впливаючи на цей переріз, переміщує його у бік ПМ. Якщо ударний переріз РОВ вільний, то ця хвиля відбивається від нього хвилею пресування (рис. 4). При цьому хвильова форма залишається незмінною, а залежність зусиль у цій хвилі від часу знаходиться як $F_{p.o.}(2t) = -F_{e.xv.}(t)$.

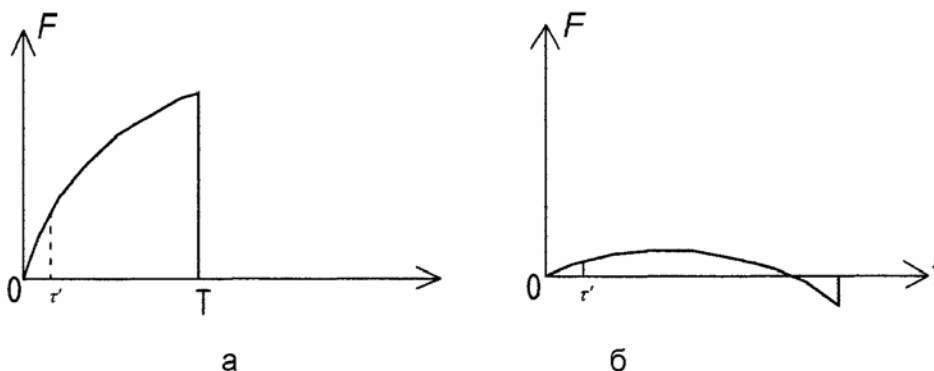


Рис. 4 Діаграма зміни зусиль у хвилі деформацій, що підходить повторно з боку РОВ до ПМ:
а) $S=0.5$; б) $S>0.5$.

Таким чином, хвиля розтягу, відбита від оброблюваного ПМ, знову повертається до нього хвилею пресування.

Якщо зусилля у цій хвилі достатні для подолання опору ПМ, то відбувається повторне навантаження РОВ на ПМ. Умова, за якої має місце повторне навантаження, записується у вигляді:

$$F_{k1\max} < 2F_{p.o.2}$$

де $F_{k1\max}$ - максимальне зусилля, що утворюється у контакті РОВ з ПМ при першому навантаженні.

Аналіз залежностей (4), (5) показує, що повторне навантаження можливе тільки при значеннях $S < 0.9$.

Дослідження процесу впливу хвилі трапецевидної форми на оброблюваний методом вібропресування (віброударного пресування) ПМ почнемо з окремого випадку, коли хвиля має прямокутну форму.

На рис. 5 у якості прикладу показані хвилі деформації, що впливають на оброблюваний ПМ (а,в) й відбиваються від нього (б,г) при першій дії РОВ (а,б) та при повторній (в,г). Ці хвилі побудовані при значенні параметру $S=0,5$.

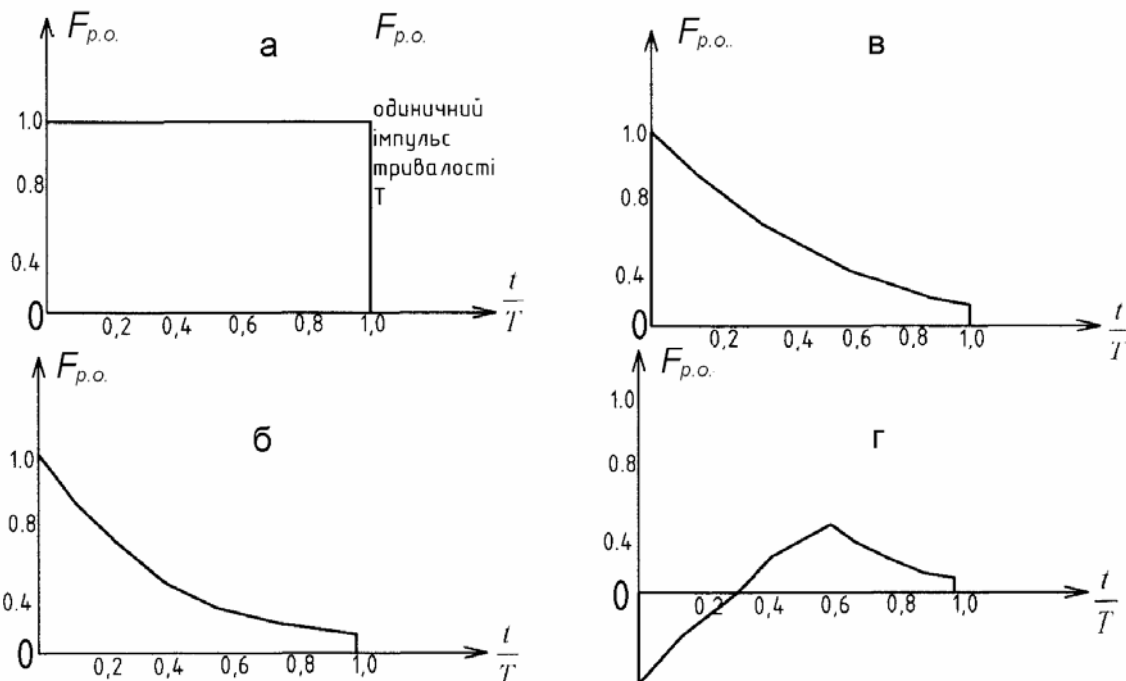


Рис. 5. Хвилі деформації, діючі на оброблюваний ПМ (а,в) й відбиті від нього (б,г), при першому (а,б) й повторному (в,г) навантаженні РОВ; $S=0,5$

Важливою обставиною є те, що прямокутна хвиля формується найпростішим за конструкцією РОВ, що представляє собою стрижень рівного з ПМ у прес-формі поперечного перерізу, тоді як формування хвиль деформацій трикутної форми вимагає застосування спеціальних схем керування рухом РОВ досить складної конструкції (або сам РОВ повинен мати складну конфігурацію перерізу), особливо при забезпеченні тривалості наростання зусиль у хвилі, більших тривалості їх спадання.

У реальних вібропресах для ущільнення ПМ, що працюють у віброударному режимі навантаження, за допомогою звичайних РОВ практично не вдається сформувати хвилю деформацій прямокутної форми.

Для опису процесу взаємодії хвилі деформації трапецевидної форми з оброблюваним ПМ розділимо її на три ділянки (рис. 6).

Зміна зусиль у хвилі деформації від часу на кожній ділянці описується наступними залежностями:

$$\begin{cases} F_{p.o.1} = -F\left(\frac{t}{T_1}\right), 0 < t < T_1; \\ F_{p.o.2} = -F, 0 < t < T_2; \\ F_{p.o.3} = -F\left(1 - \frac{t}{T_3}\right), 0 < t < T_3. \end{cases} \quad (6)$$

На кожній ділянці хвилі відлік часу ведеться від початку ділянки.

На рис. 6 зображена хвиля трапецевидної форми з таким співвідношенням параметрів: $T_3=2T_1$; $T_2=T_1$; $S_1=S_2$; $S_3=0,8$.

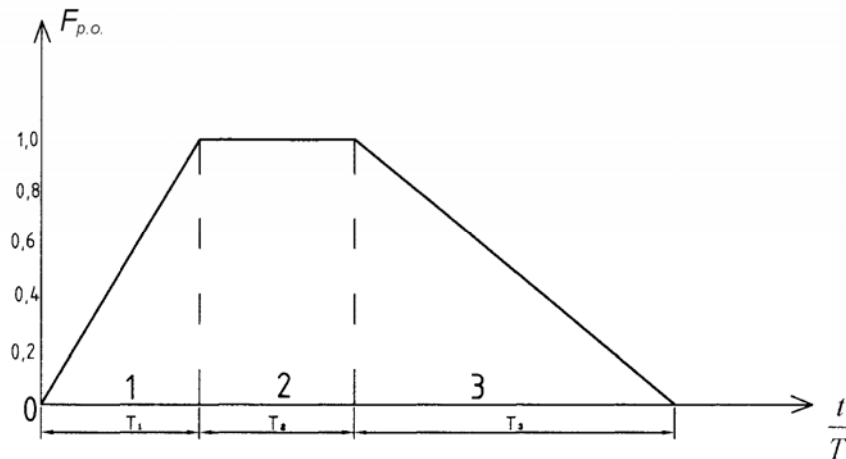


Рис. 6. Хвиля деформації трапецевидної форми

Вибір тої чи іншої хвилі імпульсно-силового навантаження потребує розгляду практичної реалізації її РОВ та визначення критерія ефективності і за його значенням порівнювати реальні форми хвиль, що і є задачею вибору раціональних форм хвиль деформації.

Задача вибору раціональної форми хвилі навантаження РОВ на оброблюваний ПМ за умов віброударної технології пресування середовища може розв'язуватись двома шляхами [1,2]: формуванням за допомогою схеми управління рухом параметрами самого РОВ, які забезпечують найбільшу передачу енергії до ПМ при відомій характеристиці опору ПМ при його деформації, а також формуванням раціональної характеристики опору ПМ РОВ за заданих параметрів хвилі деформації. Перше досягається вибором відповідної схеми й способу управління рухом РОВ, а друге – вибором відповідних параметрів самого РОВ для конкретного виду виробів з ПМ (маються на увазі фізико-механічні та конструктивні параметри самого РОВ).

Розглянемо далі детальніше питання визначення раціональних параметрів хвиль деформацій за відомою характеристики опору ПМ.

При цьому візьмемо більш узагальнений випадок (у порівнянні з тим, який використовувався для знаходження раціональних параметрів хвиль деформацій, коли вважали, що опір ПМ при взаємодії з ним РОВ описується суто лінійною функцією). Тепер залежність опору середовища щодо дії на нього РОВ має кусочно-лінійний вигляд.

Вважатимемо, що РОВ з постійною по своїй довжині ударною пружністю S щодо оброблюваного ПМ розповсюджується хвиля деформації (у контактній зоні з ПМ), зміна зусиль у котрій описується деякою функцією $F(z,t)$. При дії РОВ, що знаходиться у контакті з ПМ, відбувається його переміщення з опором, характеристика якого представлена на рис. 7.

Розглянемо, яким чином повинні змінюватись зусилля у хвилі, діючій на ПМ, щоб при взаємодії з ним РОВ на j -ій ділянці діаграми $R(x)$ не відбувалось відбиття хвилі деформації від оброблюваного ПМ.

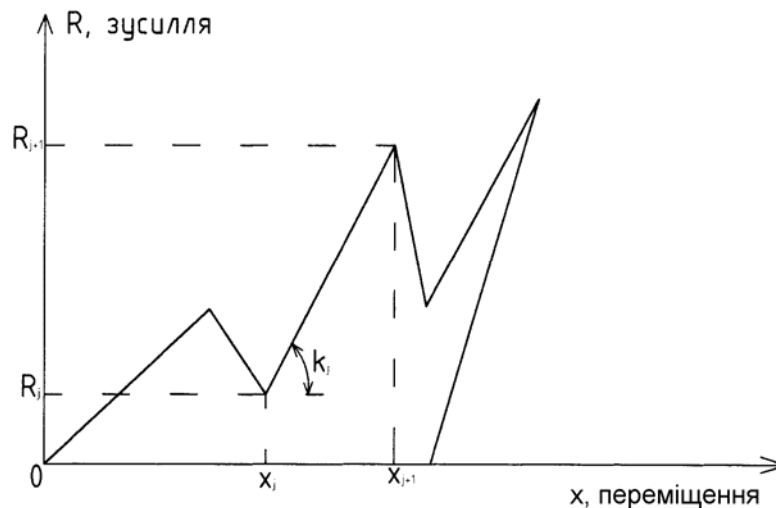


Рис. 7. Залежність опору ПМ від величини навантаження РОВ

Опір середовища на j -ій ділянці описується залежністю:

$$x_j < x < x_{j+1}, R = R_j + k_j \cdot (x - x_j), \quad (7)$$

де k_j - коефіцієнт, що характеризує жорсткість ПМ на j -ій ділянці навантаження; x - переміщення контактної поверхні РОВ та ПМ (величина деформації); R_j, x_j - значення сили опору ПМ й величини навантаження на початку j -ої ділянки.

Вважатимемо, що переміщення перерізів РОВ описується одновимірним хвильовим рівнянням. Записуючи розв'язок цього рівняння за методом Даламбера й враховуючи, що при раціональній формі початкової хвилі її відбиття від ПМ не відбувається, тобто $\varphi(at + z) = 0$, отримаємо:

$$x(z, t) = f(at - z) \quad (8)$$

Гранична умова у контактному перерізі РОВ та ПМ ($z=0$) має вид:

$$E \cdot S \cdot \left(\frac{\partial x}{\partial z} \right) + R_j + k_j (x - x_j) = 0 \quad (9)$$

підставляючи у цю умову вираз (8), після перетворень одержимо неоднорідне лінійне диференціальне рівняння:

$$f'(\xi) - b_j \cdot f(\xi) = b_j \cdot (R_j / k_j - x_j), \quad (10)$$

де $\xi = a \cdot t, b_j = k_j / (ES)$.

Розв'язок рівняння (10) є функція:

$$f(\xi) = A + B \cdot e^{-b_j \cdot \xi} + R_j / k_j - x_j, \quad (11)$$

Визначаючи постійні A та B з початкових умов:

$$x(0, t_j) = f(at_j) = x_j, F(0, t_j) = -ES \cdot f'(at_j) = R_j, \quad (12)$$

де t_j - час, що відповідає початку навантаження на ділянці j , отримаємо:

$$A = 2 \cdot (x_j - R_j / k_j), B = \left(\frac{R_j}{k_j} \right) \cdot e^{b_j at_j}. \quad (13)$$

тоді, враховуючи, що аргумент ξ може приймати довільні значення, запишемо розв'язок рівняння (10) у вигляді:

$$x(z, t) = x_j - \left(\frac{R_j}{k_j} \right) \cdot \left(1 - e^{b_j \cdot a \cdot \left(t - t_j - \frac{z}{a} \right)} \right) \quad (14)$$

Зусилля у контактному перерізі РОВ й ПМ визначається з попереднього виразу, як:



$$F(0, t) = ES \cdot \frac{\partial x}{\partial z} = R_j \cdot e^{b_j a(t-t_j)} \quad (15)$$

Введемо нову змінну $\tau = t - t_j$, тобто перенесемо початок відліку часу у точку вісі часу, яка відповідає початку навантаження РОВ на j -ій ділянці. Тоді вираз (15) можна перетворити до виду:

$$0 < \tau < T_j, F(0, t) = R_j \cdot e^{k_j \tau / c}, \quad (16)$$

де T_j - загальна тривалість навантаження РОВ у ПМ на j -ій ділянці, яка визначається з умови:

$$F(0, T_j) = R_{j+1} \quad (17)$$

R_{j+1} - зусилля у контактному перерізі в кінці j -ої ділянки навантаження.

Підставляючи (17) у рівність (16), знайдемо:

$$T_j = \left(\frac{C}{k_j} \right) \cdot \ln \left(\frac{R_{j+1}}{R_j} \right) \quad (18)$$

Оскільки при відсутності відбитої хвилі від оброблюваного середовища ПМ зусилля у контактному перерізі РОВ з ПМ рівні зусиллям у хвилі, діючій на РОВ, то формула (16) визначає величину зусиль у раціональній хвилі на ділянці навантаження j , а формула (18) – тривалість навантаження РОВ на цій ділянці.

Послідовна побудова оптимального силового впливу на ПМ на різних ділянках навантаження дозволяє знайти узагальнену залежність зусиль від часу для хвилі деформації, діючої на оброблюваний ПМ.

Висновки:

1. Сформульовані основні положення для визначення силових характеристик взаємодії системи «робочий орган – оброблювальний матеріал».
2. Отримані аналітичні залежності, що дозволяють розраховувати силові параметри процесу взаємодії робочого органу преса та порошкового матеріалу при різних формах навантаження.
3. У системах з малою довжиною РОВ (у напрямку осі пресування), за яких згасання другої хвилі, що впливає на ПМ, надто мале й ним можна знехтувати, доцільно вибирати тривалість хвилі таким чином, щоб значення параметру S_0 знаходились у діапазоні 0,25...1,0. Саме для цих значень можна чекати збільшення коефіцієнту передачі енергії з боку РОВ у середовище (ПМ) η за рахунок повторної взаємодії їх між собою, а значить, повторного розповсюдження у ПМ хвиль деформації.
4. У системах вібропресування (віброударного пресування) ПМ, де згасання відбитої хвилі, яка повертається назад до оброблюваного ПМ від РОВ, незначне, хвиля трикутної форми забезпечує, як правило, більшу передачу енергії у оброблюване середовище (лише у системах з великим затуханням відбитої хвилі й при $S < 2$ перевагу слід надавати хвилі деформації прямокутної форми).

Література

1. *Пентюк Б.М.* Високоєфективні машини і процеси у керамічному виробництві: Монографія. – К.: "МП Леся", 2005. – 240 с.
2. *Пентюк Б.М.* Теоретичні дослідження робочих процесів системи "прес – середовище" при її дискретному моделюванні.// Техніка будівництва. – 2004. – № 15. С.45-53

СВІДЕРСЬКИЙ Анатолій Тофілійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри МОТП

Народився 7.04.1962 в м. Бердичів Житомирської області у сім'ї службовців. З 1979 по 1984р.вчився у Київському ордену Трудового Червоного Прапора інженерно-будівельному інституті на факультеті автоматизації будівельного виробництва за спеціальністю "Будівельні і дорожні машини і обладнання". Після закінчення вузу був направлений на київський завод "Буддормаш", де працював на посаді майстра механічного цеху, а згодом начальником відділення гідравлічних циліндрів до 1986року. З 1986 по 1988роки – служив у лавах Радянської Армії на посаді замісника командира механізованої та автомобільної роти. У 1988 році демобілізувався і повернувся до вузу на посаду молодшого наукового співробітника науково-дослідного сектора КІБІ. З 1992 року – асистент кафедри експлуатації і ремонту будівельних машин КІБІ. У 1999 році захистив кандидатську дисертацію. З 2000 року – доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів.

Видав 22 наукові роботи та 11 методичних праць

ВИВЧЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС – ШЛЯХ ДО СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ САМО АДАПТОВАНИХ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ВІБРОУЩІЛЬНЮВАЧІВ

Аналіз конструкцій та характеристик машин для ущільнення ґрунтів та будівельних сумішей дозволяє зробити наступні висновки: з покращенням модифікацій та використанням нових конструкцій іде тенденція до збільшення кількості коливальних мас у принципових схемах, до реалізації безвідривних, комбінованих, змінних у часі режимів руху робочих органів, застосування гідромеханічного та гідравлічного приводів, особливо для навісних та причіпних ущільнювачів. Сьогодні особлива увага приділяється створенню високопродуктивних енергозберігаючих машин на основі нових, прогресивних розробок. Основною ідеєю творчого підходу у всіх сучасних розробках було і залишається визначення техніко-економічних параметрів виходячи із максимального використання потужності базової машини з урахуванням умов взаємодії робочого органу з ущільнюючим середовищем.

Теоретичні дослідження та науковий пошук ведуться у напрямку можливості реалізації безвідривних вібраційних, полі фазних, вібротрамбуючих та комбінованих методів ущільнення однією окремо взятою, фактично універсальною установкою. Сучасні машини з дебалансним, ексцентриковим, бігунковим, кривошипно-шатунним віброзбуджувачами не підходять для вирішення цієї складної перспективної задачі навіть теоретично внаслідок обмеження функціональних та конструктивних можливостей, а саме: не допускають одночасної зміни частоти та статичного моменту віброуючого органу в робочому режимі; для конкретних установок мають вузький діапазон ефективних АХЧ з точки зору к.к.д. як використання потужності базової машини, так і ефективної передачі енергії ущільнюваному середовищу.

На відміну існуючим створювані багато масні конструкції з гідроприводом у вигляді навісного або причіпного обладнання можуть бути позбавлені цих недоліків, а

також мають принципову можливість до зменшення маси ущільнюючого механізму при максимальному використанні потужності базової машини.

Тому сьогодні при розробці того чи іншого зразка трамбівки вибирається та конструктивна схема машини, яка дозволяє максимально використати переваги як конкретно заданого приводу, так і вібробуджувача. Недоліки, притаманні їм, зводяться до мінімуму за рахунок реалізації найбільш оптимальних режимів коливань, та обмеження умов використання.

На кафедрі МОТП на протязі останніх років були створені три установки з гідروприводом. Першою була трамбівка з гідромеханічним приводом та дебалансним вібробуджувачем.

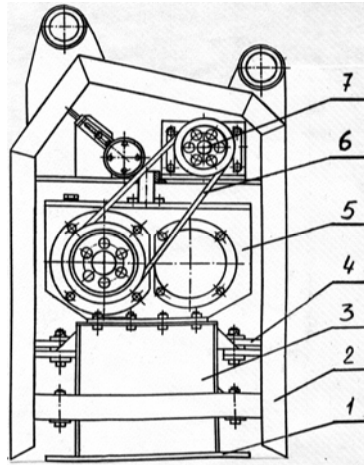


Рис. 1. Навісна гідромеханічна трамбівка з дебалансним вібробуджувачем

Плавне регулювання частот в ній здійснювалось за допомогою дроселя керування, але було обмежене частотою 20 Гц і при її зменшенні приводило до значного зниження контактного тиску під ущільнюючою плитою та зниженням коефіцієнта корисної дії використання потужності базової машини. На цій моделі була доведена можливість плавної зміни АЧХ установки.

На другому етапі була створена трамбівка з автоколивальним ГВМ, зі зворотно-поступальним рухом золотника.

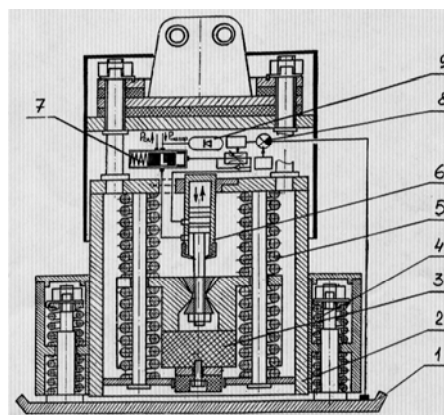


Рис. 2.

Навісна трамбівка з автоколивальним ГВМ

В ній реалізувався автоколивальний віброударний режим з можливістю управління максимальною частотою коливань. Недоліком цієї установки було обмеження по частоті коливань (≈ 16 Гц), яке залежало від характеристик золотника, пружного елемента зворотного зв'язку, тиску у гідросистемі та подачі насоса. У порівнянні з попередньою установкою в трамбовці з'явилась можливість примусово змінювати амплітудно-частотну

характеристику системи без зменшення к.к.д. гідравлічного приводу. Основними її недоліками були: складність виготовлення та налаштування гідророзподільника, а також вузький діапазон робочих частот. Для усунення недоліків, виявлених в процесі досліджень, була створена модель віброударної трамбовки на основі попередньої, з ГВМ пульсаторного типу з ротаційним гідророзподільником примусової дії.

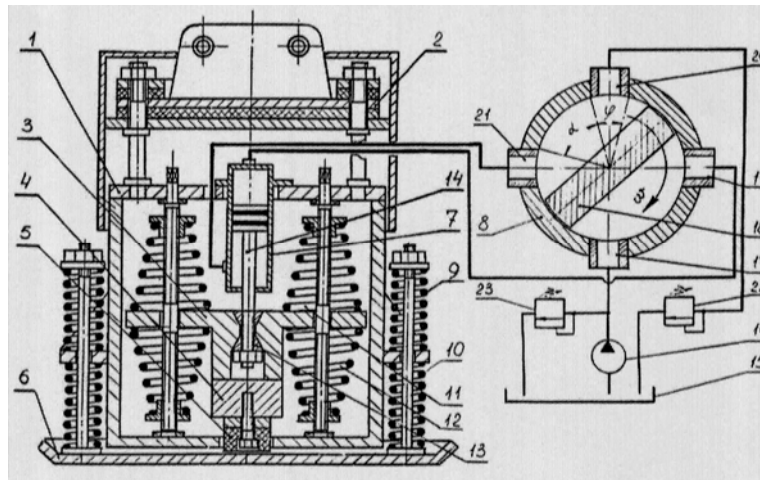


Рис. 3. Трамбівка з ГВМ пульсаторного типу

Створені конструкції трамбівок, до речі захищені авторським свідоцтвом, впритул наблизились до самоадаптованих систем і дозволяють плавно і швидко змінювати амплітудно-частотні характеристики робочого органу машини та динамічний тиск під трамбуючою плитою в процесі ущільнення по наперед заданому закону, або в залежності від ступеня щільності будівельної суміші.

Реалізація вище перелічених переваг стала можливою лише завдяки глибоким теоретичним дослідженням у даній області та успішній розробці стратегічної концепції: від накопичення фундаментальних дослідних матеріалів до нової конструктивної схеми і від неї до реалізації прогресивних режимів ущільнення новими вискоелективними машинами.

Особливість подібних коливальних систем полягає у гібридному поєднанні гідравлічного виконуючого механізму з віброударною системою. Причому ГВМ виступає рівноправним фактором у реалізації необхідного ущільнюючого режиму.

Висока швидкодія, великі вібротягові зусилля, довговічність, висока питома потужність, здатність створювати коливання довільної форми, можливість програмування режиму, - це далеко не всі можливі переваги гідравлічних вібраторів. Але притаманні їм недоліки виступають обмежуючим фактором їх застосування. Тому, створення дійсно ефективного обладнання вимагає наполегливої праці в однаковій мірі і над трамбівкою, і над ГВМ. На сьогодні вже створені автоколивальний ГВМ та ГВМ пульсаторного типу з ротаційним розподільником примусової дії, які конструктивно прості, не складні у виготовленні, легко регулюються у широкому діапазоні частот та створюють поряд з основною частотою високочастотні складові вібрації. Достатньо відпрацьовано і конструкцію віброударної трамбівки. Передбачено її використання як у причепному, так і у навісному варіантах. Вирішено проблему віброізоляції базової машини та оператора.

Для розширення функціональних можливостей створених установок сьогодні проводяться дослідження нових конструкцій ротаційних гідророзподільників, ведеться робота над перспективними модифікаціями машин: резонансною у визначеному інтервалі частот, з використанням потужності гідравлічного удару, полічастотних із значним вмістом високочастотних гармонік із автоматично змінюваною АЧХ. У теоретичному плані уточнюється розрахункова модель "машина-середовище", поведінка будівельної



суміші під ущільнюючою плитою, діючі сили опору та демпфування, вплив параметрів золотника та конфігурації вікон розподільника на коливальну систему.

Тримасна конструкція трамбівки та гідропривід, які теоретично значно підвищують та розширюють можливості машини, як з точки зору зручності, продуктивності, так і універсальності, вносять складність у визначення параметрів, а також створюють необхідність використання при розрахунках методики, яка хоч і спирається на відомі матеріали, але повинна містити новий підхід. Виконані на цій основі аналітичні та експериментальні дослідження динаміки руху трамбівки дозволили розробити принципи розрахунку та створення машин подібного класу.

Нижче наводимо методику інженерного розрахунку визначення основних параметрів вібраційних машин з гідроприводом.

Таблиця 1. Алгоритм розрахунку гідравлічних трамбівки та трамбівки з гідромеханічним приводом

№ п/п	Розрахунок параметрів навісних трамбівки	Розрахунок параметрів причіпних трамбівки	Розрахунок параметрів гідромеханічних трамбівки
1	2	3	4
1.	Маса трамбівки: $M_{mp} = M_{дон}$	Час пуску штока з ударною масою: $T_n = \frac{\pi}{2\omega} - \frac{0,06 \cdot F \cdot H \cdot \Delta p_{max}}{Q_H}$	Потужність гідро двигуна та виписуються його характеристики: $P_{zd} \leq P_n \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_{kn} \cdot \eta_{zn}$,
2.	Маса ударника: $m_{y\partial} = \frac{M_{mp}}{(3,5 \div 4)} = \frac{M_{mp}}{3,5}$	Швидкість перед ударом: $v_{cp} = x_{cp} / t_n$ $v_{max} = 2 \cdot v_{cp}$	В залежності від заданої частоти коливань n визначається допустимий статичний тиск: $0,01 \leq p_{cm} \leq 0,02$
3.	Маса ущільнюючої плити: $m_{nl} = m_{y\partial} \cdot (1 \dots 1,2) = m_{y\partial}$	Розрахункова площа гідроциліндра: $S_{цил} = \frac{Q_H}{v_{max}}$	Площа ущільнюючої плити: F
4.	Швидкість перед ударом: $V_{max} = \frac{2 \cdot p_{cp} \cdot Q_{cp} \cdot \eta_{zm}}{m_{y\partial} \cdot f}$	Маса ударника: $m_{y\partial} = \frac{2 \cdot p_{cp} \cdot Q_{cp} \cdot \eta_{zm}}{v_{max} \cdot f}$	Швидкість робочого органу перед ударом: $V_{y\partial} = \frac{g \cdot P_{zd} \cdot \eta_{zag} \cdot \omega}{G}$ $\left(\cos \varphi - \sin \varphi - 4,71 \frac{G}{P_{zd}} \right)$
5.	Розрахункова площа гідроциліндра: $S_{цил} = \frac{Q_{ном}}{v_{max}}$	Маса ущільнюючої плити: $m_{nl} = m_{y\partial} \cdot (1 \dots 1,2) = m_{y\partial}$	Маса ударної частини в залежності від граничного імпульсу: $M_{y\partial} = \frac{i_p \cdot F}{v_{y\partial}}$
6.	Швидкість ущільнюючої плити після удару: $v_n = \frac{m_{nl} \cdot (1 + K_e)}{m_{nl} + m_{y\partial}} \cdot v_{max}$		Швидкість ударної частини (ущільнюючої плити з ударником) після удару: $v_n = \frac{M_{y\partial} \cdot (1 + K_e)}{M_{y\partial}} \cdot v_{max}$
7.	Площа ущільнюючої плити: $F_{nl} = \frac{v_n}{[\sigma_0]} \cdot \sqrt{\frac{\alpha \cdot E \cdot B_{min} \cdot m_{y\partial}}{1 - \mu^2}}$		Амплітуда коливань ударної частини x_0 із квадратного рівняння з невідомим x_0 : $P_{zd} = \frac{(P_{cp}^{max} + P_{mp} + P_{огр} + P_{cp})}{\eta_{zag}}$

1	2	3	4
8.	Амплітуда коливань ударника: $x_{y\delta} = \frac{v_{\max}}{2} \cdot t_n$	Маса трамбівки: $Q_{mp} \geq [pcm] \cdot F_{nl}, M_{mp} = \frac{Q_{mp}}{g}$	Розраховується статичний момент та вимушуюча сила: $m_0 \cdot r_0 = M_{y\delta} \cdot x_0;$ $F = M_{y\delta} \cdot x_0 \cdot \omega_2$
9.	Верхня маса трамбівки: $m_2 = M_{mp} - m_{y\delta} - m_{nl}$		Верхня маса трамбівки: $m_2 = M_{mp} - M_{y\delta}$
10.	Жорсткість пружних елементів ударника: $c_1 = \frac{2 \cdot P_n \cdot S_{цил}}{x_{\max}}$		Жорсткість пружних елементів підвіски ударної частини: $c_1 = M_{y\delta} \cdot \omega_2$
11.	Жорсткість пружних елементів ущільнюючої плити: $c_2 = \frac{m_{y\delta} \cdot m_2}{m_{y\delta} + m_2} \cdot \omega_{\max}^2$		Визначають основні розміри вібробуджувача (де балансного або бігункового) по загальновідомим формулам.
12.	Жорсткість буфера ударника: $c_4 = 10 \cdot c_1$		
13.	Виконують розрахунки на міцність вузлів та деталей ущільнюючого обладнання		
14.	Амплітуда коливань ущільнюючої плити у контакті з будівельною сумішшю: $x_{2\max} = \frac{v_n}{\sqrt{\frac{E_{np} \cdot B_{\min}}{m_{nl}} \cdot \alpha}}$		
15.	Глибина активної зони: $H = 1,2 \cdot B_{\min} \cdot \frac{W}{W_0} \cdot \left[1 - e^{-3,7 \frac{i}{i_p}} \right]$		
16.	Час ущільнення на одному місці: $t = \frac{c}{k \cdot n}$		

Завдяки створеним гідравлічним трамбівкам з'явилась можливість реально враховувати вплив середовища на машину і навпаки, і у будь-який конкретний момент часу вносити корективи у коливальний рух робочого органу, що суттєво впливає на ефективність процесу ущільнення.

Література

1. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993.-216с.
2. Ловейкін В.С., Назаренко І.І., Свідерський А.Т. Оптимізація гідроприводного механізму машини для ущільнення ґрунту. //Збірка наукових праць Національного аграрного університету. К.: Видавництво НАУ. – 1998. – Том 4.– С. 239-245.
3. Ловейкін В.С., Назаренко І.І., Свідерський А.Т. Теоретичні дослідження динаміки тримасових ударно-вібраційних ущільнюючих машин з гідроприводом // Республіканський міжвідомчий науково-технічний збірник “Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини”. – К.: КДТУБА. – 1999. – Вип.54. – С.60-63.

БАРАНОВ Юрій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри МОТП

Народився 16 жовтня 1962 р. в м. Києві.

Закінчив Київський інженерно-будівельний інститут в 1984 р. за спеціальністю "Будівельні машини та обладнання".

З 1984 по 1987 р. працював в науково-дослідному секторі кафедри ЕРБМ.

В 1987 р. поступив до аспірантури цієї ж кафедри.

З 1990 р. – асистент, а з 1996 р. – доцент кафедри ЕРБМ. В 1994 р. захистив кандидатську дисертацію.

Має 63 наукових праці, з яких 11 науково-методичних, 17 авторських свідоцтв.

Основні напрямки наукової діяльності: ударно-вібраційні машини з електромагнітним віброзбуджувачем; ручний інструмент для будівельних робіт

РУЧНИЙ ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

Велика різноманітність будівельних робіт, їхня складність, а часто і незручність їх проведення вимагають застосування не менш різноманітної номенклатури електричних інструментів.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТІВ. Класифікацію можна проводити за різними критеріями. Наприклад:

- за ступенем використання інструмента;
- за оброблюваним матеріалом (металообробний, деревообробний і ін.);
- за вартістю і якістю (часто можна чути західний, вітчизняний або китайський інструмент).

Спеціалісти поділяють електроінструмент за сервісним обслуговуванням, починаючи з організацій продажу (спеціалізовані магазини або ринкові лотки) і закінчуючи гарантійним та післягарантійним ремонтом (наявність запасних частин, широка мережа сервісних майстерень). Але, взагалі, спеціалісти класифікують електроінструмент за його використанням:

Професійний. Критерії його визначення такі:

- висока вартість;
- дуже високий ресурс (часовий проміжок) роботи на відказ, який передбачає,
- інтенсивну експлуатацію, тобто високий ступінь надійності;
- наявність значних гарантій від виробника (заміна або ремонт у гарантійний період);
- достатній запас потужності для стабільної роботи без перегрівання;
- наявність багатофункціонального електронного і механічного регулювання (плавне збільшення вихідної потужності), яке запобігає різким ривкам під час пуску, фіксування, плавного регулювання швидкості обертання при збільшенні



навантажень, захисту від перевантажень (відключення або сигналізація при перевантаженнях), встановлення необхідного крутного моменту (використовується у шурупокрутах);

- висока економічна віддача (продуктивність, ергономічне виконання, підвищений строк служби, в т.ч., в агресивному середовищі, наприклад, наявність абразивного пилю при різанні каміння або бетону);
- широкий перелік додаткових пристроїв, таких як:
- відсмоктування продуктів (стружки або пилю) із зони обробки або лінійок
- (шаблонів) для прямолінійного або фігурного різання;
- наявність засобів захисту від ураження струмом, стружки, бризок і т.п.

Побутовий. Параметри його "розпізнання" на ринку такі:

- мінімальна ціна (головний критерій, який визначає останні функції);
- мінімальний ресурс робот, який передбачає епізодичне використання в побуті: наприклад, декілька отворів на рік для нової полиці (головне, щоб інструмент був під рукою);
- мінімальні гарантії, а часто і взагалі їхня відсутність, особливо на інструмент, який реалізується на ринках;
- мінімальний запас потужності (часто навіть декларується більш висока потужність, чим є насправді, що передбачає короткочасну роботу з перервами);
- відсутність яких-небудь додаткових функцій і пристроїв.

Між "професіональним" та "побутовим" інструментом багато виробників позиціонують вироби із середніми показниками - так звані "напівпрофесіональні" електроінструменти. Електроінструменти мають багато товарних груп. Найбільш розповсюджені – це: перфоратори, кутові шліфувальні машини ("болгарки") і електричні свердлильні машини (електродрилі). В свою чергу, у кожній групі є своя внутрішня класифікація. Так електричні свердлильні машини поділяються на одношвидкісні, ударні, кутові та багатофункціональні. За родом живлення вони поділяються на мережні та акумуляторні.

СИТУАЦІЯ НА РИНКУ. На українському ринку за останні 2-3 роки спостерігається щорічне збільшення продажу електроінструментів приблизно на 15-20 % на рік. В першу чергу, це пов'язане із збільшенням інвестицій у будівельну галузь, зростанням ремонтно-відновлювальних робіт в усіх великих вітчизняних містах. З'явилися стабільні канали постачання інструментів в Україну, зменшилась кількість інструментів, які "проникають" на ринок нелегальним шляхом.

Якщо в минулі роки продавались в основному побутові, то за останні два роки підвищився інтерес до професіональних інструментів. Інструмент важко уявити без витратних матеріалів, об'єм продажу яких також зріс: якщо раніше "витратники" складали 25-30 % в загальному об'ємі, то зараз - майже 50%. Вітчизняний ринок електроінструментів наскрізь "імпортований". Закордонній продукції "віддано" 85-90 % (у грошовому вираженні). У фізичному ж вираженні частка інструментів українського походження буде більшим (в основному, за рахунок великих об'ємів продажу побутових інструментів).

СТРУКТУРА І СПІВВІДНОШЕННЯ ПРОДАЖУ. Спеціалісти ринку запевняють, що незмінним лідером продажу є такі товарні групи:

- перфоратори – 25 %;
- кутові шліфувальні машини (так звані "болгарки") – 20 %;





- електричні свердлильні машини (дрилі) – 15 %;
- всі інші – 40 %.

Біля 60 % продажу приходиться на побутовий інструмент і приблизно 40 % - на професіональний.

Продаж витратників та інструментів знаходиться у співвідношенні 50 % на 50 % (у грошовому вираженні). Така ситуація спостерігається як в спеціалізованих торгових точках так і на господарчих ринках.

ІМПОРТНИЙ ТОВАР. Український ринок електроінструментів майорить різноманіттям торгових марок. Продавці "виводять" на ринок досить широкий асортиментний ряд під торговими марками: Bosch, AEG, Atlas Copco, Cedima, Metabo, Solo (Німеччина), Black & Decker, DeWalt, Elu (США), Makita (Японія), Sparky (Болгарія), Hilti (Ліхтенштейн), Skill, Kinzo (Голандія), Daner, Rebir (Прибалтика), DWT (Турція, Китай) та ін. Багато західних компаній вже мають в Україні свої торгові представництва, наприклад, Bosch, Black & Decker, DeWalt, Hilti. Також у невеликій кількості на ринку України представлено пермські (ПНППК, торгова марка "Ритм") та конаковські виробниці від російських виробників. Електроінструмент вводять в Україну біля 10 крупних імпортерів.

ТОРГОВІ МАРКИ. На українському ринку можна вирізнити чотири категорії торгових марок (саме марок, а не виробників). Це відомі світові бренди, вітчизняні марки, а також з країн СНД та Прибалтики, китайські бренди, та ринок інструментів, які виготовлено переважно в Китаї, але під торговими марками німецьких, австрійських або інших компаній. Причому, велика ймовірність, що за європейськими фірмами стоять вітчизняні, а в першу чергу російські власники. Так, на ринку виробництва електроінструментів підсилюється значення кооперації, тобто існують, наприклад, складальні підприємства в Китаї, які виробляють інструмент за документацією або аналогами відомих торгових марок, при цьому комплектуючі та матеріали купують в тому ж Китаї. В залежності від того, скільки готовий заплатити покупець, змінюється якість комплектуючих і матеріалів, рівень контролю над виробництвом, інструмент маркірується лейблом, потім надходить на ринки різних країн, в тому числі України. В підсумку, на ринку представлено колекції інструментів під одною торговою маркою, які вироблено на різних підприємствах і в різних країнах. Таку практику використовують відомі західні бренди. Багато з них мають власні заводи, наприклад, в Китаї, або, ж, одні бренди виготовляють інструмент "під" або для іншого бренду. Тому зростає спеціалізація окремих заводів по вузькому виду продукції.

Так як рівень якості споживач визначає не за декларацією продавців, а з власного досвіду, то для професіональних інструментів характерна висока лояльність споживача до торгових марок, які вже зарекомендували себе. Поява нових марок в цьому сегменті обмежена високим вхідним бар'єром (необхідно завоювати довіру).



А в нижньому сегменті – побутовому – зворотна ситуація: дуже часта поява нових торгових марок. Як правило, під новою торговою маркою завозиться дешевий інструмент, який активно розповсюджується через ринки, але з причини низької якості інтерес до нього з часом падає, і про цю марку забувають. У цьому процесі головну роль грає погляд роздрібних продавців: чи готові вони вирішувати питання по рекламаціям із споживачами цих інструментів за той прибуток, який залишається у них від продажу.

На імідж торгової марки, продаж і відповідно на ціну впливає дизайн інструментів (відмінність від конкурентів та розпізнавання торгової марки). Особливо це відчутно у середньому ціновому діапазоні. Так як для професіоналів важливіші ергономічність та надійність, і вони можуть не брати до уваги, наскільки красивий вигляд має інструмент. Хоча часто для роботи в ексклюзивного замовника (наприклад, ремонт елітних квартир), використовується інструмент відомих торгових марок, з використанням останніх технічних удосконалень (визвати довіру, зайвий раз підкреслити важливість і значення замовника, і відповідно отримати від нього максимальну оплату). А для споживачів з обмеженим бюджетом головне, щоб інструмент "дзижчав", а те, що він має нековирний вигляд, так ціна ж низька.

В цілому, на лідерство того чи іншого бренду впливає якість, ціна і сервіс. Причому, чим вищі запити споживача, тим менше значення має ціна і тим більше – сервіс.

Трейдери відмічають, що кожного року на вітчизняному ринку з'являються як мінімум два нових торгових бренди. І біля 5-7 "не розкручених". Так на виставці "INTERTOOL-2002" було представлено нові бренди: AEG, DWT, Klarus, Wolf. З'явилося також багато нових брендів "витратників": S&R power, B&D, ELu, DeWaltPiranha, BBV, DGR. Лідером серед інших брендів на протязі вже багатьох років є Bosch. Приблизно 30 % продажу приходить на частку інструментів саме під цим брендом. Популярність виробів Bosch пояснюється оптимальним співвідношенням "ціна-якість", а також "розкруткою" цієї торгової марки.

ВІТЧИЗНЯНІ ВИРОБНИКИ.

Вітчизняних виробників на даному ринку "один, другий та й край". Справа в тому, що у часи Радянського Союзу електроінструмент и в Україні практично не вироблялись. Тому в наш складний час налагодити виробництво "з нуля" без якої-небудь виробничої бази дуже важко. І все ж деякі вітчизняні підприємства відважились налагодити виробництво інструментів у місцевих умовах і працюють, не дивлячись на всі труднощі. В основному, пострадянські підприємства спеціалізуються на виробництві побутових інструментів. Хоча вже налагоджене виробництво і професіональних інструментів, але при цьому все ще вони не можуть запропонувати широкий асортиментний ряд. Для побутового використання цілком достатньо якості українських виробів. Вітчизняний інструмент при значно більш низькій ціні, у порівнянні з відомими марками, має якість значно вищу, ніж інструмент,





який ввозиться з південно-східної Азії і підкріплений доступністю запасних частин та широкою сервісною мережею.

Найбільшим вітчизняним виробником є ОАО "Завод Фиолент"(м. Сімферополь). Обсяги поставок електроінструмента під торговою маркою Phiolent в 2001 році склали 330 тис. одиниць, а за 9 місяців 2002- 280тис. До 70 % виробів експортуються перш за все, в країни СНД, в основному, в Росію. Крім того, тільки це підприємство на території колишнього Союзу має повністю автоматизовані лінії по виробництву якорів - серця будь-якого електроінструмента, що значно підвищує якість кінцевої продукції. На ринок професіональних інструментів підприємство виходить поступово, нарощуючи свою присутність в цьому сегменті, де моду диктують бренди з багаторічним досвідом.

КАНАЛИ ПРОСУВАННЯ ТОВАРУ. Існують дві основні схеми ввозу електроінструментів на територію України.

- фірми-імпортери, які спеціалізуються на оптовій та роздрібній торгівлі електроінструментами;
- ввіз товару "чиновниками".

За оцінками спеціалістів, через спеціалізовані фірми ввозиться більше 90 % товару. Ці компанії частіш за все працюють безпосередньо із закордонними виробниками і мають офіційний статус їх представників. Такі фірми продають товар безпосередньо в своїх спеціалізованих торговельних точках. Перевага таких салонів в тому, що тут працюють грамотні продавці-консультанти, які можуть підібрати клієнту найбільш оптимальний варіант виробу, а саме головне - визначити, який саме інструмент для покупця потрібний. В спеціалізованих точках надається гарантійне та після гарантійне обслуговування, є можливість закупівлі товару оптом. На ринку ж гарантія продавця виражається приблизно так: "Я тут кожен день стою!"

І тільки спеціалізовані магазини можуть запропонувати споживачеві найширший асортиментний ряд: до 500 найменувань (включаючи витратні матеріали) 7-8 торгових марок.



ОПЕРАТОРИ. На вітчизняному ринку електроінструментів вже не перший рік успішно працюють такі оператори: АТЗО "Альцест", СП "НТТ", ДТПП "Комсервіс", компанії: "Еско", "Епос", "Будпостач", "Хилти Украина", "Інструментал", "Мин", "Хаммер центр", "Евроінструмент", "Інструмент Центр", "Статус М", "Атлант-С", "Украбразив", "Альфа" та багато інших. Тільки на столичному ринку працює більше 20 оптово-роздрібних фірм.

ЦІНОВІ КАТЕГОРІЇ. Так як товарних груп на ринку досить багато, то цінові категорії доречно прослідкувати на прикладі якої-небудь однієї групи. Візьмемо для ілюстрації електричну свердлильну машину ударної дії. Такий побутовий інструмент вартістю від 150 до 500 грн. представлено такими торговими марками: Phiolent, Rebir, Dauer, Skill, Sparky, Black & Decker, Kinzo та іншими. Середню цінову категорію вартістю від 700 до 1000гр. представлено такими фірмами як Bosch, AEG, Metabo, DeWalt, Atlas Copco, Makita, Sparky та іншими.

Висока цінова категорія (від 1000грн. та вище) – Bosch, Metabo, DeWalt, Atlas Copco, Hilti та іншим. Ціни на інструмент значно нижчі, ніж на імпортований. Мабуть "наша" ціна – це єдиний критерій, за яким імениті конкуренти поки що не можуть конкурувати з українськими та іншими виробниками СНД.

Практично в будь-якій товарній групі у ціновому плані лідирує Bosch. На найнижчому ступені знаходиться Skill, середні позиції займає Sparky. Інструмент Makita знаходиться між Sparky і Bosch. Окремо слід відмітити такі марки, що знаходяться на вершині цінового айсберга, як Atlas Copco, Metabo і Hilti.

Ця палиця на два кінці: спеціалісти стверджують, що Bosch прослужить у 3 рази довше вітчизняного аналога. В той час коли останній коштує у 5 разів дешевше. Так що підстава для роздумів є.

Всі трейдери відмітили подорожчання всіх інструментів імпортованого походження після того, як у країнах Європейського Союзу було введено євро. Тобто, не дивлячись на те, що фірми в умовах конкуренції, ціни зменшують, практикують скидки, для споживача вся імпортована продукція все рівно подорожчала.

ПРОКАТ. Якісний товар коштує немалих грошей і для багатьох його придбання – розкіш. Проте, при виконанні будівельно-ремонтних робіт без електроінструменту – як без рук. Тому поряд з продажем в останній час на ринку активно розвивається такий вид послуг, як прокат інструментів. Прокат – важливий іміджевий показник компанії, і при цьому вельми прибуткова справа. Особливо, якщо поєднувати прокат з продажем. При цьому прокатним бізнесом не завжди займаються компанії – продавці. На ринку існує також ряд фірм, які спеціалізуються виключно на прокаті. За словами трейдерів, така послуга дуже популярна на Заході. Однак наявність прокатного пункту пов'язана з деякими особливостями. По-перше, потрібна досить розгалужена ремонтна база, ну, а по-друге, велика ймовірність крадіжки інструментів. Компанії надають інструмент у прокат, як правило, за наявністю паспорта та ще одного документа, який завіряє особу, і підписання договору бренди. Зазвичай електроінструмент здається у прокат подового, і його вартість коливається від 40 до 150 грн. за добу (в залежності від типу інструментів, торгової марки). Як правило, "прокатний" інструмент окуповує себе через півроку – рік.



Таблиця 1. Вартість прокату електроінструментів фірми BOSCH

Найменування	Вартість прокату (грн. за добу)				грн, за годину
	1 доба	2 доби	3-7 діб	> 7 діб	
Відбійний молоток GSH5CE	78.00	73.00	70.00	65.00	13.00
Відбійний молоток GSH11E	95.00	90.00	85.00	82.00	15.83
Перфоратор GBH11DE	120.00	115.00	110.00	100.00	20.00
Перфоратор GBH7DE	120.00	115.00	110.00	100.00	20.00
Перфоратор GBH4DFE	54.00	50.00	48.00	45.00	9.00
Перфоратор GBH2-24DSR	30.00	28.00	25.00	23.00	5.00
Кутова шліфмашина GWS25-230J	40.00	38.00	35.00	30.00	6.67
Кутова шліфмашина 14-125CE	30.00	28.00	25.00	21.00	6.00
Циркулярна пилка PKS54	55.00	52.00	50.00	45.00	9.17
Ексцентрикова шліфмашина PEX12AE	25.00	23.00	21.00	20.00	4.17
Ел. рубанок PHO15-82	30.00	28.00	25.00	21.00	5.00
Стрічкова шліфмашина PBS75AE	35.00	30.00	28.00	25.00	5.83
Ударний дріль PSB680-2RE	20.00	18.00	17.00	15.00	3.33
Лобзик GST100	30.00	28.00	25.00	21.00	5.00
Термоповітродувка GHG650LCE	25.00	23.00	21.00	20.00	4.17
Ланцюгова пилка GKE40BC	100.00	95.00	90.00	80.00	16.67

СЕРВІС І ГАРАНТІЙНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ. В цілому, організація сервісного обслуговування в Україні диктується брендами. Чим дорожчий бренд, тим дорожче сервіс і вужча мережа майстерень, що пов'язане із складністю ремонту виробів. Стосовно дешевих інструментів "китайського" виробництва, то запасні частини до них, як правило, не поставляються і ремонт не виконується. Поряд з тим, є невеликі майстерні, які виготовляють деякі запасні частини самостійно і відновлюють окремі вузли. Але якість таких деталей поступається промисловим аналогам. Такі запчастини широко представлені на ринках, рідше продаються в магазинах.

На сьогоднішній день практично всі компанії, які спеціалізуються на продажу і інструментів, практикують сервісне і післягарантійне обслуговування. Пов'язана це, перш за все, з тим, що клієнти охочіше придбають інструменти в тих торгових точках, які забезпечують їм подальше сервісне обслуговування у найкоротші строки. Хоча споживачі нарікають на "дорожечу" такого ось "фірмового" лікування. Як правило, фірмові салони пропонують 30-денну гарантію обміну, один рік безкоштовного сервісного обслуговування, а деякі гарантують



повернення грошей впродовж 7 днів з моменту купівлі чи обміну інструменту на аналогічний.

ПРОГНОЗИ І ПЕРСПЕКТИВИ. Ринок електроінструментів, за словами трейдерів, "наситився" і стабілізувався. Спеціалісти сходяться у поглядах, що в наступні два роки буде знижуватись темпи росту продажу. Можна прогнозувати, що у подальшому буде проходити розподіл торгівлі для професіоналів і торгівлі для приватних споживачів. Роздрібна торгівля буде розвиватись за двома напрямками:- укрупнення мереж вузькоспеціалізованих торгівельних підприємств, які працюють на спеціалістів; і прихід на зміну ринкам мереж гіпермаркетів, через які будуть продаватися будівельні матеріали, в тому числі і побутові електроінструменти (поки такий рух примітний на прикладі побутової техніки). Професіональна торгівля піде шляхом підвищення якості і кількості послуг, що надаються покупцям та зменшення витрат на просування продукції, а відповідно і вартості інструментів. Скоріш за все, збільшиться кількість компаній, які пропонують інструмент в прокат, а також його продаж у кредит. Очікується підвищення попиту на професіональний інструмент. Буде змінюватись споживчий попит: клієнти все частіше будуть віддавати перевагу професіональному інструменту над побутовим.



Цікаво знати, що...

Лідером опитування “Який перфоратор (або відбійний молоток), на ваш погляд, найкращий?, яке було проведене серед читачів відомого німецького журналу “Будівництво і ремонт”, став перфоратор Metabo KHE 32 Diagnostic. “Перш за все, в цьому перфораторі захоплює його комп’ютерна діагностична та сигнальна техніка”, - коментує головний редактор видання. За результатом опитування він отримав 886 балів, у той час як:

- Bosch GBH 3-38 FE-576 балів
- DeWalt D 25900 K-486 балів
- Kress 900 PSH-PLUS-375 балів
- Hitachi DH 30 PC-333 балів

У розділі ручних дискових пилок модель Metabo KS 85 S отримала 752 бали і посіла почесне друге місце. Metabo KS 68 Plus- четверте. Перше місце в цьому розділі посіла спеціальна пилка для розкрою плит Mafell PSS 3000.



ПРАВИЛА ПІДГОТОВКИ РУКОПИСІВ

1. В журналі друкуються наукові роботи за розділами: фундаментальні основи будівельної, гірничої і дорожньої техніки; механізація трудомістких робіт; нова будівельна, дорожня і гірнична техніка (вітчизняна і закордонна); автоматизація, комп'ютеризація і модернізація технологічних процесів і машин в цивільному, промисловому, дорожньому і меліоративному будівництві; стандартизація, експлуатація і ремонт будівельної, гірничої і дорожньої техніки; аварійно-рятувальна і інженерна техніка; основні законодавчі акти і постанови відносно цього переліку.
2. Матеріали статті, що представляють в редакцію, повинні мати: супровідний лист керівництва організації; рекомендацію відповідного підрозділу (завірену виписку з протоколу засідання кафедри); експертний висновок про можливість опублікування, оформлений в організації, звідки виходить рукопис; дозвіл Держпатенту на відкриту публікацію матеріалів по заявці на винахід; рецензію на статтю; реферат, в якому коротко викладений основний зміст рукопису (обсягом до 0,5 стор. тексту); дискету 1,44" з файлом статті (в тому числі рисунків, таблиць тощо). Стаття повинна бути відредагована і підписана всіма авторами із зазначенням дати відправки статті, точної поштової адреси і контактного телефону, e-mail (за наявності).
3. Редакція приймає рукописи у 2-х примірниках обсягом до 7 стор., включаючи літературу, що містить до 10 найменувань. Кількість ілюстрацій і таблиць за площею не повинна перевищувати 30 % від загального обсягу статті. Текст рукопису виконують на комп'ютері в форматі MS Word шрифтом Times New Roman Суг розміром 12 з інтервалом 1; розмір назв рисунків, таблиць і літератури 11. Відступи від краю аркуша до тексту: зверху 25, зліва 20, справа 20, знизу 20, абзацний 10.
4. В заголовку статті (в лівому куті) вказують УДК, рядком нижче (похилим шрифтом) – ініціали та прізвища авторів, їх наукові ступені і вчені звання (звання в недержавних академіях не вказують); назву статті дають по центру рядка (великими буквами прямим жирним шрифтом).
5. Звертаємо увагу авторів, що відповідно до Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. №7-05/1 "Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України" статті повинні мати наступні структурні елементи: постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття; формулювання цілей статті; виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.
6. Ілюстративний матеріал виконується за допомогою графічних процесорів або шляхом сканування фотографій чи рисунків, виконаних тушшю. Рисунки, виконані за допомогою вбудованого у Word графічного редактора, не приймаються. Розмір ілюстрацій не більше 18×25 см. Ілюстрацій вставляють в текст без зв'язків із файлами-оригіналами.
7. Необхідно уникати застосування громіздкого математичного апарату. Формули в тексті набирають у Microsoft Equation 3 (розміром 12-7-5-16-12). Змінні, що позначаються латинськими літерами, друкуються курсивним шрифтом. Змінні, що позначаються символами грецької абетки або кирилиці, а також індекси слід подавати прямим шрифтом. Нумерація формул – по правому краю.
8. Посилання на літературу дають у квадратних дужках; бібліографічний опис – згідно з вимогами держстандарту (приклади подані в Бюлетені ВАК України, № 2, 2000, С.61-62). В список вносять тільки опубліковані роботи.
9. Рукописи, не прийняті до опублікування, авторам не повертаються. Редакція має право скорочувати і вносити редакційні зміни тексту рукописів. Коректура статей авторам не надається. Гонорар за опубліковані статті не виплачуються.
10. Рукописи, що не задовольняють перерахованим вимогам, до розгляду не приймаються.

Наукове видання

ТЕХНІКА БУДІВНИЦТВА

Науково-технічний журнал

Випуск 17

Підписано до друку

Умовн. друк. арк. 12.04

Формат 60×84 1/8

Обл.-вид. арк. 12.5

Папір офсетний. Друк різогр.

Тираж 200. Зам. №

Адреса редакції: 03037, м. Київ, Повітрофлотський просп., 31, т. 241-5447, т/ф. 252-4214