

ISSN 2076-815X

**МІСТОБУДУВАННЯ ТА
ТЕРИТОРІАЛЬНЕ
ПЛАНУВАННЯ**

**45
2012**
Частина 3

Київ-КНУБА

Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2012. – Вип. 45, у 3 частинах. - Частина 3. – 192 с. Українською та російською мовами.

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

Градостроительство и территориальное планирование: Науч.-техн. сборник / Ответ. ред. Н.Н.Осетрин. – К., КНУБА, 2012. – Вып. 45, в 3 частях. - Часть 3. – 192 с. На украинском и русском языках.

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

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

Науково-технічний збірник

Заснований у 1998 році

Випуск №45
Частина 3

Ця частина спеціального випуску підготовлена за матеріалами доповідей та повідомлень, зроблених на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів "ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА" (м. Луцьк, 25-28 жовтня 2012 р.) та рекомендованих для опублікування її оргкомітетом.

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

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

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №12 від 23 жовтня 2012 року.

На замовних засадах

© Київський національний
університет будівництва
і архітектури, 2012

УДК 624.012.25

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

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРІБНОЗЕРНИСТОГО СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ТА ПОРІВНЯННЯ ЇХ ІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОТРИМАНИМИ ДАНИМИ

Наведені результати теоретичних досліджень нормативного та розрахункового опору дрібнозернистого сталевібробетону осьовому стиску та осьовому розтягу. Проведено співставлення та порівняння теоретично отриманих даних із результатами експериментальних досліджень.

Ключові слова: сталевібробетон, нормативний опір, розрахунковий опір, осьовий стиск, осьовий розтяг.

В останній час широкого розповсюдження набувають бетонні конструкції в які для збільшення міцності, тріщиностійкості та інших механічних властивостей додають сталі фібри [1, 2, 3]. Відповідно і збільшується кількість науковців, що працюють в даному напрямку.

Під час проведення досліджень по вивченню роботи елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону (СФБ) [4, 5] згідно методики [6] велика увага приділялася правильному підбору складових для СФБ суміші. Паралельно із виготовленням елементів кільцевого перерізу зі СФБ були забетоновані необхідних розмірів зразки (куби та призми) для експериментального визначення механічних характеристик даного матеріалу.

Разом із проведенням експериментальних досліджень для визначення механічних характеристик СФБ актуальним є і проведення теоретичного розрахунку опору СФБ осьовому стиску та осьовому розтягу – для їх взаємного співставлення та порівняння.

Для обчислення нормативного опору сталевібробетону на стиск (призмове міцність) рекомендується наступна залежність згідно [1, 7, 8]:

$$R_{sfb,ser} = R_{b,ser} + k_f^2 \cdot \varphi_f \cdot \mu_{fv} \cdot R_{f,ser} \quad (1)$$

де $R_{b,ser}$ – нормативний опір бетону матриці осьовому стиску (призмове міцність, приймається згідно табл. 1);

k_f – коефіцієнт, що враховує роботу фібр в перерізі, перпендикулярному до напрямку зовнішньої сили.

μ_{fv} – коефіцієнт об'ємного армування;

$R_{f,ser}$ – нормативний опір фібр розтягання (приймається за результатами експериментальних досліджень, а при їх відсутності згідно табл. 3);

φ_f – коефіцієнт ефективності фібрового армування, який визначається за формулою:

$$\varphi_f = (5 + L) / (1 + 4,5 \cdot L) \quad (2)$$

Таблиця 1.

Механічні характеристики дрібнозернистого бетону, МПа.

Механічні характеристики	Клас бетону							
	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40
Нормативний опір осьовому стиску (призмове міцність), $R_{b,ser}$	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29
Нормативний опір осьовому розтягу, $R_{b,t,ser}$	0,85	1	1,15	1,4	1,6	1,8	1,95	2,1
Розрахунковий опір осьовому стиску (призмове міцність), R_b	6	7,5	8,5	11,5	14,5	17	19,5	22
Розрахунковий опір осьовому розтягу, $R_{b,t}$	0,57	0,66	0,75	0,9	1,05	1,2	1,3	1,4

Таблиця 2.

Значення коефіцієнта умов роботи k_f

a / l_f	Значення коефіцієнта k_f при b / l_f							
	0,5	1	2	3	5	10	20	> 20
0,2	0,980	0,930	0,780	0,732	0,695	0,665	0,651	0,637
0,4	0,970	0,920	0,770	0,724	0,686	0,658	0,642	0,628
0,6	—	0,910	0,760	0,718	0,681	0,653	0,638	0,624
0,8	—	0,900	0,750	0,707	0,671	0,643	0,628	0,615
1,0	—	0,870	0,730	0,687	0,652	0,624	0,610	0,597
1,5	—	—	0,690	0,649	0,615	0,589	0,577	0,564
2,0	—	—	0,670	0,630	0,597	0,573	0,559	0,548
3,0	—	—	—	0,612	0,580	0,556	0,543	0,532
5,0	—	—	—	—	0,556	0,543	0,520	0,510
10	—	—	—	—	—	0,533	0,520	0,510
20	—	—	—	—	—	—	0,516	0,505
> 20	—	—	—	—	—	—	—	0,500

l_f – довжина фібр; a і b – відповідно менший і більший розміри поперечного перерізу елемента.

Таблиця 3.

Механічні характеристики сталевих фібр, МПа.

Механічні характеристики окремих видів сталевих фібр	Вид сталевих фібр		
	Маловуглицевий дріт	Сталевий лист	Із відпрацьованих канатів
Нормативний опір розтягу, $R_{f,ser}$	600	250	800
Розрахунковий опір розтягу, R_f	500	200	550
Модуль пружності, $E_f \cdot 10^{-3}$	200	210	180

$$L = k_f^2 \cdot \mu_{fv} \cdot R_{f,ser} / R_{b,ser} \quad (3)$$

Розрахунок нормативного опору СФБ осьовому стиску при відсотку армування сталевими фібрами $\mu_{fv} = 2,5 \%$ (0,025):

$$L = (0,643^2 \cdot 0,025 \cdot 600) / 18,5 = 0,335;$$

$$\varphi_f = (5 + 0,335) / (1 + 4,5 \cdot 0,335) = 2,127;$$

$$R_{sfb,ser} = 18,5 + 0,643^2 \cdot 2,127 \cdot 0,025 \cdot 600 = 31,69 \text{ МПа};$$

Розрахунок нормативного опору СФБ осьовому стиску при відсотку армування сталевими фібрами $\mu_{fv} = 1,5 \%$ (0,015):

$$L = (0,643^2 \cdot 0,015 \cdot 600) / 18,5 = 0,201;$$

$$\varphi_f = (5 + 0,201) / (1 + 4,5 \cdot 0,201) = 2,73;$$

$$R_{sfb,ser} = 18,5 + 0,643^2 \cdot 2,73 \cdot 0,015 \cdot 600 = 28,66 \text{ МПа};$$

Розрахунковий опір СФБ осьовому стиску R_{sfb} (призмova міцність) визначають за формулами:

$$R_{sfb} = R_b + k_f^2 \cdot \varphi_f \cdot \mu_{fv} \cdot R_f \quad (4)$$

де R_b – розрахунковий опір бетону матриці осьовому стиску (призмova міцність, приймається згідно табл. 1);

k_f – коефіцієнт, що враховує роботу фібр в перерізі, перпендикулярному до напрямку зовнішньої стискаючої сили (приймається згідно табл. 2);

μ_{fv} – коефіцієнт об'ємного армування;

R_f – розрахунковий опір фібр розтягання (приймається за результатами експериментальних досліджень, а при їх відсутності згідно табл. 3);

φ_f – коефіцієнт ефективності фібрового армування, який визначається за формулою (2); L для формули (2) визначається за формулою:

$$L = k_f^2 \cdot \mu_{fv} \cdot R_f / R_b \quad (5)$$

Отже розрахунковий опір СФБ осьовому стиску при відсотку армування $\mu_{fv} = 2,5 \%$ (0,025) згідно формул (4), (2) та (5):

$$L = (0,643^2 \cdot 0,025 \cdot 500) / 14,5 = 0,356;$$

$$\varphi_f = (5 + 0,356) / (1 + 4,5 \cdot 0,356) = 2,058;$$

$$R_{sfb,ser} = 14,5 + 0,643^2 \cdot 2,058 \cdot 0,025 \cdot 500 = 25,13 \text{ МПа};$$

Розрахунковий опору СФБ осьовому стиску при відсотку армування сталевими фібрами $\mu_{fv} = 1,5 \%$ (0,015):

$$L = (0,643^2 \cdot 0,015 \cdot 500) / 14,5 = 0,214;$$

$$\varphi_f = (5 + 0,214) / (1 + 4,5 \cdot 0,214) = 2,66;$$

$$R_{sfb} = 14,5 + 0,643^2 \cdot 2,66 \cdot 0,015 \cdot 500 = 22,74 \text{ МПа};$$

Міцність СФБ на осьовий розтяг залежить від об'ємного коефіцієнта армування, виду, розмірів і характеру поверхні фібр, класу бетону матриці, а також від геометричних розмірів перерізу елемента. При цьому, розрізняють два випадки руйнування СФБ елемента: перший – висмикування усіх фібр, другий – розрив і висмикування частини фібр.

У першому випадку, при $l_{f,an} \geq l_f/2$, нормативний опір сталевіфробетону на центральний розтяг визначають за формулою згідно [7, 8] з врахуванням коефіцієнтів з [3]:

$$R_{sfb,t,ser} = m_2 \cdot R_{b,ser} \cdot [(k_0^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_f) / (4 \cdot \eta \cdot d_f) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}] \quad (6)$$

а при $l_{f,an} < l_f/2$ (умова розриву і висмикування частини фібр) за формулою:

$$R_{sfb,t,ser} = m_1 \cdot [(k_0^2 \cdot \mu_{fv} \cdot R_{f,ser}) (1 - l_{f,an}/l_f) + R_{b,ser} (0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv})] \quad (7)$$

де:

$$l_{f,an} = \eta \cdot d_f \cdot R_{f,ser} / R_{b,ser} \quad (8)$$

k_0 – коефіцієнт, що враховує орієнтацію фібр (згідно табл. 4);

Таблиця 4.

Значення коефіцієнта орієнтації фібр k_0 .

a / l_f	Значення коефіцієнта k_0 при b / l_f							
	0,5	1	2	3	5	10	20	> 20
0,2	0,126	0,263	0,449	0,511	0,560	0,597	0,616	0,636
0,4	0,122	0,259	0,444	0,506	0,555	0,597	0,610	0,629
0,6	0,122	0,257	0,441	0,502	0,551	0,589	0,606	0,624
0,8	0,122	0,253	0,429	0,494	0,542	0,578	0,596	0,614
1,0	0,118	0,247	0,422	0,480	0,527	0,563	0,580	0,597
1,5	0,110	0,232	0,399	0,454	0,498	0,531	0,548	0,565
2,0	0,110	0,226	0,387	0,440	0,484	0,517	0,532	0,549
3,0	0,105	0,219	0,375	0,428	0,470	0,510	0,517	0,532
5,0	0,100	0,214	0,367	0,418	0,458	0,490	0,504	0,520
10	0,100	0,210	0,360	0,410	0,449	0,481	0,495	0,510
20	0,100	0,207	0,356	0,406	0,446	0,475	0,490	0,505
> 20	0,100	0,205	0,356	0,401	0,442	0,470	0,485	0,500

l_f – довжина фібр; a і b – відповідно менший і більший розміри поперечного перерізу елемента.

Нормативний опір СФБ осьовому розтягу при відсотку армування сталевими фібрами $\mu_{fv} = 2,5 \%$ (0,025) згідно формул (8) та (6):

$$l_{f,an} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 600 / 18,5 = 31,3 \text{ мм}; \quad l_f/2 = 50/2 = 25 \text{ мм};$$

в даному випадку $l_{f,an} \geq l_f/2$ тоді:

$$R_{sfb,t,ser} = m_2 \cdot R_{b,ser} \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_p) / (4 \cdot \eta \cdot d_p) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}] = 1,2 \cdot 18,5 \cdot ((0,578^2 \cdot 0,025 \cdot 50) / (4 \cdot 1,2 \cdot 0,8)) + 0,08 - 3,6 \cdot 0,025 = 2,19 \text{ МПа};$$

Нормативний опір СФБ осьовому розтягу при відсотку армування стальними фібрами $\mu_{fv} = 1,5 \%$ (0,015):

залежність $l_{f,an} \geq l_f/2$ зберігається, а отже:

$$R_{sfb,t,ser} = m_2 \cdot R_{b,ser} \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_p) / (4 \cdot \eta \cdot d_p) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}] = 1,2 \cdot 18,5 \cdot ((0,578^2 \cdot 0,015 \cdot 50) / (4 \cdot 1,2 \cdot 0,8)) + 0,08 - 3,6 \cdot 0,015 = 2,02 \text{ МПа};$$

Перед визначення розрахункового опору СФБ осьовому розтягу $R_{sfb,t}$ (аналогічно, як і при визначенні нормативного опору) досліджується співвідношення між $l_{f,an}$ та $l_f/2$.

При $l_{f,an} \geq l_f/2$ (умова висмикування всіх фібр) розрахунковий опір СФБ визначають за формулою: $R_{sfb,t} = m_2 \cdot R_b \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_p) / (4 \cdot \eta \cdot d_p) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}]$ (9)

а при $l_{f,an} < l_f/2$ (умова розриву та висмикування частини фібр) за формулою: $R_{sfb,t} = m_1 \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot R_p) (1 - l_{f,an}/l_f) + R_b \cdot (0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv})]$ (10)

$$l_{f,an} = \eta \cdot d_f \cdot R_p / R_b \quad (11)$$

Визначення розрахункового опору СФБ осьовому розтягу при відсотку армування стальними фібрами $\mu_{fv} = 2,5 \%$ (0,025):

$$l_{f,an} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 500 / 14,5 = 33,1 \text{ мм}; \quad l_f/2 = 50/2 = 25 \text{ мм};$$

в даному випадку $l_{f,an} \geq l_f/2$ тоді:

$$R_{sfb,t} = m_2 \cdot R_b \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_p) / (4 \cdot \eta \cdot d_p) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}] = 1,2 \cdot 14,5 \cdot ((0,578^2 \cdot 0,025 \cdot 50) / (4 \cdot 1,2 \cdot 0,8)) + 0,08 - 3,6 \cdot 0,025 = 1,73 \text{ МПа};$$

Визначення розрахункового опору СФБ осьовому розтягу при відсотку армування стальними фібрами $\mu_{fv} = 1,5 \%$ (0,015): в даному випадку $l_{f,an} \geq l_f/2$ тоді: $R_{sfb,t} = m_2 \cdot R_b \cdot [(k_o^2 \cdot \mu_{fv} \cdot l_p) / (4 \cdot \eta \cdot d_p) + 0,08 - 3,6 \cdot \mu_{fv}] = 1,2 \cdot 14,5 \cdot ((0,578^2 \cdot 0,015 \cdot 50) / (4 \cdot 1,2 \cdot 0,8)) + 0,08 - 3,6 \cdot 0,015 = 1,59 \text{ МПа};$

Дані для табл. 1 – табл. 4 були відтворені з додатку [8]. Отримані результати під час теоретичного розрахунку, що проведений вище подано в табл. 5.

Таблиця 5.

Теоретично розраховані механічні характеристики СФБ.

Механічні характеристики	Відсоток армування, μ_{fv}	
	1,5	2,5
Нормативний опір СФБ осьовому стиску, $R_{sfb,ser}$, МПа	28,66	31,69
Розрахунковий опір СФБ осьовому стиску, R_{sfb} , МПа	22,74	25,13
Нормативний опір СФБ при осьовому розтяганні, $R_{sfb,t,ser}$, МПа	2,02	2,19
Розрахунковий опір СФБ при осьовому розтяганні, $R_{sfb,t}$, МПа	1,59	1,73

Для співставлення та порівняння із теоретично розрахованими механічними характеристиками СФБ, що наведені в табл. 5, результати експериментального дослідження механічних характеристик СФБ подано в табл. 6.

Таблиця 6.

Експериментально отримані механічні характеристики СФБ.

Відсоток армування, μ_{fv}	Досліджувані параметри	
	Міцність на центральний стиск, МПа	Міцність на центральний розтяг, МПа
1,5	28,83	2,53
2,5	32,4	2,84

Нормативний опір сталевібробетону осьовому стиску ($R_{sfb,ser}$) теоретично розрахований за формулою (1) (табл. 5), як при $\mu_{fv} = 1,5 \%$ так і при $\mu_{fv} = 2,5 \%$, має добру збіжність із експериментально отриманими даними для міцності СФБ на стиск (табл. 6). Відхилення в цих значеннях становить 0,6 % (при $\mu_{fv} = 1,5 \%$) і 2,2 % (при $\mu_{fv} = 2,5 \%$). Експериментально отримана міцності СФБ на осьовий розтяг перевищує теоретично розрахований нормативний опір СФБ осьовому розтягу ($R_{sfb,t,ser}$). Так при $\mu_{fv} = 1,5 \%$ $R_{sfb,t,ser} = 2,19$ МПа, а експериментально отримане середнє значення міцності СФБ на центральний розтяг становить 2,84 МПа. Відхилення в значеннях – 29%. А при $\mu_{fv} = 1,5 \%$ $R_{sfb,t,ser} = 2,02$ МПа, а експериментально отримане значення становить 2,53 МПа. Відхилення в значеннях – 25 %.

До причини, за якою, експериментальна міцність СФБ на осьовий розтяг виявилася більшою майже на 25 ... 29 % ніж теоретично розрахований нормативний опір СФБ на осьовий розтяг ($R_{sfb,t,ser}$) можна віднести геометрію стальних фібр – анкерні, а відповідно і покращені їх механічні характеристики, що не в повній мірі враховується під час проведення теоретичних розрахунків.

Бібліографічний список

1. Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированный бетон. – М.: Стройиздат, 1989. – 176 с.
2. Сунак О.П. Сталевібробетонні конструкції. – К.: ІЗІМН, 1999. – 158 с.
3. Бабич Є.М., Дробішинець С.Я. Розрахунок сталевібробетонних і сталевіброзалізобетонних елементів: Рекомендації. Рівне: НУВГП, 2006. – 40 с.
4. Бабич Є.М., Андрійчук О.В. Дослідження роботи сталевібробетонних елементів кільцевого перетину при одноразовому і повторному навантаженні // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць – Рівне: НУВГП, 2009. – Випуск 19. – С. 82 – 90.

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

6. Андрійчук О.В. Методика експериментальних досліджень роботи елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону при повторних навантаженнях // Наукові нотатки: Збірник наукових праць – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Випуск 28. – С. 24 – 27.

7. Сунак О.П. Прочность, трещиностойкость и деформативность нормальных сечений изгибаемых комбинированно армированных сталефибробетонных элементов: Дис ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Киев, 1986. – 175с.

8. Сакварелидзе А.В. Прочностные и деформационные свойства сталефибробетона // Бетон и железобетон. – 1985. – №11. – С. 12 – 13.

Аннотация

Приведены результаты теоретических исследований нормативного та расчетного сопротивления мелкозернистого сталефибробетона осевому сжатию та осевому растяжению. Проведено сопоставление та сравнение теоретически полученных данных с результатами экспериментальных исследований.

Ключевые слова: сталефибробетон, нормативное сопротивление, расчетное сопротивление, осевое сжатие, осевое растяжение.

Abstract

The brought results over of theoretical researches of normative and calculation resistance of fine-grained steel-fiber-concrete to the axial clench and axial wricked. Comparison of in theory finding are conducted with the results of experimental researches.

Keywords: steel-fiber-concrete, normative resistance, calculation resistance, axial clench, axial wricked.

УДК 93.080.20

д.т.н., профессор А.О. Белятинский,
Национальный авиационный университет, г. Киев,
Краюшкина Е.В.,
ДП «ГосдорНИИ», г. Киев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАКОВ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрены особенности использования отвальных шлаков разных видов производств в дорожном строительстве. Исследованы химический состав и физико-механические свойства электросталеплавильного и отвального шлака, его влияние на адгезию к органическому вяжущему – битуму, приведены свойства минерального порошка из электросталеплавильного шлака и горячего мелкозернистого асфальтобетона с его использованием. Сделан вывод о том, что электросталеплавильный шлак может быть использован как щебень и минеральный порошок для приготовления асфальтобетонной смеси, которая обладает повышенной прочностью и долговечностью, является экономичным и технологичным материалом.

Ключевые слова: автомобильная дорога, производство, строительство, физико-механические свойства, шлаки.

Строительство, и особенно, реконструкция и ремонты автомобильных дорог требуют развития промышленности по производству каменных материалов. Растущую потребность в каменных материалах можно удовлетворить за счет широкого использования отходов промышленности и вторичных ресурсов. Одним из наиболее известных отходов, который с каждым годом находит все большее распространение в дорожном строительстве есть шлаки черной и цветной металлургии.

В связи со значительным накоплением большого количества побочного материала в виде шлаков и необходимостью их утилизации, возникла необходимость проведения работ в направлении определения возможности использования этих шлаков в транспортном строительстве.

По своим характеристикам (химический, минералогический состав, морозостойкость) шлаки являются ценным сырьем для приготовления щебеночных материалов и минеральных вяжущих, на основе которых изготавливают цементно- и асфальтобетонные смеси для устройства дорожных покрытий.

Замена шлаком цемента, щебня и минерального порошка, на производство которых расходуется значительное количество материальных и энергетических ресурсов сопровождается резким снижением затрат топлива, электроэнергии и трудовых ресурсов. Вообще, себестоимость шлаковых дорожно-строительных материалов в 2 раза ниже себестоимости аналогичной продукции из природных горных пород.

Таким образом, необходимость и актуальность использования шлаков в дорожной отрасли, что характеризуется значительной материалоемкостью, не вызывает сомнений. В последние годы в дорожном строительстве все большее распространение получили металлургические и фосфорные шлаки. Металлургические делятся на шлаки черной и цветной металлургии. Шлаки черной металлургии бывают доменные, сталеплавильные и ферросплавные.

Основным фактором, который определяет свойства шлака есть его структура, которая зависит от химического состава шлака и режима охлаждения. В доменных шлаках кристаллическая часть представлена более чем двадцатью минералами с плотностью более чем 3 г/см³.

Фосфорные шлаки светло-серого цвета. Шлаковая масса полностью кристаллизованная. Автором проводились работы по использованию шлаков разных видов производств в дорожной отрасли.

Установлена возможность использования щебня и песка из шлаков разных производств при производстве асфальто- и цементобетонных смесей, для устройства основ дорожных одежд, а для дорог низших категорий устройства покрытий из шлаковых материалов. В данной работе установлена возможность использования электросталеплавильных шлаков отвальных, для приготовления асфальтобетонных смесей.

Таблица 1.

Химический состав электросталеплавильного шлака								
Название материала	Химический состав, %							Модуль основности, M_o
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	FeO	S	
Электросталеплавильный шлак – плотный мелкозернистый серого цвета	28,3	12,0	31,0	9,0	5,6	13,4	0,7	1,1

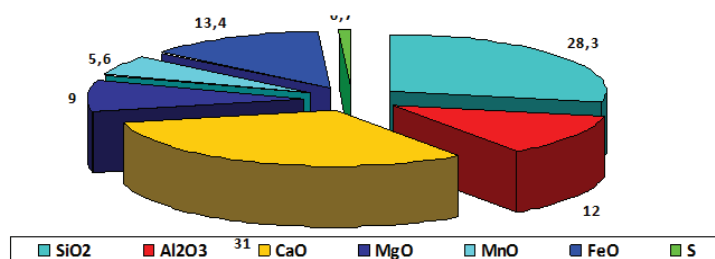


Рис. 1 Химический состав электросталеплавильного шлака

По данным химического состава рассчитывают модуль основности (M_o), модуль активности (M_a) и коэффициент качества (K), которые характеризуют гидравлическую активность шлака.

$$M_o = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} = \frac{31,0 + 9,0}{28,3 + 12,0} = 0,99\%$$

$$M_a = \frac{Al_2O_3}{SiO_2} = \frac{12,0}{28,3} = 0,42$$

$$K = \frac{CaO + Al_2O_3 + MgO}{SiO_2 + TiO_2} = \frac{53,87}{28,3} = 1,9$$

В зависимости от коэффициента качества и включения соединений шлаки разделяются на три сорта согласно ГОСТ 3476.74.

Таблица 2.

Три сорта шлаков согласно ГОСТ 3476.74

Показатели	Сорт		
	1	2	3
Коэффициент качества, не меньше	1,65	1,45	1,2
Включение Al ₂ O ₃ , не меньше, %	8,0	7,0	Не норм
MgO, не больше, %	15,0	15,0	15,0
TiO ₂ , не больше, %	4,0	4,0	4,0
MnO, не больше, %	2,0	4,0	4,0

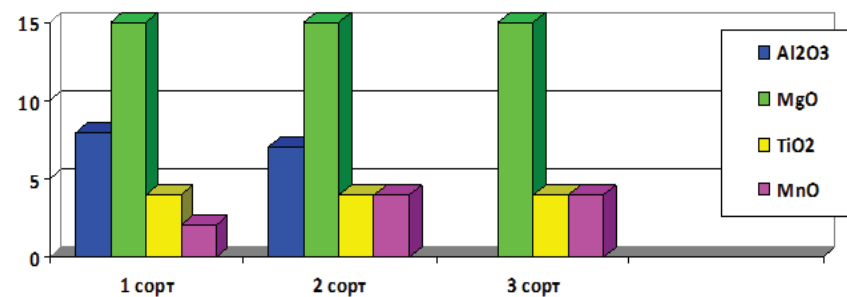


Рис. 2 Состав шлака в зависимости от включения соединений

В целом по химическому составу электросталеплавильный шлак близкий к природным эффузивным каменным материалам типа базальта. По коэффициенту качества относится к 1 сорту, кроме количества MnO , которое несколько увеличено.

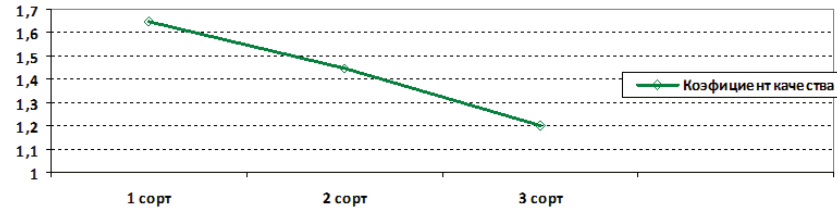


Рис. 3. Зависимость сорта шлаков от коэффициента качества согласно ГОСТ 3476.74

При использовании электросталеплавильных шлаков, которые характеризуются цементирующей способностью, а при уплотнении и увлажнении водой после цементации создают монолитную водостойкую основу цемент и известь выступают в роли активаторов.

Физико-механические характеристики электросталеплавильного шлакового щебня приведены в табл. 3. Для сравнения параллельно проводились исследования гранитного щебня Клесовского карьера.

Анализируя данные приведенные в табл. 3 можно утверждать, что физико-механические характеристики (прочность, дробильность, водопоглощение) у шлакового щебня выше чем у гранитного и отвечают требованиям ГСТУ Б В.2.7-74-98, то есть этот материал может быть использован для устройства слоев покрытия и основы дорожных одежд.

Таблица 3

Физико-механические характеристики электросталеплавильного шлакового щебня.

Наименование показателей	Щебень шлаковый электросталеплавильный	Щебень гранитный (Клесовский карьер)
1	2	3
Действительная плотность, $г/см^3$	3,45	4,2
Средняя плотность, $г/см^3$	3,84	4,35
Насыпная плотность, $кг/м^3$	1800,0	1850,0
Пористость, %	5,4	7,5
Водопоглощение, %	2,1	3,4
Марка по морозостойкости	Высокая F 150	Высокая F 150
Марка по дробильности	M 1200	M 1000
Твердость по десятибалльной шкале, баллы	6-7	-

1	2	3
Марка по истираемости	Высокая СТ-1	Высокая СТ-1
Прочности при сжатии в цилиндре, МПа	7,4	5,4
Наличие зерен пластинчатой и игольчатой формы	Кубовидная группа, 12	Кубовидная группа, 15
Наличие глины в грудках	-	-

Было проведено определение показателей и результаты исследований приведены в табл. 4.

Анализируя данные табл. 4 можно сделать вывод, что электросталеплавильный шлак имеет достаточные вяжущие свойства, что будет способствовать долговечности и увеличенной прочности конструктивных слоев дорожных одежд с его использованием.

Таблица 4

Вяжущие свойства электросталеплавильного шлака

Показатели	Результаты испытаний
Прочность при сжатии, МПа	8,5
Стойкость против распада, %	Силикатного 0,9 Железного 1,8
Набухание, %, не меньше	58
Сроки схватывания, начало, хв.	14

В связи с тем, что шлаковый щебень и шлаковый минеральный порошок будут использоваться для приготовления асфальтобетонных смесей, проводились исследования адгезии к органическому вяжущему – битуму.

Результаты исследований приведены в табл. 5.

Таблица 5

Определение качества сцепления поверхности шлакового щебня с битумным вяжущим – битум марки БНД 90/130.

Характеристика поверхности зерен шлака	Масса зерна шлака, г	Масса зерна шлака, г		Характеристика пленки битума на поверхности щебня		Оценка качества сцепления
		Щебень с пленкой вяжущего после испытания	С пленкой вяжущего после испытания	Сохранение пленки вяжущего, % по массе	Степень сохранности пленки вяжущего	
1	2	3	4	5	6	7
Полностью стекловидная	104,20	106,50	106,00	48,5	Пленка вяжущего более 50 % сохранилась на поверхности щебня, при чем ее толщина местами уменьшена	Удовлетворительно (три балла)

1	2	3	4	5	6	7
50 % поверхности стекловидная	56,3	58,2	57,9	49,5	Пленка вяжущего более 50 % сохранилась на поверхности щебня	Удовлетво рительно (три балла)
Шероховатая, частично стекловидная	84,50	88,4	88,0	81,00	Пленка вяжущего сохранилась на поверхности щебня	Отлично (пять баллов)
Полностью шероховатая	45,6	45,9	45,8	96,5	Пленка вяжущего частично отдели лась от поверх ности щебеню	Отлично (пять баллов)

По данным таблицы 5 видно, что не на всех поверхностях щебня высокая адгезия пленки вяжущего (5 баллов).

Необходимо отметить, что с гранитным щебнем показатель адгезии ниже.

Определение физико-механических свойств шлакового минерального порошка проводились согласно ГСТУ Б В.2.7-121-2003. Результаты исследований приведены в табл. 6.

Таблица 6

Физико-механические свойства минерального порошка
из электросталеплавильного шлака

Наименование показателей	Требования ГСТУ Б В.2.7-121-2003	Полученные результаты
Содержание частиц, % по массе, не меньше	70	89
- мельче 0,071 мм	100	100
- мельче 1,25 мм		
Пористость при уплотнении 40 МПа, % по объему, не больше	35	26,4
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, % по объему, не больше	2,5	1,8
Показатель битумоемкости, г, не больше	65,0	59,0
Влажность, % по массе, не больше	1,0	0,8
Плотность, г/см ³	-	2,74
Коэффициент гидрофобности	-	0,96
Количество глинистых частиц, %, не больше	5,0	4,9

Согласно ГСТУ Б В.2.7-121-2003 минеральный порошок из электросталеплавильного шлака соответствует требованиям к порошку I марки неактивированный.

Потом были проведены исследования физико-механических свойств асфальтобетона тип «Б» составов I та II. I – вся минеральная часть из шлакового материала; II – шлаковый щебень, минеральный порошок из электросталеплавильного шлака. Результаты исследований приведены в табл. 7.

Результаты исследований показали, что состав асфальтобетона, где минеральная часть состоит из шлакового материала характеризуется высшими показателями прочности и пониженными водонасыщения и набухания.

По результатам проведенных исследований очевидно, что материал можно рекомендовать для приготовления асфальтобетонных смесей, которые укладываются в нижние слои на магистральных дорогах I – II категорий и верхние слои местных дорог III-IV категорий.

Таблица 7

Физико-механические свойства асфальтобетона I и II составов

Состав асфальтобетона	Средняя плотность, г/см ³	Пористость минерального костяка, % по объему	Водонасыщение, % по объему	Набухание % по объему, не больше	Граница прочности при сжатии, МПа, при температуре			Коэффициент водостойкости
					50 °С, не меньше	20 °С, не меньше	0 °С, не больше	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	2,44	14,2	2,8	0,3	0,9	3,8	9,6	0,98
II	2,39	16,1	3,1	0,5	0,6	3,2	10,8	0,92
Нормативные требования согласно ГСТУ Б В.2.7-119-2003	-	15-19	1,5-3,5	0,5	1,2	2,5	12,0	0,9

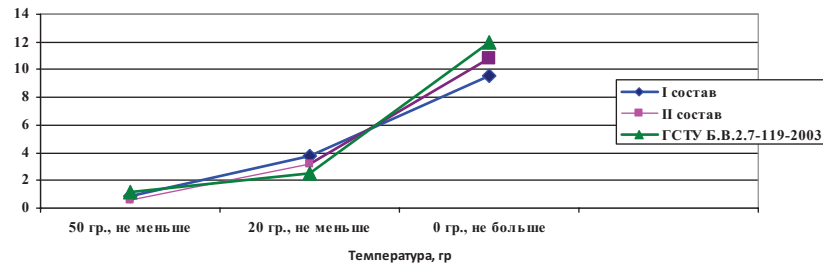


Рис.4. Изменения границ прочности при сжатии асфальтобетона I и II составов зависимо от температуры

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования материала показали, что электросталеплавильный отвалный шлак может использоваться в дорожных конструкциях как щебень и минеральный порошок для приготовления асфальтобетонной смеси. Достаточно высокая гидравлическая активность позволяет рекомендовать его использование как неорганического вяжущего с добавлением портландцемента и извести.

2. Шлаковый щебень в сравнении с гранитным обеспечивает лучшие эксплуатационные показатели слоям дорожных конструкций. Причем, увеличиваясь со сроком службы (особенно в первые пять лет). Таким образом, благодаря использованию электросталеплавильного шлака можно увеличить долговечность дорожных конструкций, значительно уменьшить стоимость и продлить строительный сезон.

Литература

1. Дорожные одежды с использованием шлаков [Текст] / под ред. А.Я. Тулаева, М.В. Королёв. – М.: Транспорт, 1986. – 221 с.
2. Еремин, А.В. Эксплуатационно-прочностные свойства шлаковых асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.В. Еремин. – Воронеж, 2000. – 201 с.
3. Еремин, В.Г. Комплексное применение шлаковых материалов в конструкциях нежестких дорожных одежд [Текст] / В.Г. Еремин // Науч.-техн. достижения в области дорожных строительных материалов, строительства, реконструкции, содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений. – Липецк: [б.и.], 1995. – С. 46 – 50.

4. Расстегаева, Г.А. Исследование процессов структурообразования смеси из гранулированного доменного шлака и вязкого битума при строительстве покрытий автомобильных дорог [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.А. Расстегаева. – Л., 1970. – 24 с.

Анотація

У статті наведені особливості використання відвальних шлаків різних видів і виробництв в дорожньому будівництві. Досліджені хімічний склад та фізико-механічні властивості електросталеплавильного і відвального шлаку, його вплив на адгезію до органічного вяжучого – бітуму, наведені властивості мінерального порошку з електросталеплавильного шлаку та гарячого дрібнозернистого асфальтобетону з його використанням. Зроблений висновок про те, що електросталеплавильний шлак може бути використаний як щебінь та мінеральний порошок для приготування асфальтобетонної суміші, яка володіє збільшеною міцністю та довговічністю, являється економічним і технологічним матеріалом.

Abstract

The paper describes the features of different types of recrement slag usage in road construction industry. Chemical composition and physical properties of electric furnace steelmaking and recrement slag and its effect on adhesion of organic binder – that is bitumen - were investigated; the properties of the mineral fine of electric furnace steelmaking slag and fine hot asphalt with regard to its use were shown. It is concluded that electric furnace steelmaking slag can be used as crushed stone and mineral fine for the preparation of asphalt concrete mix of higher strength and durability. It can be regarded as an economical and technologically advanced material.

УДК 519.8

к.т.н. Бірюков Д.С.,

Національний інститут стратегічних досліджень, м. Київ,

д.т.н., професор Заславський В.А., Сідляренко А.І.,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З УСУНЕННЯ АВАРІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНОК НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Представлено формальну постановку задачі мінімізації ризиків ДТП, яка може бути використана при плануванні заходів з метою усунення інцидентів на аварійно-небезпечних ділянках автодоріг.

Ключові слова: аварійність, ризик, заходи із зменшення аварійності.

Актуальність проблематики. Аварійність на автомобільному транспорті, через значні людські жертви та матеріальні втрати, є однією із найбільш актуальних задач, коли розглядаються питання забезпечення безпеки учасників дорожнього руху. За даними Державного агентства автомобільних доріг України на початок 2012 року зафіксовано 242 місця концентрації дорожньо-транспортних пригод (ДТП) [1], що призвели до фатальних наслідків та значних матеріальних збитків. Тільки за перше півріччя 2012 року сталося 89530 ДТП, що на 9,3 % більше, ніж за аналогічний період 2011 року. В цих ДТП загинуло 2006 та травмовано 15233 особи [2], що більше на 12,3 % та 7,9 % відповідно. Тобто в середньому за добу на автодорогах нашої країни втрачають життя 10-11 осіб, причому кожен третій загиблий у ДТП - молода людина віком до 29 років [3]. Ці негативні статистичні дані визначають актуальність розробки нових підходів та науково-обґрунтованих моделей та методів ризик менеджменту для зменшення кількості ДТП та мінімізації тяжкості та фатальності їх наслідків.

Серед заходів із підвищення безпеки руху можна виділити дві основні групи: організаційно - технічні та заходи пов'язані з людським фактором. До перших відносяться: національні вимоги до безпеки дорожнього руху, покращення стану дорожнього покриття та освітлення доріг, будівництво додаткових смуг, перехресть та переходів, розвиток придорожньої інфраструктури для відпочинку водіїв та пасажирів. До других: контроль за дотриманням технічних норм транспортних засобів (належний технічний стан транспорту), дотриманням норм власної безпеки водія (ремені безпеки, шолом та інше), регулювання поведінки водіїв та вимоги до їх професійної підготовки, вимоги до часу управління транспортними засобами водіями великовантажних

машин та автобусів, встановлення відеоспостереження, інформаційних табло, знаків обмеження швидкості [4,5].

Постановка задачі планування. При системному дослідженні проблеми аварійності автомобільна дорога розбивається на ділянки d_i , $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$. Транспортний потік складається із транспортних засобів, які розбиваються на категорії $k \in K = \{1, 2, \dots, k^*\}$, серед яких легкові автомобілі різних типів, вантажні автомобілі різних габаритів та вантажності, автобуси, двоколісні транспортні засоби, тощо. Нехай $p_{ik}(x_i)$ - ймовірність транспортної пригоди на ділянці d_i автодороги для k -ї категорії транспорту при застосуванні заходу $x_i \in X_i = \{x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_s}\}$ для зменшення аварійності на ділянці d_i , де s - число таких заходів. Значення $p_{ik}(x_i)$ можуть бути обчислені на основі моделі, наприклад нелінійної, що запропонована в [6].

Кожен захід $x_i \in X_i$ характеризується економічними, технічними та іншими показниками (ресурсами, витратами) при впровадженні даного заходу на ділянці d_i , де $m \in M = \{1, 2, \dots, m^*\}$ - індекс різних видів витрат, пов'язаних із впровадженням заходів зменшення аварійності.

Задача полягає у формуванні плану заходів та їх впровадження на кожній ділянці дороги (за умов обмеженості ресурсів) з метою зменшення аварійності на ділянках дороги, мінімізації кількості ДТП і, таким чином, зменшення людських, матеріальних та фінансових втрат в результаті можливих ДТП. Задача планування усунення аварійно-небезпечних ділянок та мінімізацію ризику ДТП (математичного сподівання втрат), формально може бути представлена в наступній загальній постановці:

$$R(x) = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} a_k p_{ik}(x_i) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при умовах:

$$b_m(x) = \sum_{i \in I} b_{im}(x_i) \leq b_m^*, m \in M, \quad (2)$$

$$x = (x_{i_1}, \dots, x_{i_s}, \dots, x_{n_s}) \in X = \prod_{i \in I} X_i, i \in I, \quad (3)$$

де a_k – величина збитків при ДТП з категорією транспорту $k \in K$; b_m^* , $m \in M$ – задана величина обмежень по ресурсу m .

Задача (1)-(3) відноситься до класу адитивних задач дискретного програмування з багатьма обмеженнями [7]. Для її розв'язання можуть бути використані алгоритми, що описані в [7].

Визначення збитків a_k , $k \in K$ є окремою задачею, що включає оцінку вартості життя загиблих в ДТП осіб, втрати пов'язані з лікуванням

постраждалих та наслідками травмувань, матеріальні втрати від пошкодження автотранспортних засобів та придорожніх об'єктів тощо.

При плануванні заходів по мінімізації втрат в ДТП важливим є людський фактор: травматизм та фатальні випадки з учасниками дорожнього руху. ДТП з фатальними наслідками виникають з різних причин, що представлені статистичними даними ДАІ МВС України [2] (табл.1). Серед 28 причин, які наводяться у [2] найбільшими є такі порушення як перевищення безпечної швидкості та порушення правил маневрування, частота виникнення яких разом становить майже 44 %.

Таблиця 1.

Розподіл за видами причин виникнення кількості та частоти виникнення
ДТП з постраждалими за 9 місяців 2011 року

Причина виникнення	Кількість	Частота, %
Перевищення безпечної швидкості	5103	23,725
Порушення правил маневрування	4312	20,047
Порушення правил проїзду перехресть	1760	8,183
Недодержання дистанції	1514	7,039
Виїзд на смугу зустрічного руху	1465	6,811
Керування транспортним засобом у нетверезому стані	1324	6,156
Перехід пішоходом дороги у невстановленому місці	1316	6,118
Неочікуваний вихід пішоходу на проїжджу частину	1089	5,063
Порушення правил проїзду пішохідного переходу	1031	4,793
Пішоходи у нетверезому стані	466	2,167
Порушення правил надання безперешкодного проїзду	431	2,004
Перевищення встановленої швидкості	316	1,469
Порушення правил обгону	298	1,385
Перевтома, сон за кермом	285	1,325
Інші причини (частота кожної < 1%)	799	3,715

Враховуючи як одну із основних задач при забезпеченні безпеки дорожнього руху - мінімізацію фатальних випадків у ДТП розглянемо формально дану постановку задачі.

Нехай $L = \{1, 2, \dots, l^*\}$ - множина причин виникнення ДТП з постраждалими на автомобільній дорозі, що досліджується. Позначимо через L_i , $i \in I$, $L_i \subseteq L$ - набір причин виникнення ДТП для d_i -ї ділянки автодороги. Для кожної причини $l \in L_i$ на ділянці d_i , $i \in I$ обчислюється коефіцієнт ρ_{li} - частота виникнення ДТП з постраждалими на цій ділянці, наприклад, на основі статистичних даних з табл.1.

Для оцінки можливої ефективності впровадження (застосування) засобів x_i , $i \in I$ для зменшення аварійності на кожній ділянці d_i , $i \in I$ розглядається

функція $f_{il}(x_i) \in [0; 1]$ - зменшення аварійності (корисності) для кожної з причин виникнення ДТП $l \in L_i$, для якої виконуються наступні умови:

$f_{il}(x_i) = 0$, якщо заходи x_i не зменшили кількість ДТП з постраждалими через причину $l \in L_i$;

$f_{il}(x_i) \in (0; 1)$, якщо застосовані заходи x_i зменшили кількість ДТП з постраждалими через причину $l \in L_i$;

$f_{il}(x_i) = 1$, якщо за наступний проміжок часу відсутні ДТП з причини $l \in L_i$ на ділянці d_i .

Тоді можна розглядати задачу мінімізації кількості осіб, що загинули та постраждали у ДТП, в такій постановці:

$$R(x) = \sum_{l \in L} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \rho_{li} h_k N_{ik} (1 - f_{il}(x_i)) \rightarrow \min, \quad (4)$$

при умовах:

$$b_m(x) = \sum_{i \in I} b_{im}(x_i) \leq b_m^*, m \in M, \quad (5)$$

$$x = (x_{i_1}, \dots, x_{i_s}, \dots, x_{i_n}) \in X = \prod_{i \in I} X_i, \quad i \in I, \quad (6)$$

де N_{ik} - середня кількість ДТП з постраждалими на ділянці дороги $i \in I$ для категорії транспорту $k \in K$; h_k - середня кількість осіб в транспортних засобах категорії $k \in K$.

Задача (4)-(6) відноситься також до класу задач дискретного програмування з багатьма обмеженнями для розв'язання якої можуть використовуватись алгоритми послідовного аналізу варіантів та наближені методи [7]. Враховуючи що транспорт відноситься до критичної інфраструктури країн Європи моделювання процесів підвищення безпеки, мінімізації ризиків та зниження кількості ДТП є важливою прикладною проблемою.

Висновки. Планування усунення аварійно-небезпечних ділянок розглядається як задача мінімізації кількості ДТП на ділянках автодороги та мінімізації кількості можливих фатальних випадків у ДТП. Розв'язком задач (1)-(3) та (4)-(6) є план впровадження засобів та заходів, застосування яких зменшуватиме кількість ДТП на аварійно-небезпечних ділянках, а сукупна вартість таких засобів не буде перевищувати заданих обмежень.

Література

1. Аварійно-небезпечні ділянки та місця концентрації ДТП [Електронний ресурс]. – Державне агентство автомобільних доріг України. – Режим доступу: <http://www.ukravtodor.gov.ua/>

2. *Аварійність* на автодорогах України [Електронний ресурс]. – Управління ДАІ МВС України. – Режим доступу: <http://www.sai.gov.ua/ua/people/5.htm>
3. *Надання невідкладної допомоги при ДТП та «безпечна автодорога» як елемент забезпечення безпеки дорожнього руху* / Комітет Верховної Ради України з законодавчого забезпечення правоохоронної діяльності. – Режим доступу: <http://portal.rada.gov.ua/>
4. *Справочник по безопасности дорожного движения. Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения*: Пер. с норв./ Под ред. проф. В.В. Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.
5. *Якокка Л. Карьера менеджера*. – Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1991. – 233 с.
6. *Доля В.К., Енглезі В.П., Пахно О.Є.*, Щодо визначення впливу параметрів транспортних потоків та погодних умов на ймовірність виникнення ДТП // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту.–2011.– №3. – С. 29 – 33.

Аннотация

Представлена формальная постановка задачи минимизации рисков ДТП, которая может быть использована при планировании мероприятий с целью устранения инцидентов на аварийно опасных участках автодорог.

Ключевые слова: аварийность, риск, мероприятия, из уменьшения аварийности.

Annotation

The formal raising of task of minimization of risks of road-transport accidents is presented, which can be used for planning of measures with the purpose of removal of incidents on under abnormal condition dangerous areas of motorways.

Keywords: an accident rate, risk, measures, is from diminishing of accident rate.

УДК 625.7

к.т.н., доцент Богаченко В.М., Гончаренко М.В.,
Національний транспортний університет, м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

В роботі виконано аналіз методів оцінки спеціалізованого нерухомого майна і запропоновано метод визначення зносу автомобільної дороги.

Ключові слова: оцінка автомобільної дороги, фізичний знос, функціональний знос, економічний знос, автомобільна дорога.

Автомобільна дорога, як і будь-який інший об'єкт, з часом при експлуатації має певний знос. Найбільш наглядним проявом проявлення такого зносу є погіршення стану покриття дорожнього одягу. На сьогодні питання отримання числових значень вираження зносу не вирішені.

Автомобільні дороги в нашій країні на сьогодні не продаються і не купуються, отже можна сказати, що як ринкові об'єкти вони не розглядались і, за деяким виключенням, не оцінювались. Автомобільні дороги обліковується лише в бухгалтерських документах і мають лише балансову вартість, яка не є не ринковою, навіть, не справедливою. Як це часто буває в бухгалтерському обліку, 5% амортизація вартості часто призводить до того, що вартість деяких доріг дорівнює нулю, що не відповідає здоровому глузду.

Для визначення орієнтиру ринкової вартості об'єкта, який має певний термін експлуатації, застосовуються знижки, що враховують різні форми накопиченого зносу (фізичний знос - знос, зумовлений частковою або повною втратою первісних технічних та технологічних якостей об'єкта оцінки; функціональний знос - знос, зумовлений частковою або повною втратою первісних функціональних (споживчих) характеристик об'єкта оцінки; економічний (зовнішній) знос - знос, зумовлений впливом соціально-економічних, екологічних та інших факторів на об'єкт оцінки) [1,2].

Функціональний знос може бути обумовлений технічним прогресом, що створює нові активи, здатні на більш ефективне виробництво послуг. Сучасні методи виробництва можуть обумовлювати частковий або повний знос існуючих активів з точки зору еквівалентності поточних витрат.

Зовнішні фактори включають зміни в економічних умовах, що впливають на попит та пропозицію послуг, які виробляються за допомогою активу. Зовнішні фактори також включають собівартість та раціональну доступність сировини, обладнання та робочої сили.

Для визначення вартості об'єктів нерухомості застосовуються такі методичні підходи: витратний, порівняльний та доходний. Витратний підхід доцільно застосовувати для проведення оцінки нерухомого майна, ринок купівлі-продажу або оренди якого є обмеженим, спеціалізованого нерухомого майна, у тому числі нерухомих пам'яток культурної спадщини, споруд, передавальних пристроїв тощо. Для визначення ринкової вартості інших об'єктів оцінки витратний підхід застосовується у разі, коли їх заміщення або відтворення фізично можливе та (або) економічно доцільне.

Положення Стандарту [1,2] можна застосовувати для обрання способів визначення зносу дороги, тому що нема жодного нормативного документа, який би регламентував процедуру визначення зносу автомобільної дороги.

При оцінці фізичного погіршення автомобільної дороги під впливом часу або відсутності експлуатації, для оцінки суми, необхідної для відновлення фізичного стану можуть застосовуватись різні оціночні методи. Можуть бути застосовані оцінки окремих елементів зносу, вартість підрядів, або пряме порівняння з об'єктами, що знаходяться в такому ж стані.

Алгоритм витратного підходу полягає у визначенні витрат, необхідних для відтворення або заміщення оцінюваного об'єкта з урахуванням величини накопиченого (сукупного) зносу на дату оцінки зносу та індивідуальних особливостей об'єкта. В основі такого підходу лежить визначення залишкової вартості заміщення ($B_{ВЗВ}$) оцінюваного майна.

Залишкова вартість заміщення ($B_{ВЗВ}$) нерухомого майна - вартість заміщення (відтворення) об'єкта оцінки за вирахуванням усіх видів зносу та з урахуванням ринкової вартості земельної ділянки при її існуючому використанні (прав, пов'язаних із земельною ділянкою).

Вартість відтворення — це поточна вартість витрат на відтворення точної копії нерухомості за вирахуванням всіх видів зносу (знецінення).

Вартість заміщення є сумою витрат на створення адекватної об'єкту нерухомості заміни (функціонального аналогу), що визначена в цінах на дату оцінки та має корисність, аналогічну тому об'єкту, що оцінюється.

При оцінці вартості автомобільної дороги за витратним підходом методом заміщення можуть бути застосовані наступні способи розрахунку:

- оцінка за вартістю одиничного показника земельних поліпшень (площа, об'єм, довжина). За цим способом витрати на будівництво одиничного показника (квадратного метра загальної площі чи кубічного метра будівельного об'єму) функціонального аналогу збільшуються залежно від кількості таких одиничних показників споруди.
- кількісний аналіз, за яким додаються всі прямі та непрямі витрати на будівництво нової споруди, тобто поточної вартості витрат на створення земельних

поліпшень, що є подібними до оцінюваних згідно з проектно-кошторисною документацією. Цей аналіз заснований на тому факті, що вартість дороги є вартістю прямих і непрямих будівельних витрат (будівельно-монтажних робіт), витрачених на будівництво, у цінах, що діють на дату оцінки.

Вартість заміщення об'єкта у цінах на дату оцінки визначається за формулою:

$$B_3 = B \times K \quad (1)$$

де: B_3 - вартість заміщення на дату оцінки;

B - вартість заміщення у цінах базового періоду.

K - коефіцієнт, що враховує підвищення вартості будівельно-монтажних робіт на дату оцінки.

$$B = B_6 \times S \text{ або } B = C_6 \times V \quad (2)$$

B_6 - вартість одиничного показника в цінах базового періоду;

S або V - площа або будівельний об'єм об'єкта, що заміщує оцінюваний

Як для спеціалізованого об'єкту нерухомості фізичний знос автомобільної дороги може бути визначеним окремо для кожного складового елементу конструкції автомобільної дороги - земляного полотна, дорожнього одягу, елементів облаштування, штучних споруд тощо та, як результат, для автомобільної дороги в цілому.

Але відсутність на сьогодні нормативно затверджених показників зносу або результатів прояву фізичного зносу для вказаних елементів автомобільної дороги у кількісному вимірі не дозволяє коректно визначити величину фізичного зносу. Таке визначення величини фізичного зносу може бути виконано лише за експертною оцінкою, тобто досить суб'єктивно.

Наявність фізичного зносу автомобільної дороги буде проявлятися у погіршенні, насамперед, стану дорожнього одягу. З точки зору користувачів автомобільної дороги - водіїв, це найбільш характерний прояв фізичного недоліку автомобільної дороги. Результат наявності фізичного зносу автомобільної дороги - зменшення швидкості руху транспортних потоків.

В практиці утримання автомобільних доріг у випадку погіршення їх транспортно-експлуатаційних якостей виконуються ремонти доріг, в результаті виконання яких транспортно-експлуатаційні показники приводяться до рівня нормального (проектного) використання автомобільної дороги.

Вартість проведення ремонтів доріг відома у ретроспективі і відображує проведення необхідних ремонтних робіт саме для конкретної автомобільної дороги. Таким чином, можна вважати, що у грошовому вимірі вартість виконаного ремонту відповідає усуненню фізичного зносу автомобільної дороги. Відношення вартості ремонтних робіт до вартості автомобільної дороги на момент закінчення попереднього ремонту покаже загальний фізичний знос автомобільної дороги у міжремонтний період часу.

Величина фізичного зносу у будь-який рік експлуатації автомобільної дороги може бути визначена за формулою:

$$Z_{\phi} = (B_p \times T) / (B \times T_p) \quad (3)$$

де Z_{ϕ} - величина фізичного зносу, %;

B_p - вартість необхідного ремонту автомобільної дороги, грн.;

B - вартість автомобільної дороги на момент закінчення попереднього ремонту, грн.;

T - термін від року закінчення попереднього ремонту до року оцінки, років;

T_p - міжремонтний термін, років.

Функціональний знос автомобільної дороги настає тоді, коли проявляється невідповідність споживчих вимог транспортних потоків до можливостей автомобільної дороги. Це найбільш характерно у випадку невідповідності наявної технічної категорії автомобільної дороги інтенсивності руху транспортних потоків і такий випадок розглядається як безумовна наявність функціонального зносу автомобільної дороги.

Величина функціонального зносу приймає певне значення у момент перевищення інтенсивності руху граничних величин інтенсивності руху для певної технічної категорії і може бути визначена за двома способами:

а) відношення вартості реконструкції автомобільної дороги до вартості автомобільної дороги в існуючому стані;

б) відношення вартості подібної автомобільної дороги технічної категорії, до якої необхідно переводити автомобільну дорогу, яка розглядається, до вартості автомобільної дороги в існуючому стані.

Величина економічного зносу автомобільної дороги може проявитись у випадках, коли інтенсивність руху транспортних потоків менше ніж інтенсивність руху на певній технічній категорії дороги, як крайній випадок - коли автомобільна дорога стає нікому не потрібною.

В разі недостатньої інтенсивності руху автомобілів транспортного потоку величина економічного зносу може бути визначена як відношення вартості існуючої автомобільної дороги до вартості автомобільної дороги нижчої, достатньої з умов інтенсивності руху транспортних потоків технічної категорії.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що фізичний знос проявляється постійно і величина його збільшується з часом, а функціональний та економічний зноси можуть проявитись у певний час в залежності від співвідношення елементів системи «автомобільна дорога – транспортні потоки».

Висновки:

Для оцінки автомобільних доріг, як спеціалізованих об'єктів, з метою визначення справедливої вартості, можуть бути застосовані всі три методичні підходи – витратний, порівняльний та доходний – які використовуються в оціночній практиці.

Запропонований метод визначення зносу автомобільної дороги, який застосовується при використанні витратного та порівняльного підходів з метою отримання вартості автомобільної дороги, є логічним та можливим для використання.

Література

1. Постанова Кабінету міністрів України від 10 вересня 2003 р. № 1440 про затвердження Національного стандарту № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав»
2. Постанова Кабінету міністрів України від 28 жовтня 2004 р. № 1442 про затвердження Національного стандарту № 2 «Оцінка нерухомого майна»

Анотация

В работе выполнен анализ методов оценки специализированного недвижимого имущества и предложен метод определения износа автомобильной дороги.

Ключевые слова: оценка автомобильной дороги, физический износ, функциональный износ, экономический износ, автомобильная дорога.

Abstract

In this article it is proposed the analysis of methods of estimation of specialized real estate and method of determination of the wear of highway.

Keywords: evaluation of highway, physical deterioration, functional wear, economic deterioration, road.

УДК 532.57;656.021(045)

Вардовський С.В.,
д.т.н., професор Белятинський А.О.,
Національний авіаційний університет, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКІВ МАЛОЇ ГЛИБИНИ, МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОПОВІЩЕННЯ.

Досліджено вплив гідрофобності покриття на потоки малої глибини та аквапланування, проаналізовано статистику та причину аварійності, а також методи дистанційного визначення стану покриття, та оповіщення водія.

Ключові слова: потоки малої глибини, аквапланування, гідрофобність, гідрофобізатори, змочувачі, поверхневий натяг, датчик-глибиномір, АСУРСП.

Основною метою існування автомобільного транспорту у світі є пришвидшення пересування включаючи достатній рівень комфорту. Цього можливо досягнути в первісно очікуваному вигляді тільки в разі паралельного розвитку безпеки руху.

Норми безпеки з кожним роком нагромаджуються, законодавча база росте, але невтішна статистика дозволяє констатувати факт недостатнього рівня матеріальної бази та спеціального догляду. Наприклад статистика за останні 6 місяців 2012 року свідчить, що в Україні відбулось майже 12,5 тис. ДТП з постраждалими, в яких загинуло більш як дві тисячі людей і більше 15 тис. отримали тілесні травми. Найбільша кількість смертей в дорожньо-транспортних пригодах була помічена в березні та квітні. Найбільша кількість постраждалих учасників ДТП припадає на 19-у годину.

Основними причинами дорожньо-транспортних пригод, в яких постраждали люди знову, як і завжди, залишається: перевищення швидкості та порушення правил маневрування.

Існує декілька пояснень високої аварійності на дорогах саме в квітні о 19-й годині:

-по-перше, березень та квітень в цьому році були переламними місяцями в переході з зимнього сезону. В той час, як температурні показники ще не зовсім стабілізувалися, автомобілісти вже психологічно перейшли на літній період з його швидкостями.

-по-друге, відсутність попереджувальних систем, які б дали змогу водію вирішити, яку манеру водіння обрати відповідно до погодних умов та видимості (19-та година - час сутінок).

Світовий досвід довів, що найбільш ефективно забезпечити умови безпечного, швидкого, комфортного та економічного перевезення пасажирів та

вантажів здатні саме повнофункціональні автоматизовані системи управління дорожнім рухом та контролю за станом покриття (АСУРСП). З цією метою вперше в Україні на трасі Київ — Бориспіль, встановлено систему управління дорожнім рухом.

АСУРСП є людино-машинною системою, що на основі автоматизованого збору та аналізу інформації про режими руху автотранспорту (інтенсивність, швидкість, інтервал, склад транспортного потоку), дорожні та погодні умови, стан покриття і ситуацію на дорозі, генерує оптимальні управлінські рішення.

Спеціальні датчики проводять збір інформації про інтенсивність, швидкість, режим руху транспортних засобів та склад транспортного потоку. Крім цього, вони визначають показники температури та вологості дорожнього покриття й повітря, товщини шару води чи снігу, концентрації реагенту, інтенсивності опадів, тиску, видимості, а також концентрації шкідливих речовин у повітрі. З допомогою інформаційних табло відповідні рекомендації інженера, що спостерігає, доносяться до водія.

Пропоновані мною рішення будуть виходити з тематики та досліджуваної мною проблеми, а саме: потоків малої глибини та аквапланування в теплий період року; сльоти, ожеледиці, ожеледі у холодний період. Окремим періодом, що потребує ґрунтовних досліджень, є перехідний, оскільки саме в цей час відбувається суттєвий перепад температур впродовж доби, і прогнозування зводиться до щохвилинного моніторингу. До того ж температура масиву, поверхні та повітря має кардинально різні показники які змінюються з різною швидкістю (Рис. 1.).

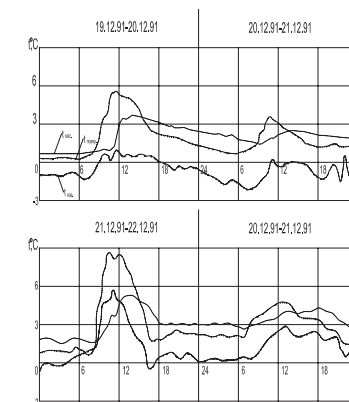


Рис. 1. Діаграма динамічного співвідношення температурних показників повітря, поверхні, масиву.

На даному етапі досліджень маємо датчик висоти шару води (Рис.2.), з допомогою якого і проводяться вимірювання потоку малої глибини.

До потоків малої глибини відносять потоки висотою $h=0,25\pm 10$ мм. В залежності, що описують їх, значно відрізняються від звичайних потоків. Різницю помітно при розрахунку лотків, безнапірних трубопроводів.

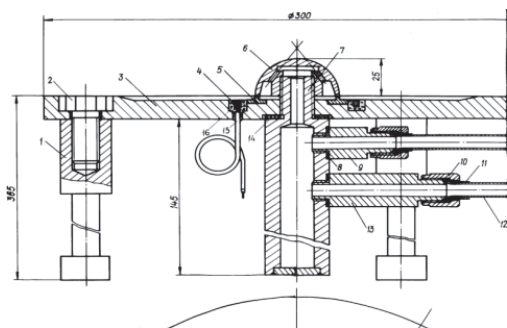


Рис.2. Датчик висоти шару води виробничий зразок.

Під датчик висоти шару води розроблено лоток зі скла та дощова установка.

Лоток складається з пластинок скла з бортами та вловлювачами води, що відбивається внаслідок вибивання краплями води стисненої площі дії.

Мета такої конфігурації лотка полягає в постановці експериментів академічного зразка на основі нульового рівня гідрофільності та абсолютної рівності поверхні.

Попередні дані вказали на два суттєві фактори:

- поверхневий натяг рідини;
- ступінь гідрофобності поверхні та її вплив на стікання та глибину потоку;

Поверхневі молекули силами міжмолекулярного притягання втягують рідину всередину. Але всі молекули в тому числі молекули граничного шару, повинні знаходитись в стані рівноваги. Ця рівновага досягається за рахунок зменшення відстані між молекулами поверхневого шару і їх найближчими сусідами всередині рідини. До того ж якщо поверхня гідрофобна силами наведеними вище, а саме поверхневим натягом створюється доволі великий шар рідини який на склі може досягати 3-4 мм. Така ж висота спостерігається і на асфальтобетонному покритті дороги чи аеродрому.

Гідрофобність – властивість деяких речовин, які не можуть змочуватись водою – окремих випадок ліофобності. Її розглядають як малий ступінь

гідрофільності, оскільки абсолютно гідрофобних речовин не існує. Природна гідрофобність матеріалу може бути підсилена або придушена доданням спеціальних речовин - гідрофобізаторів, активаторів, депресорів, змочувачів.

На сьогоднішній день для матеріалів дорожнього одягу частіше використовуються гідрофобізатори, які зберігають поверхню дороги від руйнівного впливу води. В якості гідрофобізуючої добавки найчастіше використовується торф'яний дьоготь. Наслідками попередньої гідрофобізації є підвищення несучої здатності, водостійкості та морозостійкості, однак слід враховувати можливі наслідки для аквапланування.

Шар води, який зібрався на поверхні внаслідок описаного вище ефекту поверхневого натягу та гідрофобності поверхні, може стояти при ухилі до 20%. Це може спричинити утворення льодової кірки (в зимовий період). При товщині вище 4-5 мм. прості протиожезедні засоби, як наприклад, сіль не зможуть дати бажаного ефекту.

В теплий період року виникне ситуація, коли на цей шар води буде доданий вплив атмосферних опадів і виникне тимчасовий ефект, викликаний впливом крапель на транзитний потік, що значно збільшує його глибину. Покриття акумулює опади і, відносно ходу дощу, суттєво уповільнює хід стікання.

При малих глибинах починають впливати сили поверхневого напруження і стікання починається лише після досягнення початкової глибини. Краплі дощу істотно впливають лише на початку стоку. Основні ділянки потоків транзитні.

Як правило, режими течії ламінарні, а нормативні для аеродромів залежності - для турбулентних потоків. Критичні числа Рейнольдса у 1,5 рази більші, ніж звичайно. Наслідок - відомий нам термін аквапланування.

Розроблений датчик висоти шару води у поєднанні з температурними датчиками повітря та масиву є дієвим (ефективним) рішенням даної проблеми. Як показує практичний досвід опитаних майстрів та виконробів дорожньої галузі, саме ці показники є пріоритетними у винесенні рішення в разі непередбачуваної погодної ситуації.

Щодо матеріальної сторони питання, можна зазначити, що створені українськими заводами датчики та системи будуть на порядок дешевшими від закордонних та відповідатимуть нагальним потребам транспортної галузі.

Література

1. Бабков В.Ф., Горєцький Л.І., Смірнов А.С., Глушков Г.І. Изыскания и проектирование аэродромов. – М.: Транспорт, 1981. – 616 с.
2. Вісник Харківського автомобільно - дорожнього університету. Збірник наукових праць. – Випуск 47. – Харків, 2009, –163 с. Кривенко Ю.М.

Дистанційний контроль стану поверхні злітно-посадкових смуг. / Вісник Національного авіаційного університету. – К., 2002. – 1 (12). – С.188–192.

3. Кривенко Ю.Н., Андрушак Л.Н. КНУБА. Авт. свид. №1125473 «Датчик глубины слоя жидкости на поверхности покрытия» МКИ 01 23/14. Оpubл. 23.11.84, бюл.№43.

4. Білятинський О.А. Російсько-український словник автодорожника. 2-ге видання, доповнене. –К.: Вища школа, 1999. – 235 с.

5. Белятинський А.О. Аерогідрометричний спосіб визначення витрат води за поверхневими швидкостями // Матеріали IVміжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2002». — Т. 4. — С. 42.29.

Аннотация

В работе было исследовано влияние гидрофобности покрытия на потоки малой глубины и аквапланирования, проанализированы статистику и причину аварийности, а также методы дистанционного определения состояния покрытия, и оповещения водителя.

Ключевые слова: потоки малой глубины, аквапланирования, гидрофобность, гидрофобизаторы, смачиватели, поверхностное натяжение, датчик-глубиномер, АСУРСП.

Abstract

The paper was the influence of hydrophobic coating on the low-flow depth and aquaplaning, analyzed statistics and cause accidents, as well as methods of distance determination of coverage, and alerts the driver

Keywords: flow-deep, hydroplaning, hydrophobicity, water repellents, wetting agents, surface tension, sensor-depth, ASURSP.

УДК 625.089(045)

к.т.н., доцент Дробилинець С.Я.,

к.т.н. Шимчук О.П.,

Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Описано можливість використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві. Наведено основні переваги та недоліки геосинтетичних матеріалів. Описано основні властивості геотекстилю. Наведено області застосування геосинтетичних матеріалів.

Ключові слова: геосинтетика, геотекстиль, геосітки, геомембрани.

Сучасні умови стабільного зростання обсягу вантажоперевезень, кількості й тоннажу транспорту, що перетинає дорожні магістралі і невеликі шосе, закономірно потребують удосконалення технологій дорожнього будівництва, укладання такого надійного полотна, яке буде здатне прослужити протягом дуже довгих років без деформацій (коліїніст), пошкоджень (тріщини, западини) і руйнування. На сьогоднішній день самим прогресивним рішенням для посилення та зміцнення дорожньої основи є сучасні геосинтетичні матеріали - ткани і неткані матеріали (полотна), широко застосовуються для армування (стримування, зміцнення) ґрунту з метою його посилення під дорожнім полотном.

У сучасному дорожньому будівництві може використовуватися різноманітна геосинтетика в залежності від початкових параметрів ґрунту і його характеристики, якості використовуваного насипного матеріалу і планованої інтенсивності експлуатації майбутнього дорожнього покриття, а також від багатьох інших даних. У зв'язку з різноманітністю завдань використання, сьогодні і геотекстиль виробляється у великій різноманітності марок, типів, розмірів, технічних параметрів. Зокрема існують такі полімерні армуючі матеріали як: геотекстиль дренаж (сучасна геомембрана з абсолютними показниками водонепроникності); плоскі геосітки (міцний і довговічний армуючий матеріал); геотекстиль георешітка (міцна георешітка з прямокутними або квадратними осередками різного розміру); геомати (запобігає ерозії ґрунту) ; склосітка та інші.

Різні георешітки, склосітки та інші геосинтетичні матеріали в дорожньому будівництві використовуються для вирішення цілого спектру проблем (рис. 1), пов'язаних з активною експлуатацією майбутнього дорожнього полотна. Включений в проектування будівництва доріг геотекстиль дозволяє значно покращити якісні та експлуатаційні характеристики дорожньої основи, збільшити термін його служби без необхідності проведення ремонтних робіт.

Саме тому сучасні проекти доріг передбачають використовувати в будівництві об'ємні георешітки або інші геосинтетичні полотна. Покладена між нижнім ґрунтовим і верхнім фінальним шаром дорожнього покриття геосітка, георешітка або інша геосинтетика в залежності від ситуації дозволяє значно підвищити опірність дорожнього полотна до механічних навантажень, зрушень всередині покриття, проникнення в ґрунт сипучих матеріалів і частинок ґрунту і, як наслідок, усунути причини утворення колійності, тріщин, вибоїв та інших пошкоджень і деформацій.



Рис. 1 Приклади використання геосинтетичних матеріалів.

Геосинтетичні матеріали - клас полімерних будівельних матеріалів - в дорожньому будівництві виконують функції армування, розподілу і дренажу. Застосування сучасних геосинтетичних матеріалів і розробка на їх основі прогресивних технічних рішень, що стало можливим в останнє десятиліття, дозволили істотно підвищити ефективність дорожнього будівництва і довговічність дорожніх конструкцій без збільшення їх матеріаломісткості, праце- і енерговитрат.

Переваги застосування геосинтетичних матеріалів: низька чутливість до присутніх в ґрунті агресивних речовин; простота в укладанні; нижча вартість; можливість використовувати місцевий ґрунт, уникаючи заміни його ґрунтом з вищими фізико-механічними характеристиками.

Геосинтетичні матеріали поділяються на декілька класів: геотекстилі (неткани і ткани); геосітки і георешітки; геомембрани; геокомпозитні матеріали.

Синтетичні полімери надають геотекстилю специфічні для полімерів позитивні властивості: водо і морозостійкість; універсальна корозійна стійкість; мала вага (щільність полімерів близько 1 г/см^3); висока міцність на розтяг.

Недоліки полімерів (такі як швидке старіння при прямому сонячному опроміненні (УФ-складової) різке падіння міцності при нагріванні до $80 - 120^\circ\text{C}$ і горючість) при використанні в конструкціях, де переважну частину обсягу становлять сипучі гірські породи, що захищають полімери від світлових і температурних впливів, виявляються заблокованими.

В даний час частіше використовують термін геосинтетичні матеріали (ГМ). Область застосування геосинтетичних матеріалів досить широка: дорожнє, гідротехнічне, підземне, природоохоронне будівництво, також доцільно використання в ландшафтному дизайні.

Застосування геосинтетичних матеріалів в будівництві докорінно змінило характер робіт, пов'язаних із закріпленням укосів, влаштуванням підпірних стінок, основ доріг. Стають непотрібними великі обсяги бетонних та земляних робіт, тому для отримання необхідного результату використовується пісок і армуючі геосітки і георешітки.

У разі облаштування водоймищ або сховищ використовуються плівкові геосинтетичні матеріали, сітки і знову ж місцевий ґрунт. Таким чином, застосування геосинтетичних матеріалів дає чималий економічний ефект, зменшуючи і навіть виключаючи використання таких матеріалів, як бетон, сталь, привізний природний камінь, і полегшуючи проведення робіт. Все це плюс зведене до мінімуму втручання в навколишнє середовище роблять геосинтетичні матеріали екологічно ефективними матеріалами, що в наші дні є найважливішим достоїнством і необхідною якістю матеріалу.

Основні області застосування геосинтетичних матеріалів:

- Дорожнє будівництво. У дорожньому будівництві ГМ застосовуються для влаштування укосів підвищеної крутизни, підпірних стінок, підсилення основ дорожніх насипів, а також для захисту конусів шляхопроводів, армування асфальтових покриттів, поділу конструкційних шарів дорожнього одягу і в якості елементів дренажних систем. При спорудженні укосів підвищеної крутизни або інших армоґрунтових конструкцій в якості армуючих матеріалів використовуються високоміцні геосітки, геоткани, а також об'ємні георешітки. Технологія застосування даних матеріалів дає значну економічну вигоду в порівнянні з такими традиційними методами, як будівництво бетонних підпірних стін, шпунтових огорожень, заміна ґрунтів (при будівництві на слабких основах). Для армування асфальтових покриттів застосовуються геосітки, композиційні матеріали на їх основі і полімерні волокна (дисперсне армування).

- Підземне будівництво. У підземному будівництві ГМ в основному застосовуються в якості гідроізоляції (геомембрани) підземних споруд, пластового і пристінного дренажів (дренажні мати). У порівнянні з традиційними гідроізоляційними матеріалами геомембрани володіють високою еластичністю, стійкістю до механічних і хімічних впливів. Застосування дренажних матів в підземному будівництві дозволяє вирішити три завдання:

1) Зняти гідростатичний тиск ґрунтових вод за рахунок організації пристінного дренажу.

2) Зовнішня гідропароізоляція підземної частини споруди.

3) Зовнішня незнімна опалубка при бетонуванні стін підземної частини споруди.

- Природоохоронне будівництво. ГМ - широко застосовуються для запобігання ерозії ґрунту, а також захисту берегів водойм та їх озеленення. Протирозійні мати - альтернатива традиційним методам протирозійного захисту з бетону. Завдяки своїй структурі, протирозійні мати сприяють швидкому утворенню стійкої кореневої системи. Ще однією істотною перевагою цих матеріалів є те, що ще до утворення рослинного шару мати вже перешкоджають виникненню ерозійних процесів.

Широке застосування знайшли геосинтетичні матеріали при будівництві полігонів поховання відходів.

- Гідротехнічне будівництво. У практиці гідротехнічного будівництва ГМ, а саме геомембрани бентонітові мати, застосовуються в якості гідроізоляції при влаштуванні протифільтраційних завіс, гребель або дамб, а також для організації гідроізоляційних екранів водоймищ, ставків, водойм. Використання геомембран забезпечує гарантовану гідроізоляцію на тривалий термін (кілька десятирок років) навіть в умовах агресивних середовищ.

Існують і інші області застосування геосинтетичних матеріалів, наприклад влаштування "зелених дахів", спортивних майданчиків, зелених парковок, парковок на дахах підземних гаражів.

При виборі того чи іншого ГМ необхідно враховувати його властивості, які багато в чому визначаються видом і структурою полімерів. Те, з якого полімеру виготовлений матеріал, визначають його стійкість до температурних впливів, короткочасну і тривалу міцність, стійкість до впливу ультрафіолету, агресивних середовищ. Крім того, дуже важливо суворо виконувати рекомендації по технології виробництва робіт з використанням геосинтетичних матеріалів.

Висновки. Геосинтетичні матеріали прості у використанні, їх укладання в конструкцію здійснюються розповсюдженими в будівництві машинами і механізмами, мають високу довговічність, компактні при транспортуванні.

Аннотация

В статье описана возможность использования геосинтетических материалов в дорожном строительстве. Приведены основные преимущества и недостатки геосинтетических материалов. Описаны основные свойства геотекстиля. Приведены области применения геосинтетических материалов.

Ключевые слова: геосинтетика, геотекстиль, геосетки, геомембраны.

Annotation

The article describes the use of geosynthetics in road construction. The main advantages and disadvantages of geosynthetics are presented. The basic properties of geotextiles are described. The fields of use of geosynthetics materials are described.

Keywords: geosynthetics, geotextile, geogrids, geomembranes.

УДК 624.138

д.т.н, професор Жданюк В.К., к.т.н., с.н.с. Лапченко А.С.,
к.т.н., с.н.с. Шрестха Р.Б., Панасюк Я.І.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МОДУЛІ ПРУЖНОСТІ ЦЕМЕНТОґРУНТУ З ДОБАВКАМИ ЛАТЕКСУ BUTONAL NS 198 ТА ПОЛІПРОПІЛЕНОВОЇ ФІБРИ

В результаті досліджень були визначені модулі пружності цементогрунту з додаванням різної кількості латексу Butonal NS 198 та поліпропіленової фібри.

Ключові слова: цементогрунт, модуль пружності, поліпропіленова фібра, латекс Butonal NS 198.

Розрахунок конструкцій нежорсткого дорожнього одягу ведеться за показником модуля пружності. Відсутність даного показника для нових матеріалів або старих матеріалів з поліпшеними властивостями, може блокувати використання цього матеріалу в конструктивних шарах дорожнього одягу. До цього часу залишалися невизначеними розрахункові показники цементогрунту з додаванням поліпропіленових волокон чи латексу Butonal NS 198, а також з одночасним введенням цих компонентів.

При проведенні експериментальних досліджень, з визначення модуля пружності, використовували супісчаний ґрунт. В якості мінерального в'язучого використовували портландцемент марки М 400, виробництва Балаклієвського цементного заводу. Концентрація цементу у складі цементогрунтів з додаванням поліпропіленових волокон чи латексу Butonal NS 198, а також з одночасним введенням цих компонентів складала 12 % від маси сухого ґрунту. Довжина фібр становила 18 мм, її концентрацію варіювали в залежності від маси сухої цементогрунтової суміші. Вибір фібри вказаної довжини був обумовлений результатами попередніх досліджень [1], які свідчать про те, що при використанні волокон вказаної довжини досягається максимальна міцність на розтяг при згині фіброцементогрунтів. За даними виробника [2], Butonal NS 198 належить до термоеластопластів типу СБР і є водною дисперсією сополімерів бутадієн-стиролу, що вміщує конгломеровану сірку. У звичайному (рідкому) стані в Butonal NS 198 міститься 64 ± 1 % сухої речовини. Кількість латексу Butonal NS 198 в складі цементогрунту та фіброцементогрунту залежала від маси цементу.

Для визначення модуля пружності в лабораторних умовах були виготовлені зразки-балочки розміром $4 \times 4 \times 16$ см. Формували зразки на гідравлічному пресі шляхом прикладання ущільнюючого навантаження

величиною 150 кгс/см² протягом 3 хвилин. Заформовані зразки зберігали в гідралічній ванні та випробовували на 28 добу. Випробування проводили за методикою, викладеною в [3].

В результаті проведених випробувань були визначені модулі пружності укріплених ґрунтів (рис. 1, 2). Підвищення кількості поліпропіленової фібри у складі цементогрунту призводить до підвищення його розрахункових характеристик. Зокрема, модуль пружності цементогрунту дорівнює 2005 МПа, а додавання 0,01 % поліпропіленової фібри підвищує його значення модуля до 2180 МПа, 0,03 % – до 2590 МПа, а 0,05 % – до 2970 МПа. Подальше збільшення вмісту фібри призводить до погіршення рівномірного розподілення її у об'ємі фіб्रोцементогрунту, тому модуль пружності фіб्रोцементогрунту з концентрацією фібри більше 0,05 % не визначався.

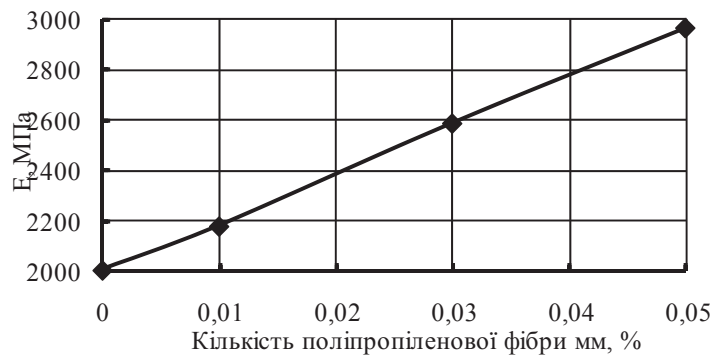


Рис. 1 Залежність модуля пружності цементогрунту від вмісту поліпропіленової фібри в його складі

Наведені на рис. 2 дані показують, що при введенні 1-5 % полімерного латексу Butonal NS 198 у цементогрунтову суміш, спостерігається зростання модуля пружності цементогрунту при збільшенні концентрації цього латексу. Так, при введенні 1 % латексу Butonal NS 198 – модуль пружності збільшується в 1,05 рази, при 3% – в 1,13 рази, при 5 % – в 1,26 рази. Величина модуля пружності у зразків без добавки становить 2005 МПа, при введенні 1 % латексу Butonal NS 198 – 2102 МПа, 3 % латексу – 2258 МПа, 5 % латексу – 2521 МПа. Подальше збільшення латексу Butonal NS 198 у складі фіб्रोцементогрунту є недоцільним, оскільки раніше отримані результати [4] свідчать про зменшення міцності при стиску, так і при згині такого цементогрунту.

Експериментально отримані результати свідчать про те, що модуль пружності фіб्रोцементогрунту зменшується при введенні у його склад латексу

Butonal NS 198. Так, модуль пружності досліджуваного фіб्रोцементогрунту без добавки Butonal NS 198 становить 2970 МПа, при додаванні 1 % латексу він зменшується до 2125 МПа, при 3 % становить 2265 МПа, а при 5 % – 2585 МПа. При цьому, за абсолютними значеннями модуля пружності фіб्रोцементогрунту з 3-5 % водного катіонного латексу Butonal NS 198 відноситься до III класу міцності згідно з ВБН В.2.3-218-54:2010

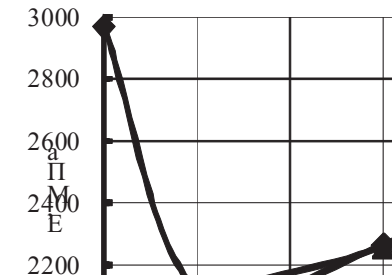


Рис. 2 Залежність модуля пружності цементогрунту від вмісту водного латексу Butonal NS 198 в його складі (▲ – ґрунт укріплений цементом та водним латексом Butonal NS 198; ◆ – цементом та водним латексом Butonal NS 198 сумісно з 0,05 % поліпропіленової фібри)

Результати експериментальних досліджень дозволяють констатувати, що модуль пружності цементогрунту можна регулювати в широкому діапазоні за рахунок додавання різної кількості поліпропіленової фібри та латексу Butonal NS 198.

Література

1. Жданюк В.К. Властивості цементогрунту з добавками поліпропіленової фібри / Жданюк В.К., Лапченко А.С., Панасюк Я.І. // Автошляховик України. – № 1 (225). – 2012. – С. 30-32
2. Полімерні латекси серії Butonal® [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.icrpa.com/index.php/2010-12-13-19-41-00/-butonalr>.
3. ВБН В.2.3-218-186-2004. Дорожній одяг нежорсткого типу. Відомчі будівельні норми України. Київ: Державна служба автомобільних доріг України «УКРАВДОР», 2004. – 71 с.
4. Жданюк В.К. Дослідження впливу водних катіонних латексів серії «Butonal» на міцність цементогрунту / В.К. Жданюк, Я.І. Панасюк // Містобудування та територіальне планування, вип. № 40, частина I. - К.: КНУБА, 2011. – С. 407-411.

Анотация

В результате исследований были установлены модули упругости цементогрунта с добавлением разного количества латекса Butonal NS 198 и полипропиленовой фибры.

Abstract

As a result of investigations elastic modulus of soil reinforced by cement with the addition of different amount of latex Butonal NS 198 and polypropylene fiber were established.

УДК 625.07

к.т.н., доцент Зеленкова Г.Ф.,
Національний авіаційний університет, Київ

ПОКРАЩЕННЯ СТРУКТУРИ ШТУЧНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНГЛОМЕРАТІВ (ШБК)

Проведено дослідження конгломератів із застосуванням бітумних в'язучих. Висвітлені проблеми, що виникають при застосуванні шлакових пісків, а також напрями покращення якості асфальтобетонних покриттів.

Ключові слова: штучні будівельні конгломерати (ШБК), структура, основні властивості, покриття автомобільних доріг.

Вступ.

Розвиток мережі автомобільних доріг, збільшення обсягів їх реконструкції та поточного і ямкового ремонтів, вимагають значного використання природних ресурсів мінеральної сировини для виготовлення штучних будівельних конгломератів (ШБК) та бітумних і мінеральних в'язучих речовин, виробництво яких за останні роки скоротилося, а вартість значно зросла.

В Україні щорічно добувають близько 1,5 млрд. тон гірських порід, але після їх перероблення близько 70% не споживають, а залишають у відвалах у вигляді різних відходів, які забруднюють навколишнє середовище. З літературних джерел відомо, що відвалами зайнято більше 500 тис. гектарів сільськогосподарських угідь, а для будівництва автомобільних доріг використовують менше 10%, що явно недостатньо [1].

При використанні такої мінеральної сировини із застосуванням бітумних в'язучих речовин, особлива увага приділяється утворенню і вдосконаленню ШБК.

Характер проблем, що виникають при застосуванні вторинних продуктів перероблення мінеральної сировини і застосування її в конгломератах, пов'язане з їх структуроутворенням, що впливає на довговічність покриттів. Виникає потреба розв'язання складних задач, пов'язаних з проектуванням і дослідженням оптимальних складів ШБК з врахуванням фізико-хімічної механіки і оптимізації процесів, що відбуваються протягом експлуатації покриттів автомобільних доріг і аеродромів.

Постановка проблеми.

Фізико-хімічна механіка вивчає залежність структурно-механічних властивостей різних природних і технічних дисперсних систем на поверхнях

розділення фаз і тісно пов'язана з колоїдною хімією, молекулярною фізикою, фізикою та хімією твердого тіла, геологією тощо. Об'єктом дослідження є різні природні і штучні дисперсні системи, що застосовуються для створення ШБК.

Головною задачею є вивчення структури конгломератів, зчеплення між собою компонентів конгломератів і їх впливу на основні властивості покриттів. Природа компонентів, їх хімічний та мінералогічний стан, питома поверхня заповнювачів та інші чинники визначають якість покриттів автомобільної дороги. Дія поверхнево-активних речовин, застосованих в конгломератах при їх виготовленні, а також дія навколишнього середовища при експлуатації покриттів, потребують додаткового наукового дослідження.

Встановлено, що в залежності від структури твердого матеріалу, інтенсивності і характеру напруженого стану, ступеня дії поверхневих сил при фізико-хімічній взаємодії з навколишнім середовищем можуть відбуватися такі явища:

- зменшення міцності за рахунок розвитку макро- та мікро зрушень в суцільності конгломератів;
- збільшення пластичності та зменшення в'язкості системи;
- зменшення процесів диспергування та ін. [2].

Дослідження і рішення проблем покращення якості асфальтобетонних покриттів починають з вивчення основних властивостей та їх взаємозалежностей і утворення структури монолітних ШБК.

Основні властивості раціонально поділити на чотири групи: механічні, фізичні, деформативні та технологічні.

До механічних належить міцність, яка виражає здатність ШБК за певних умов чинити опір внутрішнім напруженням, що виникають від дії на покриття навантажень та інших чинників із збереженням структури покриттів.

Показники міцності різних матеріалів виражають умовним показником "межа міцності" на стиск, розтяг, зсув тощо. При випробуванні зразків матеріалу на всі види навантажень необхідно враховувати фактор часу. Визначення міцності провадяться згідно діючого стандарту.

Міцність ШБК на стиск і розтяг в порівнянні з цементним бетоном невелика і залежить від температури навколишнього середовища. При зниженні температури до -15°C межа міцності при стиску може бути більшою 15,0 МПа, а при збільшенні температури до $+50^{\circ}\text{C}$ – менше 1,0 МПа. На розтяг міцність ШБК в 6...8 раз менше в порівнянні з міцністю на стиск.

Особливістю бітумних ШБК є здатність їх довготривалому в'язкому опору, а також витримувати дії ударних навантажень, що вигідно відрізняється в порівнянні з пружно-крихким руйнуванням цементного бетону [3].

Структура визначає характер зв'язків між компонентами та їх зчеплення між собою. Вона обумовлена хімічними та фізико-хімічними зв'язками між окремими кристалічними агрегатами, їх уламками різної форми і розміру та в'язкими речовинами органічного або мінерального походження.

Вирішення задачі.

Основними показниками фізичних властивостей ШБК є: істинна пористість, водонепроникність, водовбирання, водовіддача, морозостійкість тощо. Числові значення наведених показників в першу чергу залежать від структури ШБК.

Істинну пористість визначають за формулою:

$$P_i = \frac{\rho - \rho_c}{\rho} \cdot 100$$

де: ρ – істинна щільність, кг/м^3 ;

ρ_c – середня щільність, кг/м^3 .

Величина істинної пористості ШБК знаходиться в межах 5...7 %, але від неї залежить довговічність покриттів. Пори в ШБК можуть бути замкнутими і відкритими. В замкнутих порах залишається повітря, але матеріал залишається водонепроникним при пористості 5–6%. Якщо пори з'єднуються між собою і з навколишнім середовищем, тоді навіть з меншим показником пористості покриття автомобільних доріг недовговічні.

Пористість ШБК залежить від багатьох факторів, а саме: гранулометричного складу мінеральної суміші крупних і дрібних заповнювачів, їх кількості і співвідношення різних фракцій, природи та дисперсності мінерального порошку, якості і товщини плівки в'язучої речовини, утвореної між зернами конгломерату, температури суміші при вкладанні в покриття, впливу навколишнього середовища [3].

Проектування оптимальних складів конгломератів з отриманням мінімальної пористості після ущільнення в покриттях є основним етапом в рішенні проблеми якості покриттів автомобільних доріг.

Водонепроникність – здатність матеріалу не пропускати крізь свою товщину воду під тиском.

Водопоглинення - здатність матеріалу всмоктувати і утримувати воду за певний період часу знаходження у водному середовищі.

Морозостійкість – здатність насиченого водою матеріалу витримувати наперемінне заморожування при температурі -17°C та відтанення у воді при

$+20^\circ\text{C}$. Наведені властивості тісно пов'язані між собою і залежать від наявності пор, в яких утримується вода.

Для бітумних ШБК характерною властивістю є звукопоглинання, яке оцінюють коефіцієнтом звукопоглинання. Він показує долю енергії звукової хвилі, що поглинає поверхня покриття дороги на площі 1 м^2 і знаходиться в межах 0,4...0,5 (у цементних бетонів 0,006...0,1). Асфальтобетонні покриття здатні поглинати механічні та звукові коливання від дії рухомих транспортних засобів. Таку властивість називають демпферувальною здатністю, яка може збільшуватись із зниженням в'язкості бітуму.

До структуроутворення ШБК можна віднести:

- властивості компонентів структурного утворення;
- технологічні фактори і часові режими, за яких відбувається структуроутворення;
- періоди і синтез структуроутворення;
- визначення оптимальних і раціональних структур для покриттів сучасних автомобільних доріг за умови руху сучасних транспортних засобів.

ШБК із застосуванням бітумних в'язучих речовин можна розглядати як дисперсну систему, що характеризується складом, структурою і властивостями. Склад визначає різновиди та кількісне співвідношення елементарних речовин або хімічних сполук, з яких створене фізичне тіло.

Структура визначає характер зв'язків між компонентами та їх зчеплення між собою. Вона обумовлена хімічними та фізико-хімічними зв'язками між окремими кристалічними агрегатами, їх уламками різної форми і розміру та різновидом в'язучої речовини. Склад, структура і властивості ШБК пов'язані між собою та взаємозалежні. Розкриття таких зв'язків і виявлення залежностей зміни властивостей за умови різного складу і структурного співвідношення є основою регулювання якості усіх фізичних тіл, до яких відносяться ШБК [4].

Отримані експериментальні дані механічних, фізичних і технологічних властивостей конгломератів можуть відображати значні структурні процеси, що виникають в конгломератах від дії різних зовнішніх і внутрішніх факторів.

Формування і перетворення структури, зміна властивостей бітумних ШБК пов'язані з подібними явищами і процесами, які розглядаються в основах колоїдної і фізичної хімії дисперсних систем [2]. Структура ШБК може бути вивчена для окремо взятого складу застосованих сумішей матеріалів і бітумних в'язучих речовин.

В лабораторних умовах виготовлялись ШБК на основі стандартного гранітного щебеню, в якого питома поверхня для фракції 10-15 мм знаходилась в межах 0,18...0,25 $\text{м}^2/\text{кг}$. Достатньо мала питома поверхня і енергетичний

потенціал не сприяють розвитку фізико-хімічних процесів на поверхні взаємодії між бітумом і щебенем.

Щебінь, як структуроутворювальний компонент, займає в ШБК найбільший об'єм моноліту і обумовлює структуру моноліту.

Пісок застосовували кварцовий (Дніпровський) з модулем крупності $M_{кр}=2,5$ для заповнення основного об'єму пустот в щебеному "каркасі". Відомо, що збільшення кількості піску на один кубічний метр в порівнянні з об'ємом пустот приводить до розсунення зерен щебеню і зменшення контактів між ними, а також збільшується рухомість суміші при ущільненні котками покриттів. Виявлено, що раціонально застосовувати полізернисті піски для збільшення "контактів" між крупним і дрібним заповнювачами. Збільшення питомої поверхні піску сприяє контакту поверхонь мінеральних сумішей і покращенню їх механічних властивостей, але поверхня кварцових зерен має погане зчеплення з бітумом так само як усі заповнювачі, виготовлені з кислих порід. Застосування дрібних природних пісків навіть з питомою поверхнею близько $20 \text{ м}^2/\text{кг}$ не може забезпечити стійку структуру конгломератів.

Мінеральний порошок, виготовлений з шлаків, взятих з відвалів має достатню питому поверхню в межах $250...450 \text{ м}^2/\text{кг}$. На гранулах порошку адсорбуються з навколишнього середовища сторонні речовини і гази, пил, водяна пара тощо.

Позитивна адсорбція молекул, атомів або іонів відбувається інтенсивно у порошоків, які щойно виготовлені, а не взяті з відвалів після тривалого злежування.

Дисперсні гранули мінерального порошку належать до активних адсорбентів і структурних центрів. Їхні властивості обумовлені мінералогічним, кристалографічним і гранулометричним складами. Адсорбційну здатність порошку можна регулювати дисперсністю і створенням раціональної шершавості поверхні зерен, що підвищує їх сорбційну здатність.

Усі мінеральні порошки в ролі адсорбентів поділяють на основні (позитивно заряджені) і кислі (від'ємно заряджені). За енергетичною здатністю порошки можна поділити на такі групи:

- з високим позитивним потенціалом і великою кількістю адсорбційних центрів на поверхні у вигляді катіонів Ca^{+2} , Mg^{+2} (кальцит, доломіт, вапняк);
- з високим потенціалом від'ємного знаку і значною кількістю адсорбційних центрів на поверхні у вигляді іонів кисню O^{-2} ;
- з пониженим потенціалом від'ємного знаку на поверхні часточок, де розміщені компенсуючі катіони різної валентності K^{+} , Na^{+} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , F^{+3} ;
- з нейтральною поверхнею часточок: графіт, тальк тощо.

З літературних джерел відомо, що найактивнішими в асфальтових бетонах можуть бути полімінеральні порошки: вапняково-лесові, подрібнені сумісно з іншими породами. Наші дослідження показали, що до активних порошоків можна віднести металургійні доменні шлаки та інші відходи промисловості.

Мінеральний порошок збільшує поверхню контактів між зернами ШБК завдяки бітумного контакту, який при тепловій обробці розріджується і утворює покриття зерен у вигляді плівок, збільшує щільність мінеральної суміші, гідроізоляційні та теплостійкі властивості ШБК.

Бітум в ШБК виконує в основному функції в'язучої речовини. Хімічний склад бітуму може бути різним в залежності від основної сировини (нафти) і способу його виробництва. Основними хімічними елементами бітуму є: вуглець – 10-78%, водень – 9-15%, сірка – 2-9%, кисень – 1-5%, азот – до 2%, які знаходяться у вигляді високомолекулярних сполук – вуглецеводнів з сіркою, киснем або азотом. В бітумі є залишки масел, смоли, асфальтенові кислоти, високодисперсні асфальтени, мальтени тощо.

Поверхнево-активні речовини бітуму, в основному аніоноактивні, можуть вступати у взаємодію з зовнішнім середовищем і поверхнею мінеральних компонентів [3]. Основними якісними показниками бітуму є: забезпечення зчеплення з поверхнею мінеральних заповнювачів, достатні гідрофобні властивості та опір дії хімічних реагентів, порівняно невисока чутливість до коливань температури в присутності порошкоподібних речовин, здатність змінювати в'язкість в присутності розчинників та емульгаторів. Наведені властивості бітуму мають значну перевагу в порівнянні з іншими в'язучими речовинами для застосування їх в ШБК.

Висновки:

1. Оптимальну структуру ШБК можна отримати за умови урахування усіх чинників впливу його складових елементів.
2. Фізико-механічні властивості ШБК значно залежать від хімічного і мінералогічного складів заповнювачів і їх співвідношення в одиниці об'єму.
3. Застосування шлакових мінеральних порошоків з розвинутою питомою поверхнею дає можливість збільшити теплостійкість ШБК.
4. Максимальне насичення конгломератів бітумними в'язучими речовинами не дає можливість збільшення фізико-механічних і технологічних властивостей ШБК і отриманих на їх основі якісних покриттів автомобільних доріг та аеродромів.

Література:

1. Базжин Л.І. наукові основи проектування дорожніх асфальтобетонів з використанням техногенної сировини і прогноуюче-оптимізаційних компонентів. Автореферат. Макіївка, 2003. – 36 с.

2. Физико-химическая механика природных дисперсных систем. Под ред. Е.Д.Щукина. – М.: Из-во МГУ, 1985. – 266 с.

3. И.А.Рыбьев. Асфальтовые бетоны. – М. Высшая школа, 1969. – 396с.

4. Братчун В.І., Золотарев В.О., Пактер М.К., Беспалов В.Л. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів. Під редакцією Братчуна В.І. Донбаська Національна академія. Макіївка-Харків. 2006. – 302 с.

Аннотация

В работе проведено исследование конгломератов с применением битумных вяжущих. Освещены проблемы, что возникают при применении шлаковых песков, а также направления улучшения качества асфальтобетонных покрытий.

Ключевые слова: искусственные строительные конгломераты (ШБК), структура, основные свойства, покрытия автомобильных дорог.

Abstract

In a study of conglomerates using bitumen binders. The problems that arise in the application of slag sand, as well as to improve the quality of asphalt concrete pavement.

Keywords: artificial construction conglomerates (SHBK), structure, basic properties, coating roads.

УДК 625.7.032.32

Кіяшко Д.І.,

Національний транспортний університет, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИСТРОЮ ПРИМУСОВОГО ЗНИЖЕННЯ ШВИДКОСТІ НА КОРИСТУВАЧІВ ДОРОЖНІХ ПОСЛУГ

У роботі проведено дослідження щодо впливу пристрою примусового зниження швидкості на користувачів дорожніх послуг (водія, пасажирів). Запропоновано нормувати геометричні розміри пристроїв примусового зниження швидкості відповідно до вертикального навантаження, яке діє на водія та пасажирів, використовуючи математичну модель взаємодії "дорога-автомобіль-водій".

Ключові слова: моделювання, пристрій примусового зниження швидкості, вібронавантаження, водій, пасажир.

Пристрої примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки – це засоби безпеки дорожнього руху, що застосовуються за необхідності у визначених місцях на дорозі чи там, де інші методи та засоби неефективні або не можуть бути використані [1]. Перш за все їх застосовують для примусового зменшення швидкості руху транспортних засобів і забезпечення тим самим безпеки дорожнього руху у місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод, основними причинами яких є перевищення швидкості руху, у місцях нерегульованих переходів через проїзну частину пішоходів з інтенсивним рухом, а також перед іншими небезпечними ділянками доріг, коли це обумовлено необхідністю забезпечення безпеки руху.

Метою роботи є дослідження впливу пристрою примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на користувачів дорожніх послуг (водія та пасажирів).

З точки зору користувачів дорожніх послуг (водія та пасажирів) пристрій примусового зниження швидкості це одиночна дорожня нерівність, яка збуджує несталий коливання транспортного засобу. Оскільки коливання автомобіля характеризуються амплітудою та частотою, його прискоренням і сумарною амплітудою, при цьому зі збільшенням розмірів нерівності всі зазначені показники крім частоти збільшуються [2]. Спостерігається двояка ситуація при якій збільшення розмірів нерівностей призведе до струсу підвіски (збільшення амплітуди і прискорення транспортного засобу), що в свою чергу призведе до збільшення вібронавантаження, яке діє на водія, при цьому він відчуватиме дискомфорт і знизить швидкість, тим самим забезпечить безпеку дорожнього

руху. Однак через значний струс підвіски, може вийти з ладу конструктивні елементи автомобіля, порушиться цілісність вантажів, можуть з'явитися болісні відчуття у водія та пасажирів. Тому геометричні розміри пристроїв примусового зниження швидкості повинні назначатись залежно від віброприскорення, що діє на водія та пасажирів, вантаж і конструктивні елементи автомобіля, яке виникає при перетині такої штучної нерівності на максимально допустимій швидкості руху транспортних засобів на відповідній ділянці автомобільної дороги.

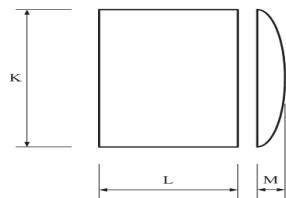
В Україні геометричні розміри пристроїв примусового зниження швидкості регламентуються Національним стандартом України ДСТУ 4123:2006 [3]. Згідно з ним, пристрої примусового зниження швидкості в залежності від максимально дозволеної швидкості руху поділяються на три типи: I тип використовується при максимально дозволений швидкості 30 км/год, II тип - 20 км/год, III тип - 10 км/год.

Для дослідження обрана ділянка міської вулиці Пушкінська, яка належить до транспортної мережі м. Харкова. Експеримент складався з реєстрації умов переїзду транспортних засобів (передніми та задніми колесами) через пристрій примусового зниження швидкості I типу (рис. 1а), з нормованими геометричними розмірами: $K=50$ см, $L=50$ см, $M=5$ см (рис. 1б). Довжина ділянки дороги дорівнювала 40 м. Оскільки елементи I типу призначені для встановлювання в місцях в'їзду на ділянки, з дозволеною швидкістю руху не більше ніж 30 км/год, під час експерименту проїзд відбувався саме з цією швидкістю.

Відліки віброприскорень було отримано на одній ділянці дороги за віброакселерометром AP98-100-01, який було встановлено на різних транспортних засобах (рис.2), при температурі повітря 26°C.



а)



б)

Рис.1. Пристрій примусового зниження швидкості I типу.

Технічні характеристики віброакселерометра наступні: осьова чуттєвість – 100 мВ/г, амплітудний діапазон – ± 50 г, максимальний удар – ± 1000 г,

частотний діапазон – 0,5 ... 12000 Гц, власна частота – > 40 кГц, рівень шуму СКЗ – $< 0,0002$ г.

Для реєстрації та визначення вібрації на місці сидіння водія датчик був закріплений відповідно до діючих норм [4-5] на проміжному диску (рис.2), та укладався на середині сидіння. Водій масою ($75 \pm 0,75$) кг здійснював посадку безпосередньо на дану конструкцію. При вимірах вібрації проміжна платформа встановлювалась на поверхню подушки сидіння та закріплювалась за допомогою стрічки таким чином, щоб акселерометр доводився посередині між сідничними буграми водія (пасажира), що знаходиться на сидінні.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис.2. Розташування приладів в салоні:

а – легкового автомобіля Volkswagen Passat 2.0 16V GT; б,в – автомобіля ГАЗ 2705 (лабораторія «ХНАДУ»); г – автомобіля ГАЗ 2705 (лабораторія Східного представництва ГНТЦ «Дор'якість»); д – автобуси МАЗ 256200 на місці сидіння водія; е – автобуси МАЗ 256200 на місці сидіння пасажирів (над задньою віссю).

У результаті випробувань, за допомогою обробки сигналів програмними засобами були отримані амплітудно-часові графіки прискорень (рис. 3), зафіксовані вібровимірвальним комплексом.

Оскільки частота коливань підресореної маси (кузов) транспортного засобу становить приблизно від 1 до 5 Гц [6]. Згідно з нормативними документами [4,5] вібрацію, яка виникає при русі по пристрою примусового зниження швидкості, можна віднести до загальної (транспортної) імпульсної вібрації, що складається із одного або кількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

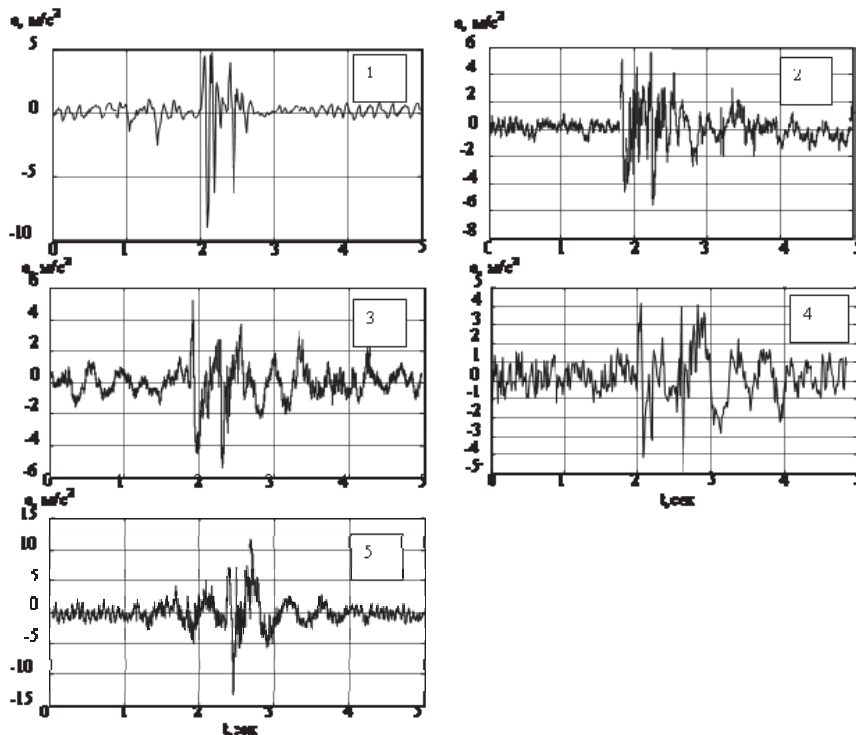


Рис. 3. Амплітудно-часові характеристики віброприскорень на місці сидіння водія (пасажирів) виміряні при швидкості руху 30 км/год:

1 – легкового автомобіля Volkswagen Passat 2.0 16V GT; 2 – автомобіля ГАЗ 2705 (лабораторія Східного представництва ГНТЦ «Дор'якість»); 3 – автомобіля ГАЗ 2705 (лабораторія «ХНАДУ»); 4 – автобусі МАЗ 256200 на місці сидіння водія; 5 – автобусі МАЗ 256200 на місці сидіння пасажирів (над задньою віссю).

Відповідно до стандартів [4,5] для вібрацій людського тіла на рівні сидіння з частотою від 1 до 5 Гц з прискоренням 5 м/с^2 допустима тривалість впливу становить не більше 1 хв. Дослідженнями проф. Р.В. Ротенберга [6] встановлено, що при вібраційному впливі рівному $3 - 5 \text{ м/с}^2$ коливання стають неприємними та с часом нестерпними, впливають на функціональний стан водія, знижують його працездатність.

При співставленні графіків віброприскорень отриманих на різних транспортних засобах (рис.3) помітно, що на показання віброванавантаження суттєво впливає характеристика підвіски, тип транспортного засобу та місце оцінювання вібрації. На рис.3 видно, що для легкового автомобіля та для автобуса на місці сидіння пасажирів (над задньою віссю) віброприскорення значно перевищили встановлені норми. Тому можна зробити висновок, що нормовані геометричні розміри пристроїв примусового зниження швидкості потребують перегляду та подальшого удосконалення, зокрема необхідно провести більш детальне дослідження впливу вібрації на різні транспортні засоби. Оскільки пристрій примусового зниження швидкості є дорожньою нерівністю, то для обґрунтування його геометричних розмірів, можна використовувати математичну модель взаємодії "дорога-автомобіль-водій" [7], яку використовують для нормування допустимих значень показників поздовжньої рівності дорожніх покриттів.

Література:

1. Голоцван О. В. Дорожні помічники для контролю швидкості / О. В. Голоцван // Дорожня галузь України. – К.: «НВЦ ІНФОРМАВТОДОР», 2011. – №4. – С. 42–44.
2. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: [учебник для вузов] / А. П. Васильев, В. М. Сиденко ; под ред. А. П. Васильева. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
3. Безпека дорожнього руху. Пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на вулицях і дорогах. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4123-2006. – [Чинний від 2006-07-01]. – К. : Держ. України, 2006. – 6 с.
4. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину: ДСТУ ISO 2631-1:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. – К. : Держстандарт України, 2004. – 41 с.
5. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99. – [від 1999-12-01]. – К. : Держстандарт України, 1999. – 47 с.
6. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг – [3-е изд.]. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.

7. Кияшко Д.И. Нормирование допустимых значений показателей продольной ровности дорожных покрытий / Д.И. Кияшко, В.Я. Савенко, В.В. Филиппов // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник, № 36. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – С.144–148.

Аннотация

В работе проведено исследование по влиянию устройства принудительного снижения скорости на пользователей дорожных услуг (водителя и пассажиров). Предложено нормировать геометрические размеры устройств принудительного снижения скорости согласно вертикальной нагрузке, которая действует на водителя и пассажиров, используя математическую модель взаимодействия "дорога-автомобиль-водитель".

Ключевые слова: моделирование, устройство принудительного снижения скорости, вибронагрузка, водитель, пассажиры.

Abstract

The influence of speed bump for the road users (driver, passengers) are studied in the given article. The valuation of the geometric dimensions of speed bumps according to vertical load acting on the driver and passengers using a mathematical model of the interaction between "road-car-driver" are proposed.

Keywords: modeling, speed bump, vibration load, driver, passengers.

УДК 656.073.1/5

М.І. Коваль, к.т.н., професор Рейцен Є.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ (НА ПРИКЛАДІ АВІАТРАНСПОРТУ)

Розглянуто основні заходи для оптимізації обслуговування вантажних перевезень авіатранспортом.

Ключові слова: авіатранспорт, вантажні перевезення, аеровокзал.

Дослідженню вантажних перевезень у містах України свого часу приділялась достатня увага. Відомі роботи Любавського, Штуделя, Гайни, Хоревої та інших приділялась достатня увага. Проте в жодній із них не розглядались питання вантажних перевезень, пов'язаних із авіатранспортом.

Після 1991 року, коли Україна стала незалежною державою, почалась переробка нормативної документації і було прийнято багато нових ДБН, ДСТУ, інструкцій, у тому числі з проектування аеропортів та аеродромів [1]. Становлення ринкових відносин у нашій країні наклало відповідний відбиток і на організацію вантажних перевезень: з'явилися приватні власники різних видів транспорту (у тому числі і вантажного), нові види перевезень (експрес доставки вантажів по Україні), нові види вантажного транспорту і т.п. Наприклад, на кожному ввіді автодоріг до столиці України міста Києва передбачено будівництво спеціальних вантажних авто терміналів [3], від яких великогабаритний вантаж буде розвозитись по місту мілкими партіями по декілька заходів.

З 1 червня 2008 року в столиці було розроблено в'їзна територію міста вантажного транспорту масою більше 4,5 т в період з 7⁰⁰ до 20⁰⁰. В середньому за розрахунками експертів кількість проблемних місць зменшилась на 30%, а тривалість заторів зменшилась на 45%. Вже за перший місяць дії цього нововведення кількість ДТП скоротилась на 15%.

Але враховуючи те, що на той час (квітень 2008 року) кількість транспорту в Києві складена більше одного мільйона автомобілів на добу, з них 800 тис. – автомобілі зареєстровані в столиці, 250 тис. – це транзитний транспорт, у тому числі 40 тис. вантажних автомобілів. Було прийняте розпорядження Київської адміністрації №1024 «Про додаткові заходи з упорядкування руху вантажного транспорту в Києві». Заїзд в межі міста Києва автомобілів, які виконують перевезення міжнародних вантажів дозволялось з 10⁰⁰ до 17⁰⁰ при наявності у

водіїв міжнародної товарно-транспортної накладної СМРабо книжки міжнародних дорожніх перевезень (МДП) і оснащень автопоїздів знаком TIR.

Раніше в залежності від об'єму пасажирських перевезень аеропорти поділялися на 5 класів і при проектуванні клас аеропорту встановлювався у відповідності з таблицею 1, у якій вказувався річний об'єм переробки пошти і вантажів в аеропортах. А зараз у нас діє класифікація, що наведена у таблиці 2, проте вона не пов'язана з величиною вантажообороту.

Таблиця 1.

Основні характеристики аеропортів

Клас аеропорту	Річний об'єм пасажирських перевезень, тис.люд.	Річний об'єм переробки пошти і вантажів в аеропортах, т			Орієнтовна кількість транзитних перевезень пасажирів в загальному об'ємі перевезень, %	
		вантаж і	пошта	усього	з пересадкою	пролітних
I	4000-7000	58000-96000	12000-24000	70000-120000	14-18	16-18
II	2000-4000	30000-58000	5000-12000	35000-70000	9-14	13-16
III	600-2000	8000-30000	1000-5000	9000-35000	4-9	11-13
IV	150-600	1350-8000	150-1000	1500-9000	2-4	9-11
V	25-150	165-1350	15-150	180-1500	0-2	5-9

Таблиця 2.

Класифікація аеропортів України залежно від річного обсягу пасажирських та вантажних перевезень

Клас аеропорту	Річний об'єм пасажирських перевезень, тис.люд.	Річний об'єм вантажних перевезень в аеропортах, т
I	7000-10000	100000-150000
II	4000-7000	65000-100000
III	1000-4000	25000-65000
IV	500-1000	6000-25000
V	100-500	3000-6000

Управління фінансово-економічного регулювання Державіаадміністрації повідомляє, що український ринок авіаперевезень протягом 2010 року демонстрував стабільні темпи відновлення втрачених в період кризи позицій.

В Україні авіаційний транспорт активно використовується в авіаперевезеннях вантажів та пошти, за 2010 рік перевезено 87,9 тис.тонн проти 85,1 тис.тонн роком раніше. Вантажні перевезення у цьому році здійснювали 18 вітчизняних авіакомпаній, як і раніше, більша частина – це перевезення чартерними рейсами в інших державах у рамках гуманітарних та миротворчих програм ООН, а також згідно контрактів та угод з іншими замовниками. Близько 90% загальнодержавних перевезень вантажів та пошти сьогодні забезпечують 8 авіакомпаній: АНТК “Антонов” (скорочення на 3%), „Міжнародні авіалінії України” (зростання на 25,8%), „Аеросвіт” (зростання на 33,3%), „Урга” (зростання на 19,4%), „АероВіз” (зростання на 36,4%), „Южмашавіа” (зростання на 41,7%), „Кримське ДАП „Універсал-авіа” (зростання на 11,8%), „Аеро-Чартер” (скорочення на 21,3%).

Таблиця 3

	Одиниці виміру	Всього			у т. ч. міжн.		
		2009р	2010р	% 10/09	2009р	2010р	% 10/09
Перевезено пасажирів	тис.чол.	5131,1	6106,5	119,0	4135,9	5144,3	124,4
в т.ч. на регулярних лініях	-,,-	3309,9	3950,2	119,3	2385,8	3046,7	127,7
Виконані пасажиро-кілометри	млрд.пас.км	9,0	11,0	122,2	8,4	10,4	123,8
в т.ч. на регулярних лініях	-,,-	5,9	7,0	118,6	5,3	6,5	122,6
Перевезено вантажів та пошти	тис.тонн	85,1	87,9	103,3	84,4	87,5	103,7
в т.ч. на регулярних лініях	-,,-	19,8	23,6	119,2	19,2	23,3	121,4
Виконані тонно-кілометри (вантажі+пошта)	млн.ткм	350,9	379,1	108,0	350,5	378,9	108,1
в т.ч. на регулярних рейсах	-,,-	58,7	76,9	131,0	58,3	76,7	131,6
Виконано комерційних рейсів	тисяч	84,2	98,9	117,5	58,2	71,4	122,7
в т.ч. регулярних	-,,-	53,2	66,0	124,1	33,1	45,0	136,0

Втім, необхідно відзначити зростання зацікавленості провідних вітчизняних авіакомпаній у здійсненні міжнародних поштовантажоперевезень на регулярній основі, за підсумками року на цих лініях перевезено 23,3 тис.тонн вантажів та пошти, що на 21,4% більше, ніж рік тому. Питома вага цих перевезень склала 26,5% загальнодержавних обсягів.

Комерційні рейси вітчизняних та іноземних авіакомпаній у 2010 році обслуговували 28 українських аеропортів та аеродромів, за статистичними даними пасажиропотоки через вітчизняні аеропорти зросли на 14,4%, поштовантажопотоки – на 7,1% та склали відповідно 10,2 млн.пас. та 42,5 тис.тонн. Слід відзначити, що на сьогодні близько 97% усіх пасажиропотоків та 83% поштовантажопотоків сконцентровані в 7 стратегічних аеропортах: Бориспіль, Донецьк, Дніпропетровськ, Одеса, Сімферополь, Львів та Харків.

Зараз в аеропортах з великими об'ємами вантажних перевезень передбачаються вантажні аеровокзали, які відрізняються від складів конструктивними і об'ємно-планувальними рішеннями, а також принципово новою технологією і технічними засобами обробки вантажів.

Завантаження літаків виконують або за допомогою автотранспортера (рис.1), або при наявності контейнерів за допомогою за допомогою підйомної платформи, або завантаженням літаків вантажними контейнерами виконується безпосередньо із аеровокзала (рис. 3).

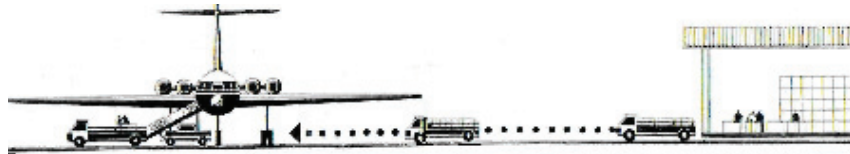


Рис. 1. Доставка і завантаження штучних вантажів в літак



Рис. 2. Доставка контейнерів до літака і завантаження за допомогою підйомної платформи.



Рис. 3. Завантаження контейнерів у вантажний літак із будівлі вантажного аеровокзалу.

Враховуючи вище сказане можна розробити відповідні логістичні ланцюжки із оптимізації організації вантажних перевезень в залежності від виду транспорту, яким доставляється вантаж для доставки його до вантажного аеровокзалу (морський, залізничний, автомобільний, трубопровідний).

Цікаво, що такий логістичний ланцюжок свого часу вперше розробив В.В. Звонков, але стосовно процесу повітряних пасажироперевезень в залежності від їх відправлення: міські аеровокзали чи аеровокзали при аеропортах. Розробити такі логістичні ланцюжки наша наступна задача.

Література

1. ДБН Д.2.2-31-99. Збірник 31. Аеродроми
2. Лазова А. Киев без грузовиков. Журнал «Логистика» №9. 2008 р. – ст. 32-33.
3. Терминал до Киева доведет. Транспортное строительство Украины №4. 2007 р. – ст.13.
4. Бородач А.И. и др. Город и авиация. М.: Стройиздат. 1989 г. – 183 ст.

Аннотация

В статье рассмотрены основные меры по оптимизации обслуживания грузовых перевозок авиатранспортом.

Ключевые слова: авиатранспорт, грузовые перевозки, аеровокзал.

Abstract

The article discusses the basic steps to optimize service transportation by air.

Keywords: air transport, freight, air terminal.

УДК 629.139

Ковальчук А.Ю.,
Національний транспортний університет, м. Київ

ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ У ВИЗНАЧЕННІ СТАНУ ДОРОЖНІХ ТА АЕРОДРОМНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Проведено дослідження сфер використання тепловізійної техніки та можливості її застосування в оцінці водно-теплого режиму основ аеродромних та дорожніх покриттів.

Ключові слова : водно-тепловий режим (ВТР), основа аеродромного покриття, неруйнівні методи контролю, тепловізійний контроль, пружні деформації, пластичні деформації.

Підвищення якості та ефективності перевезень пасажирів та вантажів є однією з основних проблем транспорту.

Розвиток дорожньої галузі та авіаційних підприємств, інтеграція їх у світові та Європейські структурні об'єднання вимагає, перш за все, забезпечення безпеки польотів повітряних суден та при перевезенні і наземному обслуговуванні пасажирів та вантажів. Виконання цих операцій можливе тільки за дотримання жорстких вимог до експлуатаційного утримання дорожніх та аеродромних конструкцій. В свою чергу, в процесі експлуатації аеродромні та дорожні покриття зазнають впливу навантажень від транспортних засобів та природно-кліматичних факторів. Під впливом останніх в основах покриттів відбувається тепло- та масообмін, промерзання та відтаювання ґрунтів. Фізико-механічні характеристики та стійкість ґрунтів і штучних основ аеродромних та дорожніх конструкцій в річному циклі змінюються в значних діапазонах, що впливає на їх міцність та несучу здатність.

У практиці аналізу визначення стану аеродромних та дорожніх конструкцій широко застосовуються неруйнівні методи оцінки, такі як механічні методи (пластичного відбитку, пружного відновлення), акустичні методи (ультразвукові, акустичної емісії), вібраційні методи (внутрішніх коливань, вільних коливань), радіометричні методи (гамма-радіоізотопний, рентгенівського випромінювання, нейтронний), електрофізичні (магнітні, електроіндуктивні, емнісні), радіотехнічні (проходячих радіохвиль, відбитих радіохвиль) та теплофізичні методи.

Тепловізійний контроль – це діагностика об'єктів в інфрачервоній області спектру інфрачервоних хвиль, побудова температурної карти поверхні та спостереження динаміки теплових процесів та аналіз теплових потоків.

Тепловізійний контроль широко застосовується в багатьох сферах промисловості. Його використання дозволяє вирішувати велике коло технічних питань, серед яких: спостереження та виявлення дефектів теплоізоляції будівель, енергоаудит - аналіз енергоефективності будівель і споруд з метою оптимізації витрат на енергію, застосовування з метою виявлення дефектів механічних компонентів обладнання у промисловості, використовується в нафто-газовому комплексі (з метою контролю стану резервуарного парку, електрообладнання, технологічних ліній, вимірювання температури пічних труб, пошуку енерговтрат, витоків в газопроводах, підтримання стану ізоляції, діагностики та картування лінійної частини магістральних трубопроводів), дещо схожі задачі ставляться і в хімічній промисловості, також тепловізійна техніка використовується у електротехніці, енергетиці, мікроелектроніці та ін.

Для оцінки стану аеродромних та дорожніх покриттів тепловізійний контроль є одним із найефективніших [1], оскільки є найбільш зручним та перспективним.

Тепловий контроль аеродромних та дорожніх покриттів засновано на використанні теплових потоків, що виникають у їх товщі за рахунок різниці відносно сталих температур ґрунту під покриттям і зміни добових і сезонних температур на його поверхні при урахуванні дії сонячної радіації, вітру та ґрунтових вод [1]. Таким чином, в денний час, коли температура повітря підвищується, і на поверхню діє сонячна радіація, тепловий потік направлено від поверхні до ґрунту, а уночі - навпаки. Якісно розподіл температур в аеродромній плиті може бути представлено наступним чином.

При однорідному складі покриття та шару ґрунту під ним (основи) в будь-якому поперечному перетині теплові потоки ідентичні і направлені вертикально. Внаслідок цього температура поверхні плити буде однаковою в усіх її точках. За наявності будь - якого дефекту (каверни, чужорідного включення, проникнення ґрунтових вод, кришення бетону і т.д.) умови поширення теплових потоків змінюються, що призводить до появи на поверхні плити температурних аномалій. Реєстрація їх за допомогою тепловізійної техніки [3,4] і наступний аналіз просторово-часових характеристик цих аномалій дозволяє визначати характер та локалізацію дефектів.

Просторово-часовий розподіл температур у товщі покриття визначається з допомогою комп'ютерної математичної моделі його теплового поля.

Аналіз просторово-часових характеристик базується на порівнянні конфігурації теплового поля, зареєстрованого тепловізором, та конфігурацій

просторово-часових комп'ютерних моделей для різного роду можливих дефектів покриття.

Доведено, що поширення в твердому тілі хвилі розширення внаслідок деформації супроводжується виділенням тепла, в [1] встановлено взаємозв'язок енергетичних характеристик твердого тіла з деформацією та температурою, а також залежність інтенсивності випромінювання від структури тіла. В результаті проведених досліджень [1] встановлено, що максимальні значення температур під дефектною та бездефектною ділянками зміщені відносно величини теплового потоку.

Вирішення основних завдань теплового контролю ґрунтується на закономірностях взаємозв'язку енергетичних характеристик твердого тіла з деформацією і температурою, закономірностях розподілу температур над дефектами бездефектними зонами.

Температурні коливання матеріалу покриття складаються з добових та сезонних змін [4 - 6]. Амплітуда цих коливань та глибина їх проникнення залежать від теплофізичних характеристик покриття і збільшується із зростанням його теплопровідності та температуропровідності. Наявність у товщі покриття зони з відмінними теплофізичними характеристиками, або проникнення ґрунтових вод призводить до появи на поверхні покриття температурних аномалій, які наслідують своїми обрисами горизонтальний перетин зони, а їх величина залежить від часу доби, пори року та географічної широти місця. Температурний профіль поверхні над дефектною зоною залежить як від глибини її розташування, так і від співвідношення l/h , де h – глибина від поверхні, l – довжина горизонтального перетину. Критичним значенням слід вважати $l/h = 2$. За наявності сезонних теплових потоків (коли температури на поверхні та в глибині ґрунту суттєво відрізняються) дефекти, розташовані нижче межі добових температурних коливань також проявляються на поверхні покриття, якщо вони відповідають вимозі $l/h \geq 2$. Їх можна розпізнати по відсутності температурних коливань упродовж доби. Наявність опадів або тимчасового похолодання нівелює температурні прояви прихованих дефектів, але розподіл температур, притаманний сезону, відновлюється протягом доби. Розроблений алгоритм [4 - 6] аналізу термограм покриття дозволяє визначити наявність, глибину залягання та розмір дефекту. Пошкодження можуть бути виявлені практично у всій товщі покриття.

Практичне значення отриманих результатів визначається забезпеченням безпеки експлуатації повітряних судів та транспортних засобів за рахунок оцінки надійності, ремонтоздатності та довговічності аеродромних та дорожніх покриттів, як наслідок неруйнуючого безконтактного контролю, апробованих методик і рекомендацій.

Міцність, надійність та довговічність аеродромних та дорожніх покриттів значно залежить від водно-теплового режиму (ВТР) основ, саме тому розробка методики визначення водно-теплового режиму в поєднанні з професійними технічними засобами теплового неруйнуючого контролю відкриває нові перспективи вирішення задач текучого технічного стану та оцінки несучої здатності основ аеродромних покриттів, а також задач обґрунтованого прогнозування довговічності об'єктів контролю та попередження руйнування безпосередньо покриття [2].

Література :

1. Дмитриев Н.Н. Теоретические основы неразрушающего контроля и диагностики состояния аэродромных покрытий тепловым методом – К.: УДК 629.139, 1998. – 296с.
2. Кульчицкий В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. – М.: Физико-метаматическая литература, 2002. – 528 с. – ISBN 5-9221-0215-X.
3. Деркачов О.Б., Бойко В.И. Энергетичний баланс аеродромних покриттів Проблеми транспорту. Збірник наукових праць, випуск 5, с. 95 – 99, НТУ – 2008.
4. Дмитрієв М.М., Папченко О.М., Деркачов О.Б., Рутковська І.А. Теплова діагностика злітно-посадкових смуг аеродромів. Збірник доповідей 9 Міжнародної науково-практичної конференції „Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики.” Київ-2007, с. 186-188.
5. Дмитриев Н.Н. Основы контроля и диагностики аэродромных покрытий. – К.: УТУ, 1998. – 260 с.
6. Дмитрієв М. М., Деркачов О. Б., Папченко О. М., Дорошенко Ю. В. Застосування тепловізорів для неруйнуючого контролю аеродромних покриттів. ВІСНИК НТУ № 9, 2004, с. 67 – 70.

Аннотация

В работе проведено исследование сфер использования тепловизионной техники и возможности ее применения в оценке водно-теплового режима основ аэродромных и дорожных покрытий.

Ключевые слова: водно-тепловой режим (ВТР), основа аэродромного покрытия, неразрушающие методы контроля, тепловизионный контроль, упругие деформации, пластические деформации.

Abstract

The article highlights the spheres of using "heat-blowing" machinery and the possibilities of its applying in assessing of water-heat regime airfield and road pavement.

Keywords: water-heat mode (VTR), the base airfield cover, non-destructive methods of control, thermal control, elastic deformation, plastic deformation.

УДК 624.012:454

І.О. Колобова,
Луцький національний технічний університет

ПЕРЕВАГИ КОНСТРУКЦІЙ ДОРОЖНЬОГО ПОЛОТНА З ВИКОРИСТАННЯМ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

Розглянуто різні технології влаштування доріг, доведені переваги бетонного покриття на відміну від асфальтового. Для покращення влаштування бетонних доріг наведена альтернатива – використання сталевібробетону.

Ключові слова: дороги, бетонне покриття, сталевібробетон.

Загально відомо, що наші дороги найгірші в Європі. Фактично наші дороги потребують ремонту вже через три роки після введення в експлуатацію, а потім – щорічно, так званий, «ямковий ремонт». На Заході дороги без ремонту працюють десятиліттями! Причиною таких відмінностей є серйозні розходження в технологіях будівництва доріг. Добре відомо, що технології влаштування доріг безліч. Це стосується як підготовки основи, так і укладання верхнього шару покриття. Все залежить від геології, від рельєфу місцевості, від клімату, від транспортного навантаження, від бюджету будівництва та багатьох інших факторів. Кожна дорога, навіть при збігу технологій, буде індивідуальна.

Кожна дорога повинна забезпечувати певний швидкісний режим, не мати крутих поворотів, підйомів і спусків. Якщо тіло самої дороги (її переріз, конструкція) має масу варіантів, то класифікують її в основному за матеріалом верхнього покриття: асфальтовому або бетонному.

За статистикою, бетонне покриття дорожче асфальтового в 1,5-2 рази, тобто приблизно на 70-80%. Асфальтове вимагає догляду і ремонту вже через 3-4 роки після введення дороги в експлуатацію: заливання тріщин, засипки ям і т. п. Бетонне покриття перші 10-12 років експлуатації практично нічого не вимагає ніяких капіталовкладень [1]. Фактично через вісім років загальні експлуатаційні витрати на бетонну і асфальтову дороги зрівнюються, після цього періоду бетонна дорога стає дешевше.

На території України головним чином будують асфальтові дороги, а на Заході - бетонні. Бетонні дороги служать 50 років. Витіснення будівництва бетонних доріг в нашій країні відбувалося через дефіцит необхідних марок цементу, малої продуктивності робіт і високої вартості.

Міцний, довговічний, зносостійкий цементний бетон показав себе з найкращої сторони в якості матеріалу для дорожніх основ і покриттів.

Розрахунки підтверджують, що застосування цементного бетону дає досить велику економію.

Крім прямих економічних вигод при будівництві, бетонне покриття дає значні техніко-економічні переваги при експлуатації дороги. Висока довговічність бетону дозволяє скоротити витрати на утримання і ремонт до мінімуму. Термін служби бетонного покриття автомобільної дороги в кілька разів більше в порівнянні з покриттям з асфальтобетону. Якісно побудована дорога з цементобетонним покриттям може служити без капітального ремонту кілька десятиків років. Конструктивно цементобетонне дорожнє покриття являє собою плиту товщиною 18-24 см.

Якщо, використовуючи сучасне обладнання, дорогу покрити суцільною стрічкою бетону, то при змінах температури (вдень і вночі, влітку і взимку) бетонна плита буде змінюватися в розмірах (розширюватися і скорочуватися), і в ній виникнуть напруження, які можуть привести до розтріскування бетону. Деформаційні шви розширення в помірному кліматі влаштовують через 20-30 м. Це відстань залежить від температури бетонної суміші в момент укладання, а також від клімату місцевості.

Якщо не передбачити деформаційні шви розширення, то покриття, нагріваючись в спекотний сонячний день, буде достатньо напружене, і з його поверхні можуть виколюватись цілі шматки бетону.

Якщо розглянути фізику бетону, то при охолодженні покриття до температури меншої, ніж температура бетонної суміші в момент укладання, бетон буде стискатися і бетонна плита також може дати тріщини. Щоб уникнути появи таких тріщин покриття розділяється швами на відстанях менших, ніж ті, при яких виникають небезпечні напруження. Такі шви влаштовуються звичайно на відстані 6-12 м і являють собою прорізи, глибина яких дорівнює однієї третини товщини плити. Ці шви називаються помилковими швами. Коли в бетоні з'являються напруження від стиснення при охолодженні, бетонна плита розтріскується в найбільш слабкому місці - по перерізу, ослабленому надрізом. Завдяки виготовленню таких швів ми можемо контролювати поведінку всієї бетонної плити. Даний помилковий шов стиснення / розширення заливують спеціальною еластичною мастикою. По осі дороги також необхідно влаштовувати шов по типу помилкового шва, інакше можливе утворення поздовжньої тріщини.

Таким чином, дорожнє покриття на цементному в'язучому складається як би з окремих плит. Щоб уникнути порушення монолітності всього покриття, а також для передачі навантаження від рухомих машин від однієї плити до іншої в швах встановлюють спеціальні металеві стрижні. Нині це досить високотехнологічні конструкції, і застосовуються вони при будівництві мостів.

Альтернативою такого типу влаштування доріг може бути використання сталевібробетону. Сталевібробетон - це будівельний матеріал, що складається з бетону (матриця) і сталевіброфібри (армуючі волокна). Введення сталевіброфібри в бетон забезпечує його високу щільність, що визначає високі показники стійкості структури матеріалу, які зберігаються при роботі під навантаженням при високих значеннях деформації. Під стійкістю розуміють морозостійкість, стійкість до нагрівання, включаючи вогнестійкість, стійкість до ударних і іншим динамічних і сейсмічних навантажень, стійкість до стирання, а також водонепроникність. Крім перерахованих властивостей, сталевібробетон завдяки введенню в його структуру сталевіброфібри, має підвищену міцність на розтяг в ранньому віці, а також більш низькі значення деформації усадки та повзучості в порівнянні з бетоном.

Зокрема, сталевібробетон, розташований по контуру конструкції досить економно, тонким шаром, забезпечує високу тріщиностійкість конструкції, а також її високу довговічність завдяки високим показникам міцності на розтяг. Одночасно, таке рішення створює необхідні передумови для значного зменшення і скорочення стержневої арматури. Таким чином, створюються передумови для отримання високих технологічних показників конструкцій при зменшенні їх вартості.

Заміна типового покриття на сталевібробетонне дозволяє зменшити його товщину вдвічі і відмовитися від склотканини, руберойду та бітуму. Економічний ефект при цьому отримують за рахунок економії матеріалів та підвищеного терміну безремонтної експлуатації дороги.

Техніко-економічний аналіз засвідчує, що сталевібробетонні плити, особливо при роликовому методі формування, економічніші у 2,5 рази за аналогічні залізобетонні. Термін їх експлуатації за рахунок підвищеного опору, високої зносо-, морозостійкості та ударної в'язкості вищий [2]. Від якості виконання всіх робіт по влаштуванню покриття залежить в подальшому термін його служби. Важливо, що будівництво доріг з бетонним покриттям в світі безупинно зростає, вони стають основним видом магістральних доріг.

Бетонні дороги не тільки не гірше, але і мають ряд переваг перед асфальтовими. Ці «плюси» можна умовно розділити на 3 види: експлуатаційні, пов'язані з тим, що бетон як «жорсткий» вид покриття розподіляє навантаження на більшу площу земляного полотна в порівнянні з «гнучким» асфальтом. Цементобетонні дороги набагато довговічніші та міцніші асфальтових і здатні служити, не вимагаючи ремонту, до 50 років. У той час, як рух по асфальтових трасах часто зупиняється або обмежується через ремонт, дороги з бетонним покриттям експлуатуються практично без перерв. Протягом весняного сезону, коли земляне полотно сприймає найбільш сильні навантаження по

температурному режиму, тільки 6% «бетонок» піддаються певним деформаціям, для асфальтових доріг цей показник становить 61%.

Великовантажні автомобілі сильно прогинають асфальт, псують його, що природним чином приводить до істотного збільшення витрати палива. А бетонне покриття зменшує прогин дорожнього полотна і, отже, економить паливо. Згідно з дослідженням групи експертів для Федеральної адміністрації по автотрасах США, проведеного в 1982 р., економія палива в даному випадку становить 20%.

Рух по бетонних дорогах значно безпечніше, ніж по асфальтованих. У дощову погоду вибоїни в асфальті наповнюються водою, що створює додаткову небезпеку через глісирування коліс. Взимку вода у вибоїнах перетворюється на лід, що знижує коефіцієнт зчеплення. У той же час на гладкому бетонному полотні рідина практично не затримується.

Бетонне покриття дає хорошу видимість для водіїв у темний час доби, так як відображає світло значно краще, ніж асфальт. За деякими даними - ефект бетонної траси дозволяє зменшити рівень освітлення на 20%. Безперечні «еко»-переваги бетонних доріг перед асфальтовими пов'язані з багатьма моментами.

Нафтопродукти, використовувані в асфальтовому покритті, разом з водою проникають у ґрунт, і через кілька років експлуатації земля, як під дорогою, так і навколо, повністю забруднюється нафтопродуктами.

Менша витрата палива на ту ж відстань по бетонній дорозі означає менший викид шкідливих речовин в атмосферу. До того ж підвищені експлуатаційні характеристики «бетонок» дозволяють однією одиницею великовантажної техніки перевозити по них набагато більшу кількість вантажу. Зрозуміло, це так само зменшує викиди в атмосферу.

Література

1. И. А. Войлоков, А.С. Горшков. Бетонные дороги: актуальность, возможности и оборудование// СтройПРОФИль №6(68). – 2009. – 23с.
2. Сунак О.П. Сталевібробетонні конструкції : Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1999. – 158с.

Анотация

В статье рассмотрены различные технологии устройства дорог, доказанные преимущества бетонного покрытия в отличие от асфальтового. Для улучшения устройства бетонных дорог приведена альтернатива - использование сталефибробетона.

Ключевые слова: дороги, бетонное покрытие, сталефибробетон.

Abstract

Different technologies of arranging of roads are considered in the article, well-proven advantages of concrete coverage unlike an asphalt. For the improvement of arranging of concrete roads the brought alternative over is the use of steel fiber concrete.

Keywords: roads, concrete coating, steel fiber concrete.

УДК 625.767

к.т.н., доцент Т.П. Литвиненко, Л.В. Смілянець,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

ПРИНЦИПИ ВКЛЮЧЕННЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО РУХУ У ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЮ МЕРЕЖУ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Проаналізована проблема організації руху індивідуальних екологічних транспортних засобів (ІЕТЗ) (у тому числі велосипедного руху), визначені основні принципи включення руху ІЕТЗ в транспортну мережу, запропоновані способи врахування руху ІЕТЗ у різних схемах планування населених пунктів.

Ключові слова: організація велосипедного руху, система велосипедних доріжок, вулично-дорожня мережа населеного пункту.

Постановка проблеми. Включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту є досить складною архітектурно-містобудівельною задачею, оскільки при проектуванні більшості вулиць населених пунктів велосипедний рух не враховувався [1]. Зараз проектувальники світу ретельно відшукують квадратні метри на вулицях міст для руху індивідуальних транспортних засобів, найпоширенішим з яких поки що є велосипед. Існує цілий ряд факторів, що визначають необхідність включення велосипедного транспорту у вулично-дорожню мережу населених пунктів (рис. 1).

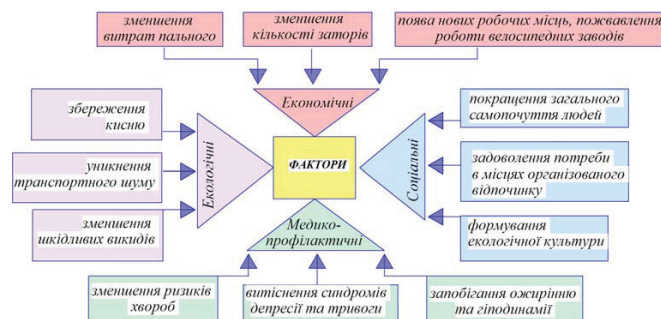


Рис. 1. Фактори, що впливають на включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту

Проаналізувавши закордонний досвід, можна виділити основні *принципи організації велосипедного руху* [1] (рис. 2): рух велосипедів по тротуарах, по окремих смугах на тротуарах, по автодорогах, по окремих смугах на

автодорогах, по відокремлених велошляхах, по підвісних канатних дорогах, по велополітенах, монорельсах і т.ін.



Рис. 2. Принципи організації велосипедного руху

В цілому, велосипедні шляхи можуть прокладатися за різноманітними схемами залежно від проаналізованих факторів (рис. 3): схеми планування населеного пункту, конкретних умов прокладання, рельєфу місцевості, призначення велосипедних маршрутів, завантаженості вулично-дорожньої мережі населеного пункту транспортом.

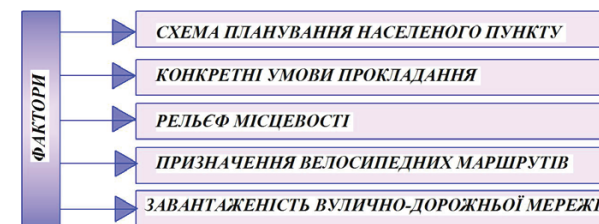


Рис. 3. Фактори, що впливають на вибір схеми організації велосипедного руху

У практиці забудови населених пунктів склалося *шість основних схем побудови їх вулично-дорожньої мережі* (рис. 4) [2]: радіальна, радіально-кільцева, променева, прямокутна, довільна, комбінована і довільна.

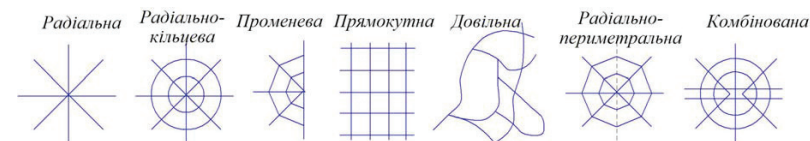


Рис. 4. Основні схеми планування вулично-дорожньої мережі населених пунктів

На основі проведених досліджень пропонуються варіанти включення велосипедного руху у такі схеми зі вказанням можливих місць розташування пунктів велосипедного прокату та велопаркування.

Пункти велосипедного прокату вбачається доцільним розташовувати на перехрещеннях магістральних вулиць із велосипедними шляхами та в місцях транспортних розв'язок. Тобто розраховувати на те, щоб людина могла пересісти з громадського транспорту на велосипед чи дійти до пункту прокату пішки. Доречними вони будуть і поруч із великими громадськими будівлями та спорудами (вокзалами, торговими центрами, стадіонами).

Для кожного конкретного населеного пункту потрібно індивідуально розробляти систему велостоянок, враховуючи призначення веломаршрутів та пункти зупинки велосипедистів. На схемах показані лише можливі місця їх розташування, доцільні з точки зору взаєморозташування їх із велосипедними шляхами та магістральними вулицями.

Розглянемо, наприклад, *радіальну* схему планування (рис. 5). При проектуванні велосипедних шляхів, суміщених з автомобільною дорогою чи з тротуаром, напрямки велосипедних маршрутів повторюють напрямки основних магістралей населеного пункту (рис. 5а). Проектуючи окремі велосипедні шляхи, можливий варіант прокладання їх по другорядних проїздах, між магістральними вулицями (рис. 5б). Недоліком цих двох схем є додаткове навантаження на центральний транспортний вузол, який і без

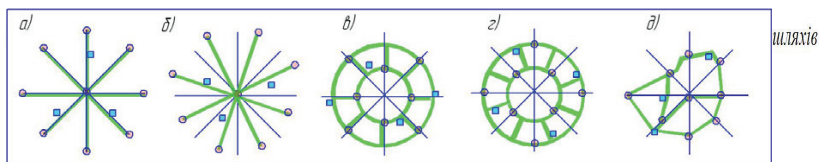


Рис. 5. Варіанти включення велосипедних шляхів у радіальну схему планування населеного пункту

цього при радіальній системі планування виявляється перевантаженням [3]. Більш раціональним в такому випадку може виявитися виведення велосипедного руху на кільцеві маршрути (рис. 5в,г) або прокладання їх за довільною схемою (рис. 5д).

Різноманітними можуть бути вирішення питання включення велосипедного руху і в інші планувальні схеми (рис. 6 – 10).

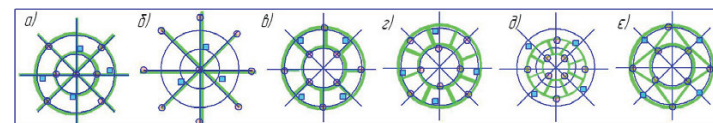


Рис. 6. Варіанти включення велосипедних шляхів у радіально-кільцеву схему планування населеного пункту

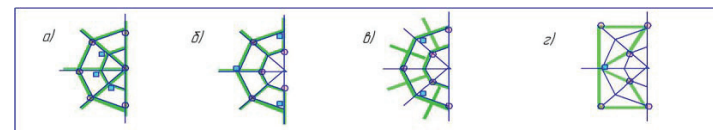


Рис. 7. Варіанти включення велосипедних шляхів у променеву схему планування населеного пункту

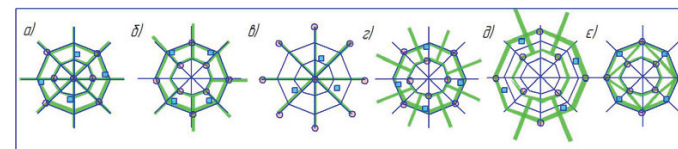


Рис. 8. Варіанти включення велосипедних шляхів у радіально-периметральну схему планування населеного пункту

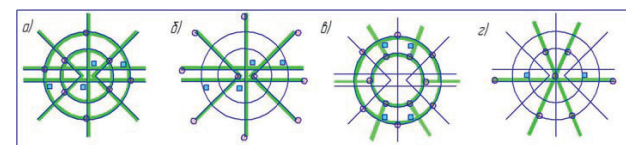


Рис. 9. Варіанти включення велосипедних шляхів у комбіновану схему планування населеного пункту

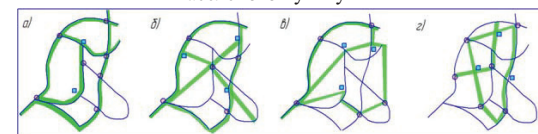


Рис. 10. Варіанти включення велосипедних шляхів у довільну схему планування населеного пункту

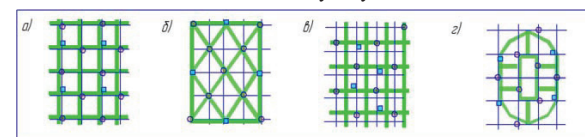


Рис. 11. Варіанти включення велосипедних шляхів у прямокутну (регулярну) схему планування населеного пункту

Недоліком *прямокутної* схеми є відсутність найкоротших прямолінійних зв'язків в діагональних напрямках. Подальшим удосконаленням такої схеми є прямокутно-діагональна [3]. Тому, якщо є така можливість, доцільним бачиться прокладання велосипедних шляхів по діагональних напрямках відокремлено від автошляхів (схема 11 б).

При проектуванні міських і сільських поселень потрібно передбачати цілісну дорожньо-транспортну мережу для забезпечення зручних і безпечних зв'язків з усіма функціональними зонами міста, з іншими поселеннями системи розселення, місцями заміського відпочинку[4].

При розгляданні різних варіантів включення велосипедного руху у планувальні схеми особливу увагу слід приділяти влаштуванню найнебезпечніших ділянок - *пересічень* велосипедних доріжок і смуг руху із автомобільними дорогами. Забезпечення комфортних умов для всіх учасників руху досягається такими засобами (рис. 12):

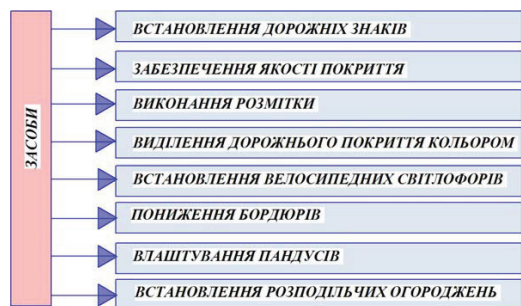


Рис. 12. Засоби забезпечення комфортних умов для всіх учасників руху

Висновок. В Україні існує потреба в створенні велосипедної інфраструктури з ефективним включенням велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту, що є досить складною містобудівельною задачею.

На основі аналізу закордонного і вітчизняного досвіду виявлені фактори, що впливають на вибір схеми організації велосипедного руху, сформульовані принципи організації велосипедного руху. На основі схем планування вулично-дорожньої мережі населених пунктів запропоновані різні варіанти включення в них велосипедних шляхів. Визначені засоби забезпечення комфортних умов для всіх учасників руху.

Подальше вивчення проблеми включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населених пунктів дозволить розробити відповідні нормативні вимоги та рекомендації, виявляти найбільш доцільні варіанти для

конкретних містобудівельних умов, що становить перспективу наступних досліджень.

Література

1. Литвиненко Т.П., Смілянець Л.В. Передумови організації велосипедної інфраструктури у м. Полтава// Міжнародний науково-техн. збірник. – Вип.8; Відп. ред. В. М. Губарь. – П: ПІЕП, 2011р.
2. Овечкин Є. В., Фишельсон М. С. Городской транспорт. – М.: Высшая школа, 1976.
3. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения. Изд-во «Высшая школа», 1967 г.
4. Самойлов Д. С. Городской транспорт. – М.:Стройиздат, 1983.

Abstract

Is analysed the problem of individual ecological transport facility's (IETF) moving's organization (including bicycle moving), are defined basic principles of including a IETF moving in a transport network, are offered ways to take into account a IETF moving in different schemes of the settlements' planning.

Keywords: organization of cycling, a system of bicycle paths, street and road network locality.

Аннотация

Проанализирована проблема организации движения индивидуальных экологических транспортных средств (ИЭТС) (в том числе велосипедного движения), определены основные принципы включения движения ИЭТС в транспортную сеть, предложены способы учета движения ИЭТС в различных схемах планирования населенных пунктов.

Ключевые слова: организация велосипедного движения, система велосипедных дорожек, улично-дорожная сеть населенного пункта.

УДК 625.8

к.т.н., доцент Маліков В.В., к.т.н., доцент Боярчук Б.А.,
Луцький національний технічний університет,
Куліш М.В., Луцькрайавтотранс

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОЛЬОВИХ ВИШУКУВАНЬ ШЗПС ВІЙСЬКОВОГО АЕРОДРОМУ м. ЛУЦЬКА

Наводяться результати аналізу польових вишукувань та статистичної обробки польових штампових вишукувань жорсткого покриття штучної злітно посадкової смуги військового аеродрому м. Луцька з метою встановлення її технічного стану.

Ключові слова: штампові вишукування, факторний аналіз, інтерпретація результатів, демпферний шар

В травні 2012 року з метою отримання інформації про стан покриття штучної злітно посадкової смуги (ШЗПС) військового аеродрому м. Луцька було проведено дослідження із заміром прогинів плит збірного залізобетонного покриття при дії статичного, ступеневого навантаження. ШЗПС має параметри 2550 X 44 м та уявляє собою збірне залізобетонне покриття із плит ПАГ – 18 верхній ряд та ПАГ - 14 нижній із прошарком цементно-піщаної суміші 5 см, крім того два крайні повздовжні ряди укладені в один ряд плит ПАГ-18.

Згідно із обраною методикою заміри проводилися із використанням жорсткого металевих штампів (металевий диск діаметром - 44,0 см та товщиною 2 см) встановленого в центрі плити покриття, гідравлічного домкрату з мах спроможністю - 500 кН. та в якості вантажу використаний низько рамний трал ЧМЗАП - 5208 та 7 плит ПАГ-14. Заміри прогинів проводилися за допомогою 2 – ох датчиків часового типу (МИГ -1 з ціною поділки 1 мкм), які розташовані на металевій балці (швелер №12) довжиною 2,6 м для забезпечення обпирання за межами плити аеродромного покриття, що підлягає навантаженню. Для додаткового контролю за прогинами від дії навантаження був застосований нівелір „Sokkia”x21.

Всього було проведено заміри на 32-х плитах з кроком 10 плит (60 м) з них 4 плити є плити крайніх рядів смуги. Напрям замірів (нумерація плит) співпадає із рухом ПС (повітряного судна) при заході на посадку, тобто центр плити №1 знаходилась на відстані 27 м від початку смуги. Загальна довжина експериментальної ділянки 1920 м.

Результати дослідів можна інтерпретувати як незалежні данні, та спробувати провести статистичну обробку з метою виявлення впливу шарової структури покриття на зміну прогинів від дії експериментального навантаження.

Факторний аналіз - багатовимірний метод, застосовується для вивчення взаємозв'язків між значеннями змінних. Передбачається, що знайдені змінні залежать від меншої кількості невідомих змінних та випадкової помилки. Для зменшення кількості змінних та визначення структури взаємозв'язків між результатами вишукувань застосуємо статистичний аналіз прогинів плит покриття ШЗПС від дії ступеневого експериментального навантаження із використанням програми SPSS Staistics 17.

В [1] запропонована схема поділу покриття аеродрому на групи ділянок в залежності від ступеня дії навантажень. Крім того в [2] (за даними А.В. Михайлова) наводиться відсотковий розподіл кількості плит бетонного покриття, що мають пошкодження, по довжині ШЗПС.

Результати прогинів попередньо згрупуємо у відповідності до вказаних вище ділянок: 1 група – плити №1.....№10 (0...600 м); 2 група – плити №12.....№21 (600....1200 м); 3 група – плити № 22.....№32 (1200....1920 м).

Таблиця № 1

Наван- таження	Компонента	
	1	2
16 кН	-,357	,934
32,7 кН	-,114	,993
49,4 кН	,600	,800
66,1 кН	,890	,457
82,8 кН	,992	,126
99,5 кН	,993	-,115
116,2 кН	1,000	-,012
132,9 кН	,997	-,074
149,6 кН	,999	-,032
166,3 кН	,994	-,113
183 кН	,989	-,147
199,7 кН	,981	-,195
216,4 кН	,970	-,242
233,1 кН	,921	-,389
249,8 кН	,793	-,609

Таблиця №2

Наван- таження	Компонента	
	1	
16 кН	-,965	
32,7 кН	,686	
49,4 кН	,999	
66,1 кН	1,000	
82,8 кН	1,000	
99,5 кН	,993	
116,2 кН	,993	
132,9 кН	,998	
149,6 кН	1,000	
166,3 кН	,999	
183 кН	,997	
199,7 кН	,999	
216,4 кН	,998	
233,1 кН	1,000	

Таблиця №3

Наван- таження	Компонента	
	1	2
16 кН	,188	,965
32,7 кН	,893	-,060
49,4 кН	,602	,772
66,1 кН	-,353	,932
82,8 кН	,395	,916
99,5 кН	,796	,589
116,2 кН	,903	,421
132,9 кН	,956	,288
149,6 кН	,988	,138
166,3 кН	,980	,172
183 кН	,987	,134
199,7 кН	,981	,175
216,4 кН	,987	,112

Для з'ясування питання зміни ступеню зв'язку між навантаженнями та прогинами проведемо обробку отриманих результатів із застосуванням математичного методу Варимакс - ортогонального обертання матриці компонентів із нормалізацією Кайзера. Результати аналізу дали змогу виявити ряд особливостей у характері прогинів під дією змодельованого навантаження

таблиця №1, №2, №3 відповідно для ділянок 1,2 та 3. На першій було виявлено два основних фактори впливу, на другій один та третій знов два.

Для більшої наочності за даними таблиць побудовані графіки залежностей зміни коефіцієнта кореляції між дією експериментального навантаження та прогинами плит: рис 1; рис 2; рис 3 відповідно таблиці №1, №2, №3.

Для першої групи плит рис 1. інтерпретацією цих двох факторів може бути, на нашу думку, ряд 1 – опір ґрунтового масиву (сумісна робота основи та підстеляючі шарів ґрунту), ряд 2 – опір дорожнього одягу (з/б плит смуги). При цьому шари основи повністю вступають в роботу з навантаження більш 83 кН. Що може свідчити по частковий зазор між плитами покриття - поки за рахунок пружного прогину вони не ввійдуть в щільний контакт і вся конструкція працює разом. Підйоми та падіння значень щільності зв'язку 2 ряду на ділянці від 99.5 кН.....166.3кН, на нашу думку, можна трактувати як защемлення та проковзування шарів залізобетонних плит при цьому цементно-піщаний шар діє як демпферна прокладка.

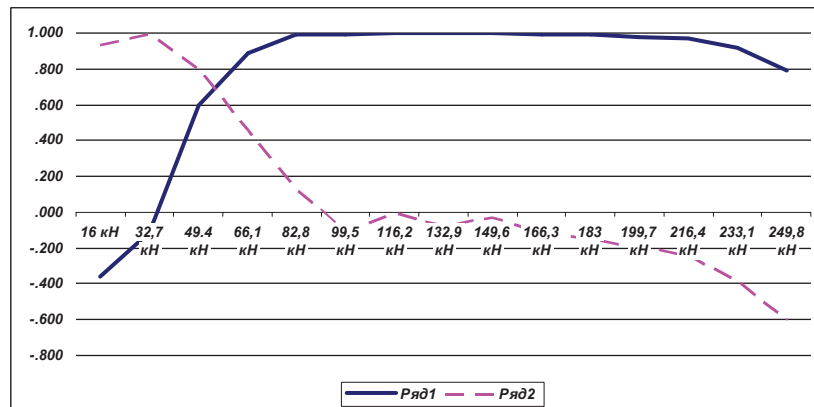


Рис 1.

Для другої групи плит рис 2. виявлено вплив одного фактора, який на нашу думку характеризує роботу покриття разом із основою тобто зазорів між плитами та основою немає, як не відбувається проковзувань між шарами плит покриття і тому плити та основа сприймають навантаження в повній мірі вже з 16кН.

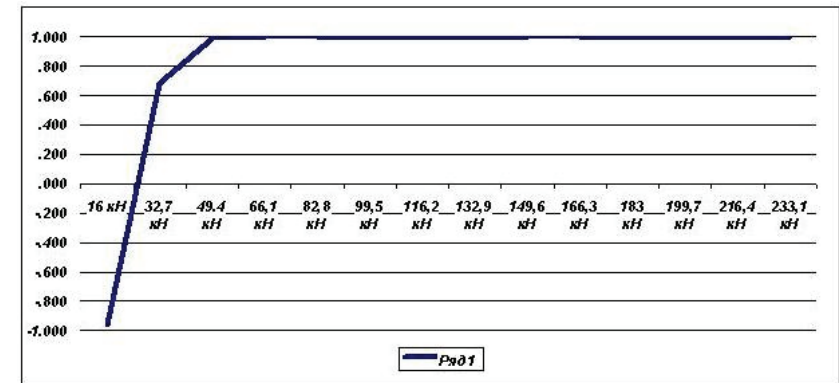


Рис.2

Для третьої групи плит рис.3 аналогічно побудовані залежності зміни коефіцієнта зв'язку між експериментальними навантаженнями та прогинами. Визначними є два фактора які за аналогією із першою групою інтерпретуються нами, як опір підстеляючі ґрунтів та конструкцій покриття. Однак можна побачити змінний вплив експериментального навантаження на прогини основи та покриття від початку дії навантаження 16кН до 66,1 кН де характер залежностей стає сталим за аналогією до першої та другої групи плит, що свідчить про перебіг взаємодії між плитами покриття та ґрунтовою основою, як результату наявності зазору між шарами покриття та основи. Сумісна робота наглядається з 99.5 кН експериментального навантаження.

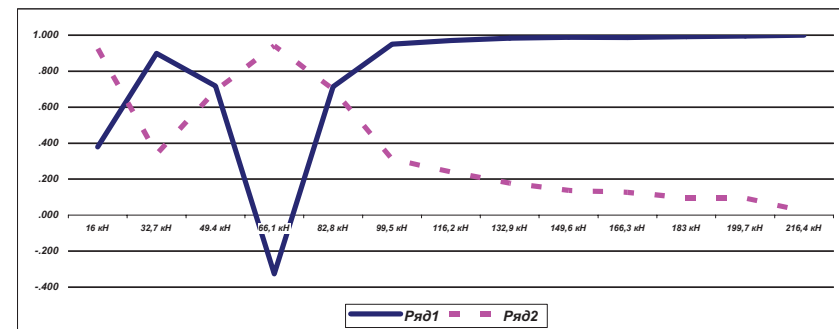


Рис.3

Характер залежностей показаних на графіках може вказувати на достатньо складний характер роботи верхніх шарів ШЗПС, який пов'язано на

нашу думку, із перерозподілом напружень під час навантажень. В тому числі розшаруванням між шарами покриттям та основою а також проковзувань між шарами верхньої та нижньої частини покриття, яке відмічається при навантаженнях з початку 32,7 кН і до 216,4 кН.

Таким чином проведення статистичного аналізу за групами плит по довжині смуги надало можливість виявити неоднорідний характер роботи покриття. Були виявлені зони та запропоновано інтерпретацію побудованим залежностям із впливом зазорів між елементами покриття та основою.

Щодо коливаний залежностей на першій а особливо на третій ділянках, такий характер роботи конструктиву, на нашу думку, можливий із періодичною релаксацією напружень шляхом проковзування шарів плит за рахунок цементно-піщаного прошарку, який працює як демпферна прокладка. Підтвердження даних припущень можливо при проведенні інструментальних вишукувань із визначення величини обтискування цементно-піщаного прошарку у виявлених зонах та відповідної величини прогинів верхньою та нижнього шару плит.

Бібліографічний список

1. СНиП 2.05.08-85 „Аэродромы” / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. -59 с.
2. Изыскания и проектирование аэродромов : Учеб. для вузов / Г.И. Глушков, В.Ф. Бабков, В.Е. Тригоны и др.; Под ред. Г.И. Глушкова . 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1992. – 432 с.
3. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Пер. с англ. Дж.-О. Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка и др.-- М.: Финансы и статистика, 1989.-- 215 с.

Аннотация

В статье приводятся результаты анализа полевых изысканий и статистической обработки полевых штамповых изысканий жесткого покрытия искусственной взлетно-посадочной полосы военного аэродрома Луцка с целью установления ее технического состояния.

Ключевые слова: штамповые изыскания, факторный анализ, интерпретация результатов, демпферный слой

Abstract

The article presents the results of analysis of field surveys and statistical analysis of field research Die Hard Artificial takeoff runway military airport in Lutsk in order to establish its technical condition.

Keywords: Stamps survey, factor analysis, interpretation of results, the damping layer

УДК 625.851

Минаков А.С., к.т.н., профессор Кияшко И.В.,
к.т.н. Шрестха Раджу Баде,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ЕЕ К МЕСТУ УКЛАДКИ

Рассматривается предложенное термоизмерительное оборудование для оценки влияния климатических факторов на интенсивность теплообменных процессов асфальтобетонной смеси с окружающей средой.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, покрытие, температурная сегрегация, транспортировка, термоизмерительный комплекс, прогнозирование.

При строительстве и ремонте автомобильных дорог наиболее распространенными являются традиционные асфальтобетонные смеси, которые изготавливают с использованием нефтяных дорожных битумов. Сложность условий работы конструкций дорожной одежды требуют высокого качества устройства всех слоев, в том числе и покрытий из горячих асфальтобетонных смесей. Особенностью данного материала является температурная зависимость от всех технологических операций и процессов устройства асфальтобетонного слоя, начиная от момента отгрузки смеси в кузов автосамосвала и до окончания уплотнения.

Асфальтобетонные слои являются наиболее ответственными в конструкции с позиции восприятия нагрузок от транспортных средств и разрушительного действия погоднo-климатических факторов. При устройстве асфальтобетонных слоев в зависимости от времени транспортировки, условий воздействия погоднo-климатических факторов и применяемого способа доставки горячей смеси автосамосвалами на производственный объект, образуются участки с пониженной температурой смеси по площади укладки (рис.1).

Разница по температуре на таких участках может составлять 30-35 °С, что приводит после уплотнения к получению разных физико-механических показателей асфальтобетона в слое, прежде всего за счет разницы коэффициентов уплотнения, при этом данный факт является причиной преждевременного образования дефектов на этапе эксплуатации в виде разрушения отдельных участков.

Исходя из анализа литературных источников, одной из основных причин преждевременного разрушения асфальтобетонных слоев является

температурная сегрегация асфальтобетонной смеси, которая возникает при транспортировке асфальтобетонной смеси в автосамосвале.

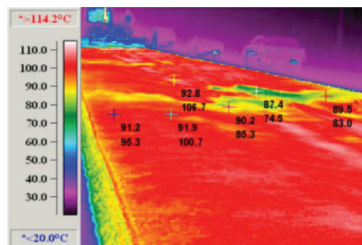


Рис. 1. Инфракрасное изображение асфальтобетонной смеси с неоднородностью температур по площади

Во время транспортирования смеси за счет отдачи тепла в окружающую среду происходит снижение температуры на поверхности данной смеси в кузове транспортной машины, так как ее начальная температура всегда выше температуры воздуха, что в результате приводит к неравномерности распределения температуры по объему смеси при ее разгрузке и укладке [1, 2].

Физическая природа процессов, которые вызывают температурную сегрегацию до настоящего времени изученная недостаточно, в результате влияния на ее возникновение большого количества разнообразных факторов [3]. С момента загрузки смеси в кузов автосамосвала начинаются потери тепла, которые зависят от многих факторов, к которым можно отнести: температуру смеси при погрузке в автосамосвал; температуру окружающей среды; скорость и направление ветра при транспортировке смеси; влажность воздуха; наличие термоизоляции кузова и его подогрева выхлопными газами от двигателя; размеры кузова по отношению к количеству перевозимой смеси, и его геометрические параметры; расстояние и скорость перевозки; время задержки в пути; время ожидания перед укладкой и т.д. [4].

Данное исследование направлено на изучение в лабораторных условиях влияния факторов окружающей среды, а именно температуры, скорости ветра и влажности воздуха, а также их комплексного воздействия на интенсивность остывания асфальтобетонной смеси. Прогнозирование изменения температуры смеси под воздействием факторов окружающей среды позволит нормировать ограничения времени транспортировки смеси в автосамосвале.

Для реализации поставленной задачи предлагается использовать оборудование (рис. 2), разработанное на кафедре строительства и эксплуатации автомобильных дорог Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, которое позволяет отслеживать изменение температуры

асфальтобетонной смеси на различных глубинах исследуемого материала на протяжении заданного времени с выбранной частотой измерений.

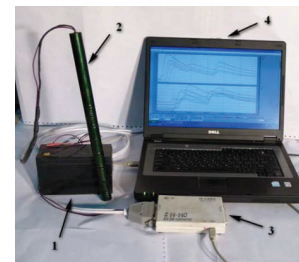


Рис. 2. Термоизмерительный комплекс для определения температур асфальтобетонной смеси
1 – источник питания прибора; 2 – термоизмерительный зонд; 3 – аналого-цифровой преобразователь; 4 – портативный компьютер (ноутбук).

Термоизмерительный комплекс состоит из: термоизмерительного зонда (рис. 3), который помещается в асфальтобетонную смесь при проведении испытаний и позволяет фиксировать температуру асфальтобетонной смеси в 11 точках расположенных по длине зонда; аналого-цифрового преобразователя (АЦП), который предназначен для получения аналоговых данных от датчиков температуры и оцифровывания их с целью возможности передачи значений температуры с заданной частотой к персональному компьютеру; портативного компьютера для обработки полученных данных и дальнейшего их сохранения; источника питания.

Для записи и дальнейшей обработки сигналов, которые поступают от датчиков температуры, средствами современной вычислительной техники, аналоговый поток информации должен быть трансформирован в дискретный ряд. Такая процедура называется оцифровкой и выполняется блоками аналого-



Рис. 3. Термоизмерительный зонд

цифровых преобразователей. В качестве устройства для сохранения и дальнейшей обработки информации избран портативный компьютер типа "notebook", что позволяет использовать измерительный комплекс в полевых условиях благодаря компактности оборудования и наличия автономного питания. Передача данных, их сохранение и дальнейшая обработка реализуется с помощью специализированного программного обеспечения.

Для определения интенсивности остывания асфальтобетонной смеси типа В был выполнен поисковый эксперимент. Смесь разогревалась до температуры 160 °С. В разогретую асфальтобетонную смесь погружался термонизмерительный зонд, ёмкость с асфальтобетонной смесью и зондом устанавливалась на специальную подставку, запись значений температуры передавалась на персональный компьютер с частотой 1 отсчет в 10 секунд со всех одиннадцати датчиков (рис. 4).



Рис. 4. Проведение эксперимента по определению интенсивности теплообменных процессов асфальтобетонной смеси с окружающей средой.

При достижении температуры асфальтобетонной смеси ниже минимально допустимой при укладке и уплотнении для данного типа смеси эксперимент заканчивали. По результатам эксперимента построенные зависимости интенсивности остывания асфальтобетонной смеси на разной глубине (рис. 5).

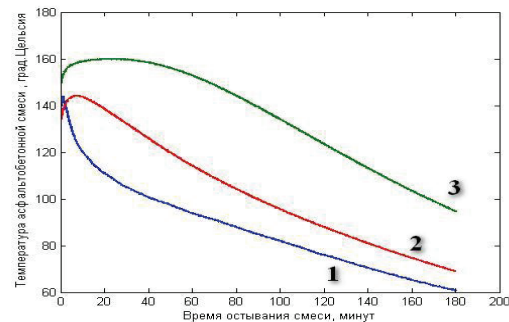


Рис. 5. Интенсивность остывания асфальтобетонной смеси (температура воздуха 18,3°С, влажность 37%): 1 - на расстоянии 5 мм около открытой поверхности; 2 - в нижней части емкости около контакта с металлом; 3 - в середине емкости с асфальтобетонной смесью;

Как показал эксперимент, теплообменные процессы асфальтобетонной смеси с окружающей средой происходят значительно интенсивнее, чем

остывание через стенку металла. Разница в температуре спустя 30 минут эксперимента составляет 28 °С (рис. 5).

Для получения ряда необходимых данных планируется провести расширенный эксперимент на асфальтобетонах различных типов при разных значениях температуры окружающего воздуха, скорости ветра и влажности воздуха, определить степени влияния данных факторов на интенсивность теплообменных процессов в горячей асфальтобетонной смеси при заданном объеме. Полученные результаты дадут возможность обосновать закономерности образования температурной сегрегации в кузове автосамосвала на этапе транспортирования, ранжировать факторы по степени их влияния на интенсивность остывания смеси в кузове автосамосвала, а также разработать рекомендации по определению времени остывания горячей асфальтобетонной смеси при ее транспортировании в зависимости от типа смеси, погодноклиматических факторов, конструктивных параметров кузова автосамосвала и применяемой технологии укладки асфальтобетонного слоя.

Литература

1. Зубков А.Ф. Технология устройства покрытий нежесткого типа из асфальтобетонных горячих смесей: учеб. Пособие / А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, Т.И. Любимова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 80с.
2. Леонович И.И. Программный комплекс для исследования температурной сегрегации в асфальтобетонной смеси / Леонович И.И., Ковальчук А.С., Пумпур В.А. – Ukio technologinis ir ekonominis vystymas. 2005. – Vol XI, №4, С. 297 – 301.
3. Brock J.D. Temperature Segregation. Temperature Differential Damage: Technical Paper T-134 / Brock J.D., Jakob H. – ASTEC Industries Inc. Chattanooga, USA, 1998. – pp. 23.
4. Вознесенский В.А. Однородность как критерий оценки качества бетона / Вознесенский В.А., Должинков Ю.П., Ламин В.Г. – Кишинев, 1967. – 239 с.

Анотація.

В статті розглядається запропоноване термовимірювальне обладнання для оцінки впливу кліматичних факторів на інтенсивність теплообмінних процесів асфальтобетонної суміші з навколишнім середовищем.

Abstract.

The equipment for measure the temperature to evaluate the influence of climatic factors on the heat transfer processes of asphalt mixes with the environment are discussed in the given article

УДК 625.8

к.т.н., доцент Онищенко А.М., Невінгловський В.Ф.,
Різніченко О.С., Аксьонов С.Ю., Панченко О.О.,
Національний транспортний університет, м. Київ

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ

Наведено методику прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття при зсуві на залізобетонних мостах.

Ключові слова: деформаційна стійкість, міра пошкодженості, асфальтобетонне покриття на мостах.

Вступ. Останнім часом спостерігається тенденція до зростання інтенсивності руху та збільшення питомого навантаження на вісь автомобіля, то актуальною стає проблема утворення зсувних деформацій у вигляді колії в асфальтобетонних покриттях, які є критичними деформаціями, які в свою чергу можуть призвести до пошкодження гідроізоляційного шару, що обумовлює розвиток дефектів і появу нових пошкоджень конструкцій, що виникають внаслідок просочування води з проїзної частини мосту. Такі пошкодження можуть призводити до зменшення строку служби залізобетонних автодорожніх мостів на 20-25 років, в той час як в існуючих нормативних документах розрахунковий термін служби призначено не менше 100 років.

Такі деформації асфальтобетонного покриття суттєво погіршують транспортно-експлуатаційні показники проїзної частини та безпеку руху на мостах. [1].

Тому актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки методики прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття при зсуві на проїзній частині залізобетонних автодорожніх мостів.

Методика. Для оцінки граничного стану для розрахунку асфальтобетонного покриття на деформаційну стійкість асфальтобетонного покриття на мостах. За умову зсуву асфальтобетонного покриття по жорсткій основі приймається такий стан їх зв'язку на контакт між ними, коли граничний опір зсуву втрачає свій ресурс в результаті поступової пошкодженості структурних зв'язків, що виражається мірою пошкодженості М:

$$M(t) = M_{\tau} - M_{\text{віднов.}} \leq [M] \cdot m_1 \cdot m_2, \quad (1)$$

де M_{τ} – міра пошкодженості від дії дотичних зусиль між асфальтобетоном та жорсткою основою;

$M_{\text{віднов.}}$ – міра відновленості структурних зв'язків між асфальтобетоном та жорсткою основою;

$[M]$ – граничне значення міри пошкодженості ($[M] = 1$).

де m_1 – коефіцієнт, що враховує зниження міцності в часі від дії погодно-кліматичних умов;

m_2 – коефіцієнт, що враховує зниження міцності матеріалу в конструкції в результаті температуро-усадкових впливів.

Міра пошкодженості M_{τ} визначається як сума пошкоджених від впливу дії довільних дотичних зусиль $\tau(t)$ при довільній зміні температури $T(t)$, на основі застосування критерію Бейлі аналогічно роботам [2-6]. Міра відновлення $M_{\text{віднов.}}$ визначається експериментально. Для розрахунку деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття на мостах при тривалому статичному і циклічних навантаженнях, необхідно розробити методи прогнозування часу до повного зсуву з використанням різних параметрів і характеристик залежно, від рівня діючих напружень і рівня температури, тобто фактично побудувати криві тривалої міцності або параметричні криві. Успішне рішення задач прогнозування може бути досягнуто при перевірці теоретичних рішень результатами експериментального дослідження тривалої міцності матеріалів, які містять відповідну інформацію про матеріал. Отже, надійне прогнозування деформаційної стійкості можна здійснювати лише для тих матеріалів, для яких проведені необхідні дослідження, що дозволяють судити про принципову можливість проводити коректні розрахунки у межах областей однотипних зсувів. При цьому граничні значення деформаційної стійкості, для яких можна виконувати прогнозування з використанням адекватних методів, визначаються протяжністю областей з відомими механізмами деформації і руйнування зв'язків при зсуві.

Для оцінки деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття використовуємо наступний степеневий вираз та степеневий вираз, що описує зв'язок між напруженням та часом до відновлення структури зв'язків між асфальтобетонним покриттям і жорсткою основою, а також умову міцності матеріалу при зсуві, що враховує кінетичний характер його руйнування при деформуванні або навантаженні за певних температур, що змінюються в часі, у вигляді критерію Бейлі аналогічно роботам [2-6].

$$t_p = C_{\tau}(T) \tau^{-D_{\tau}(T)} \quad t_{\text{віднов.}} = E(T) \tau^{\text{віднов.} F(T)} \quad (2)$$

При гальмуванні транспортних засобів виникають зсувні дотичні напруження на контакт між асфальтобетонним покриттям та жорсткою основою, а також можна припустити, що відбувається часткове відновлення структури зв'язків між асфальтобетонним покриттям та основою. Розглянемо

випадок багатоступінчастого навантаження (рис.1), і отримаємо аналітичні залежності для визначення граничного стану після дії кожного ступеня навантаження і перевіримо припущення про відновлення зсувних в'язко-пружно-пластичних деформацій між асфальтобетонним покриттям та основою проїзної частини на мостах.

Теоретично, згідно прийнятої гіпотези, зсуву та відновлення структури асфальтобетонного покриття на мостах, у відповідності із прийнятим навантаженням, повинно відбуватися за схемою, наведеною на рис. 2. Опишемо процес зсуву та відновлення теоретично та перевіримо експериментально, а також наведено більш детально в роботі [6].

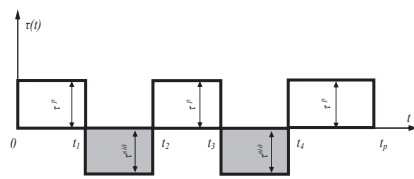


Рис. 1. Схема навантаження асфальтобетону

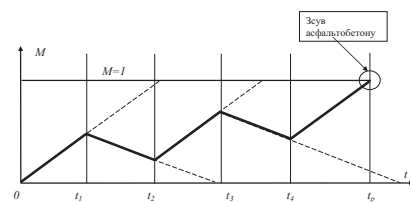


Рис. 2. Схема зсуву та відновлення асфальтобетонного покриття на мостах

Міру пошкодженості структури асфальтобетону при зсуві після першого циклу навантаження протягом часу t_1 можна визначити за наступною залежністю

$$M(t_1) = \frac{(\tau^p(t))^{C_r(T)} \cdot t_1}{D_r(T)} \quad (3)$$

Після відповідних перетворень, що наведено в роботі [6] з урахуванням циклу навантаження загальний час деформування при зсуві можна визначити за наступною залежністю:

$$t_p = \frac{\left[1 - 2 \cdot t_1 \cdot \left(\frac{(\tau^p(t))^{D_r(T)}}{C_r(T)} - \frac{1}{(\tau^{eio}(t))^{F(T)} \cdot E(T)} \right) \right] \cdot C_r(T)}{(\tau^p(t))^{D_r(T)}} + t_1 \quad (4)$$

Перевірку адекватності теоретичних рішень експериментальним дослідженням виконували на традиційних складах асфальтобетону, що відповідають ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній і аеродромний. Технічні умови», та на нових видах асфальтобетону –

асфальтобетон на бітумі модифікованому полімером (ПАБ), щебеневомастиковому асфальтобетоні на бітумі модифікованому полімером (ЩМПА).

В цьому випадку були виготовлені відповідні склади асфальтобетонних сумішей, визначені параметри функції тривалої міцності при зсуві та функції відновлення. Результати лабораторних досліджень та теоретичних розрахунків наведені в табл. 1.

Результати свідчать, що теоретичні розрахунки задовільно узгоджуються з експериментальними даними. Це вказує на можливість застосування аналогічних залежностей, на основі положень кінетичної теорії міцності твердих тіл для розрахунку методу прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття при зсуві на залізобетонних автодорожніх мостах

Таблиця 1.

Результати дослідження зсувостійкості асфальтобетонного покриття на жорсткій основі

Кількість циклів	Параметри функції довговічності D_r/C_r	Параметри функції відновлення F/E	Час до повного зсуву експер., $t_{p, \text{експ}}$, с	Час до повного зсуву теор. $t_{p, \text{т}}$, с	δt , %
T=+50 0C, полімерасфальтобетон А-1					
3	2,29/0,152	-0,35/31,32	852	913	6,8
5	2,29/0,152	-0,35/31,32	1271	1390	8,6
7	2,29/0,152	-0,35/31,32	1753	1867	6,1
T=+50 0C, асфальтобетон А-2					
3	3,24/0,061	-0,31/28,28	693	823	7,9
5	3,24/0,061	-0,31/28,28	975	1059	15,8
7	3,24/0,061	-0,31/28,28	1198	1295	7,5

Література

1. Коваль П.М. Характеристика технічного стану існуючих мостів України // Дороги і мости. Збірник наукових статей. Вип.1. – Київ, 2003. – С.15 – 22.
2. Радовский Б.С. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожной одежды // Киев Полиграфкоксалтинг.–2003. –260 с.
3. Мозговой В.В. Научные основы обеспечения температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий: Дис. ... докт. техн. наук: 05.22.11 - К., 1996. – 406 с.
4. Волков М.И. Золотарев В.А. О температурно-временной зависимости прочности асфальтобетона. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1970, №3. –С. 144-147.

5. Смолянець В.В. Удосконалення проектування асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу в умовах міст. Дис... канд. техн. наук. – Київ, 2005 - 173 с.

6. Онищенко А.Н. Методика прогнозирования сдвигоустойчивости асфальтобетонного покрытия на мостах / Мозговой В.В., Онищенко А.Н., Ризниченко А.С. // Международная научно-практическая конференция «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе», Том 3. – Пермь, 2012. - С. 305-310.

Аннотация

В работе приведена методика прогнозирования деформационной устойчивости асфальтобетонного покрытия при сдвиге на железобетонных мостах.

Ключевые слова: деформационная устойчивость, степень поврежденности, асфальтобетонное покрытие на мостах.

Annotation

In this paper the method of predicting the deformation resistance of asphalt pavement a shift on concrete bridges.

Keywords: deformation resistance, measure damaged, asphalt coating on bridges.

УДК 625.768.5

О.Ю. Пархоменко,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

УДАРНО-ІМПУЛЬСНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ КОНСТРУКЦІЙ З ЦЕМЕНТОБЕТОНУ

Наведено теоретичні аспекти визначення товщини дорожніх конструкцій з цементного бетону методом ударного імпульсного навантаження за характером розповсюдження хвильових полів.

Ключові слова: цементобетон, хвиля стиску, поверхнева хвиля.

Розробка і використання методів неруйнівного контролю якості продукції є одним з пріоритетних напрямів у будівельній галузі. Серед напрямків неруйнівного контролю якості влаштування дорожніх одягів жорсткого типу перспективним є розробка і використання акустичної групи методів [1]. Швидкість отримання результатів з високою точністю, відсутність необхідності залучення кваліфікованих спеціалістів та спеціалізованих лабораторій, відносно невисока вартість обладнання зумовлює актуальність розвитку та впровадження неруйнівного експрес-методу контролю якості конструкцій з цементного бетону.

В якості неруйнівного експрес-методу визначення товщини шару цементобетонну можливо застосування ударного імпульсного акустичного методу [2]. Сутність методу полягає у реєстрації параметрів розповсюдження хвилі стиску, що утворюється у товщі матеріалу під дією ударного імпульсного навантаження. Також, метод може використовуватися для оцінки якості структури бетону, наявності розшарувань та тріщин. Комплекс обладнання в загальній конфігурації складається з сейсмоприймача, генератору імпульсу ударної дії та обладнання для обробки і збереження даних (рис. 1).

Енергія механічних коливань в будь-якому середовищі передається за допомогою фізичної взаємодії структурних часток, що складають це середовище. При ударному впливі на конструкцію, в ній виникає хвильове поле, яке характеризується широким діапазоном частот і рівним розподілом енергії коливань за всіма частотними складовими. Поширення даного поля пов'язано з поширенням двох основних видів хвиль: хвилі стиснення (Р-хвиля) і хвилі зсуву (S-хвиля). При падінні даних хвиль на вільну (денну) поверхню на ній виникають вільні коливання, що розповсюджуються у вигляді поверхневих хвиль. Одним з типів таких хвиль є хвиля Релея (R-хвиля).



Рис. 1. Обладнання для реєстрації параметрів розповсюдження хвиль стиску при оцінці міцності цементобетонних конструкцій
1 – сейсмоприймач, 2 – ударник (генератор тестового імпульсного навантаження)

Хвиля стиску розповсюджується напівсферичним фронтом в товщі матеріалу та, відбившись від його нижньої поверхні, повертається до верхньої. Відбиття від нижньої грані відбувається завдяки різниці щільності матеріалів, що досліджується, та основи. Повним періодом коливання хвилі в даному випадку вважається момент від її утворення чи відбиття від верхньої грані, проходження та відбиття від нижньої грані та повернення її до поверхні, проходячи подвійну товщину матеріалу, який підлягає дослідженню.

Відома залежність, що пов'язує швидкість розповсюдження хвилі стиску (V_p), товщини зразка (h) та час виконання хвилею повного періоду коливання (t) [3,4]:

$$h = V_p \cdot (t/2) . \quad (1)$$

Більш прогресивним методом визначення товщини зразків з будівельних матеріалів є реєстрація та аналіз частотного спектру відображеного сигналу [5]. Результатом такого аналізу є побудова графіку залежності частоти хвилі від амплітуди при проходженні її в товщі матеріалу (рис. 2), аналізуючи який можна визначити характеристики матеріалу, що досліджується за рівнянням (2).

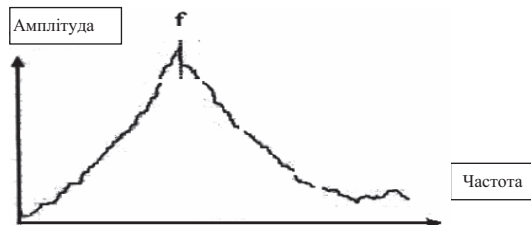


Рис. 2. Амплітудно-частотний спектр розповсюдження хвилі стиску при випробуванні зразка ударно-імпульсним методом

$$h = V_p / f \cdot 2 , \quad (2)$$

де f – значення пікової (резонансної частоти), що відповідає пакету хвиль відбитих від нижньої поверхні зразка з амплітудою, що дорівнює товщині шару конструкції

Для розрахунку товщини зразка за методом ударного імпульсу необхідно визначити швидкості розповсюдження хвилі стиску V_p . Для вирішення цієї задачі необхідно використання пари сейсмоприймачів для реєстрації параметрів розповсюдження хвиль стиску. При відомій відстані між датчиками, зареєструвавши час проходження хвилі, можливо розрахувати швидкість її розповсюдження. Використання такої схеми дозволяє оцінити властивості матеріалу між парою датчиків, а не в одній точці, особливості їх структури та узагальнену товщину зразка. Але використання такої схеми пов'язане зі значними труднощами у обробці та інтерпретації сигналу. Тому, швидкість розповсюдження хвиль стиску можливо визначити за швидкістю розповсюдження поверхневої хвилі типу Релея за методом спектрального аналізу параметрів розповсюдження поверхневих хвиль.

Принцип дії методу полягає в наступному: під дією імпульсного навантаження в шарі конструкції виникають неперіодичні коливання широкого спектру частот. Відомо, що глибина локалізації поверхневої хвилі Релея пропорційна її довжині, що визначається співвідношенням швидкості до частоти. Використовуючи математичний апарат обробки інформації, будуються графічні залежності швидкості поверхневої хвилі Релея від частоти або довжини, що називаються дисперсійними кривими (рис. 3).

За аналізом окремих ділянок дисперсійної кривої розповсюдження можливо визначення швидкості окремих груп хвиль, що локалізовані в товщі зразка та характеризують безпосередньо його властивості. Користуючись відомою залежністю, можна розрахувати швидкість розповсюдження хвилі зсуву за швидкістю розповсюдження хвилі Релея через коефіцієнт Пуассона з подальшим розрахунком товщини зразка за формулою (2).

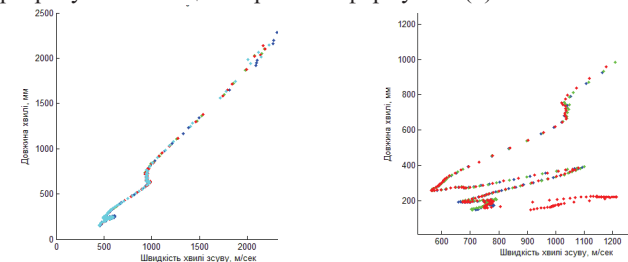


Рис. 3. Дисперсійні криві, отримані під час випробування цементобетонних плит з визначення параметрів розповсюдження поверхневих хвиль (зліва - товщина плити 60 мм, справа - товщина плити 80 мм).

Таким чином, використання параметрів розповсюдження хвильових полів для контролю якості влаштування монолітних шарів жорсткого дорожнього одягу дозволить отримати достатньо точні результати щодо фізико-механічних та геометричних параметрів цементобетонних шарів. Висока швидкість проведення випробувань в тестовій точці без залучення спеціалізованого лабораторного обладнання, можливість використання запропонованого методу, як в лабораторних, так і в польових умовах на різних етапах будівництва та експлуатації дорожніх споруд робить даний метод перспективним серед існуючих методів неруйнівної діагностики.

Література

1. І.В. Кіяшко. Особливості використання віброакустичних методів неруйнівного контролю якості дорожнього одягу жорсткого типу. / І.В. Кіяшко, О.Ю. Пархоменко, Д.М. Новаковський. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2011. – Вип. 40. У 2 ч. Ч. 1. – С. 445- 453.
2. Кунщиков Б.К. Общий Курс геофизических методов разведки / Кунщиков Б.К., Кунщикова М.К. – М.: Недра. 1976.- 429 с.
3. Филоненко-Бородич М.М. Теория упругости/ Филоненко-Бородич М.М. – М: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 364 стр.
4. S. Nazarian, D. Yuan, K. Smith, F. Ansari, C. Gonzalez. Acceptance Criteria of Airfield Concrete Pavement Using Seismic and Maturity Concepts: Appendices. Report IPRF-01-G-002-02-2. Programs Management Office 5420 Old Orchard Road Skokie, IL 60077. May, 2006. – 98 p.p.
5. Richart F.E. Jr, Wood R.D., Hall J.R. Jr. Vibration of soils and foundations. Prentice-Hall, New Jersey. – 1970. – 142 p.
6. Foti S. Multistation Methods for Geotechnical Characterization using Surface Waves, PhD Dissertation, Politecnico di Torino. – Italy, 2000. – 229 p.

Аннотация.

Приведены теоретические аспекты определения толщины дорожных конструкций из цементного бетона методом ударной импульсной нагрузки по характеру распространения волновых полей.

Abstract.

Theoretical aspects for detecting of PCC road constructions thickness using impact-echo method and wave's fields propagation theory are considered.

УДК 625.7

Піліпака Л.М.,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м.Рівне

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ТРАСИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ГІРСЬКИХ ДОРІГ

Показано можливість використання імітаційного проектування осей гірських доріг з використанням в якості моделі довгого пружного стрижня. Представлено основні етапи розрахунку моделі на прикладі проектування траси Яблуницького перевалу.

Ключові слова: автомобільна дорога, проектування, просторове положення, перевал, математична модель, кривизна

Метод імітаційного моделювання просторового положення траси автомобільної дороги, який викладено в роботі [1] дозволяє отримати вісь траси описану просторовою кривою з плавною зміною кривизни та з неперервною до третьої похідною за рахунок моделювання траси дороги просторовою кривою зігнутої осі довгого пружного навантаженого стрижня.

Критеріями оптимальності отриманої в межах даного методу траси визначено: її динамічна плавність - виражена через мінімізацію кривизни траси та сумарної зміни її кривизни, що приведе до зменшення зміни швидкості по ній; її зорова плавність - виражена через мінімізацію кручення вздовж траси; дорожні умови вздовж траси - враховано через мінімізацію поздовжніх ухилів; об'єми земляних робіт мінімізуються шляхом зменшення протяжності траси та робочих відміток.

Цільова функція:

$$y = f \left\{ |K_1|; |K_2|; \sum_{i=1}^N |\Delta \chi_i|; \sum_{i=1}^M |\Delta \sigma_i|; \sum_{j=1}^{N-1} |i_j|; S; \sum_{i=1}^N |\Delta z_i| \right\} \rightarrow \min \quad (1)$$

при чому $A(x_i, y_i, z_i) \in X_{AB}$ – множина можливих точок траси в межах смуги варіювання, $i=1, \dots, N$, N – кількість точок траси;

$|K_1|$ - повна кривизна плану траси;

$|K_2|$ - повна кривизна поздовжнього профілю траси;

$\sum_{i=1}^N |\Delta \chi_i|$ - сумарна зміна величини кривизни вздовж ділянки, $i=1, \dots, N$;

$\sum_{i=1}^M |\Delta \sigma_i|$ - сумарна зміна кручення ділянки траси, $i=3, \dots, M$; $M=N-2$;

$\sum_{j=1}^{N-1} |i_j|$ - сума поздовжніх ухилів вздовж траси, $j=2, \dots, N-1$;

S - протяжність траси, м; $\sum_{i=1}^N |\Delta z_i|$ - сума робочих відміток по трасі, м.
Граничні умови оптимізації зведено в систему нерівностей:

$$\begin{cases} K_{1i} \leq K_1^{\max} \\ K_{2i} \leq K_2^{\max} \\ \Delta \chi_i \leq \Delta \chi^{\max} \\ \sigma_i \rightarrow 0 \\ i_i \leq i^{\max} \\ \Delta z_i \rightarrow 0 \end{cases} \quad (2)$$

Таким чином, сутність пошуку оптимальної форми кривої в межах методу імітаційного проектування для заданої категорії дороги, що проектується, заданих умов місцевості та інфраструктури території проектування полягає в знаходженні такої кривої, яка відповідатиме сукупному критерію, що враховує як планове, так і, одночасно, профільне положення дороги, тобто перетворює цільову функцію у мінімум.

Приклади використання методу імітаційного проектування для нового будівництва та реконструкції автомобільних доріг наводилися автором раніше [2, 3]. Покажемо застосування методу імітаційного проектування траси для проектування гірських доріг.

Просторова кривизна є дуже важливою для гірських доріг, тому що проїзд по ним пов'язаний із збільшенням витрати палива, з високими експлуатаційними витратами палива. Найбільш складними та небезпечними для руху є ділянки перевалів.

Розглянемо повний розрахунок перевальної ділянки по трасі Н-09 довжиною 1 км в Карпатах. Траса Н-09 – це головна транскарпатська автомагістраль південно-східної половини Карпатського регіону України, яка через Яблуницький перевал зв'язує м. Івано-Франківськ з Румунією, Угорщиною і Словаччиною. Існуюча перевальна ділянка є дорогою третьої категорії. Розрахункова швидкість – 50 км/год [4].

Послідовність розрахунку. I етап розрахунку. Підготовчий. Маючи цифровий варіант зйомки потрібної ділянки дороги (модель місцевості взято з сервісу Google Earth), в програмі AutoCAD створюємо розрахункову схему моделюючої конструкції. Для цього з'єднуємо початкову і кінцеву точки майбутньої траси. На цій лінії розміщуємо моделюючий стрижень, опори якого співпадають з кінцевою і початковою точками ділянки, що проектується. (див.рис.1) Відмітка площини, в якій лежить моделюючий стрижень, дорівнює відмітці початкової точки траси – 888,75. Розбиваємо основний стрижень на елементи. Крок розбиття прийнято 25 м. Кількість вузлів – 38.

Перший варіант траси – одна контрольна точка: на перевалі (вузол 18, відмітка 921 м); задані вертикальні переміщення контрольної та кінцевої точки,

кут повороту в кінці траси 48°.

Другий варіант траси – дві контрольні точки: на перевалі (вузол 18, відмітка 921 м та вузол 31, відмітка 900 м); задані вертикальні переміщення контрольної та кінцевої точки, кут повороту в кінці траси 39°.

II етап розрахунку. Основний. Виконуємо статичний розрахунок геометрично нелінійних стрижневих конструкцій, які моделюють варіанти трас, на задані переміщення. Отримуємо зігнуту вісь стрижнів, а отже просторову криву трас, яка проходить через контрольні точки, задані переміщеннями відповідних вузлів, в першому наближенні. Після додавання розподіленого навантаження отримуємо просторові криві, величини радіусів кривизни яких є більшими за мінімальні визначені з розрахунку дотримання розрахункової швидкості. На рис. 2 показано вісь моделюючого стрижня з прикладеними остаточними навантаженнями для другого варіанту траси.



Рис.1. Запроектовані варіанти трас в плані

Після розрахунку моделюючих стрижнів переносимо їхні осі на цифрову модель поверхні рельєфу. Варіанти нових трас та існуюча траса дороги Н-09 показані на рис.2, загальний вигляд поздовжнього профілю для другого варіанту – на рис.3.

Важливим критерієм безпеки руху на гірських трасах є поздовжній ухил дороги. Для ділянки, що розглядається, було прийнято максимальне значення поздовжнього ухилу - 80%. На рис.4 наведено графік зміни поздовжнього ухилу вздовж траси за другим варіантом.



Рис.2. Навантажена вісь моделюючого стрижня в проєкції на площину ZOY.

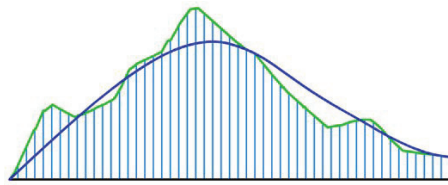


Рис. 3. Поздовжній профіль ділянки перевалу (другий варіант траси)

На відміну від рівнинної місцевості, де поздовжній профіль дає повну можливість уявити собі розташування дороги на місцевості і конструкцію її земляного полотна в кожній точці, в гірській місцевості при прокладанні дороги по косогуру робоча відмітка по осі дороги не характеризує поперечний профіль і обсяги земляних робіт. Це пов'язано з тим, що при одній і тій самій відмітці по осі дороги при різній крутизні косогуру краям земляного полотна можуть відповідати більші чи менші виїмки, насипи і підпірні стінки. Через часті зміни рельєфу схилів робочі відмітки земляного полотна істотно змінюються на малій протяжності дороги. Тому при проектуванні поздовжнього профілю доріг в гірській місцевості положення земляного полотна весь час контролюють по поперечним профілям, домагаючись, щоб при заданому ухилі проектної лінії досягалося стійке положення земляного полотна без влаштування підпірних стінок і по можливості урівноваження обсягів насипної частини і виїмок.

Різні вигляди поперечних профілів для першого та другого варіанта запроєктованих трас наведено на рис.5 (червоні лінії профілю - перший варіант траси, сині - другий). Як видно з рисунку додавання нових контрольних точок поряд з контролем отриманих поперечних профілів дозволяє зменшити об'єми земляних робіт.

На нашу думку запропонований метод може бути застосований як доповнення до існуючих методів, зокрема тих, що використовуються в САПР CREDO [5].

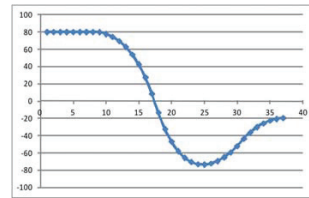


Рис. 4. Зміна ухилів вздовж ділянки

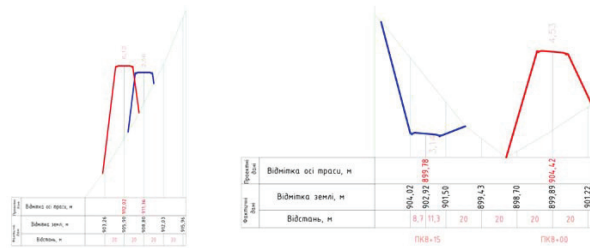


Рис.5.

Оптимізація кривизни трас гірських доріг поряд з мінімізацією земляних робіт дозволить зменшити транспортно-експлуатаційні витрати та підвищити безпеку руху. Імітаційний метод проектування траси автомобільної дороги може бути використаний з цією метою.

Література

1. Піліпака Л.М. Імітаційне проектування просторового положення траси // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2008. – Вип.1(41). – с.212-218.
2. Піліпака Л.М. Імітаційне проектування траси автомобільної дороги на прикладі реконструкції ділянки траси автодороги Київ-Чоп // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Сборник научных трудов. – Харків: ХНАДУ, 2008. – Вип.43. – с.92-94.
3. Гайдукевич В.А. Кількісні критерії оцінки траси, запроєктованої імітаційним методом / Гайдукевич В.А., Піліпака Л.М. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Наук.-тех. збірник. – Київ: НТУ, 2009. – Вип.77. – с.3-8.
4. ДБН В.2.3-4-2007 (Споруди транспорту, Автомобільні дороги). Київ, Мінрегіонбуд України, 2007, 90 с.
5. Величко Г.В., Філіппов В.В. Функціональні властивості перехідної кривої змінної швидкості руху. Автошляховик України, №, 4, 2008. - С. 29-32

Аннотация

В статье показана возможность использования имитационного проектирования осей горных дорог с использованием в качестве модели длинного упругого стержня. Представлены основные этапы расчета модели на примере проектирования трассы Яблунницкого перевала.

Ключевые слова: автомобильная дорога, проектирование, пространственное положение, перевал, математическая модель, кривизна

Abstract

The article shows the use of imitational designing for designing of mountain roads, with using of long elastic rod as a model. The main stages of model calculation Yablunytskyi pass route are presented as an example.

Keywords: road design, spatial position, pass, mathematical model, curvature

УДК 625.7/8;711.7(045)

Резнік О.М., д.т.н., професор Беятинський А.О.,
Національний авіаційний університет, м. Київ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ АКВАПЛАНУВАННЯ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Досліджено вплив глибини шару води на швидкісні режими руху автомобілів і, як наслідок, на проектування та експлуатацію автомобільних доріг.

Ключові слова: аквапланування, проектування, експлуатація, середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху.

Достатньо великі темпи зростання швидкості автомобілів на автошляхах зумовлює актуалізацію такої важливої проблеми, як аквапланування. На Харківській конференції 2011 року, що була при свячена проблемам руху автотранспорту в Україні було встановлено, що середня швидкість на автошляхах високих категорій становить 150 км/год, а номінально можлива нині 235 км/год. З кожним роком швидкість автомобілів прогнозовано зростатиме. В результаті вона зрівняється з швидкістю посадки (зльоту) літаків на аеродромах (100-300 км/год).

Ось, наприклад, автомобіль рухається по дорозі, покритій шаром води (дощ, великі калюжі) або водно-грязьової "каші". Кожна шина постійно видавлює рідку субстанцію із плями контакту, жене перед собою водяний вал. Випробування показали, що тиск у цьому валу доходить до 2 бар. Висота його може бути від 1 до 3 см. Приймаючи середню ширину протектора легкової шини рівною приблизно 15 см, можна стверджувати, що зусилля, з яким водяний клин вдавлюється між шиною й дорогою, може досягти 30-40 кг. До якого-сь моменту шина успішно видавлює клин води й створює пляму контакту з дорожнім полотном. Ефективність цього процесу залежить від трьох факторів: рельєфу протектора, товщини водяної плівки на дорозі й швидкості руху автомобіля. Всі ці фактори дуже тісно взаємопов'язані.

Під час проектування та експлуатації автомобільних доріг в районах з високою інтенсивністю злив потрібно виконувати перевірку ділянок дороги на можливість аквапланування автомобілів, визначаючи критичну швидкість початку аквапланування за розрахунковими формулами в залежності від товщини плівки води на покритті, шорсткості ділянки та інших факторів.

У різний час наукові школи в галузі автомобільних доріг очолювали: професори Ю. Метсон, Ф. Хейт, В. Адамс, Р. Дональд, Г. Вілер, М.М. Іванов,

М.В. Орнатський, О.К. Біруля, М.І. Волков, Я.А. Калужський, І.О. Романенко, В.Ф. Бабков, Я.В. Хом'як, О.А. Білятинський та їхні учні.

Теорія стоку і практичні методи його розрахунку розвивалися і вдосконалювалися завдяки працям М.Є. Долгова, М.М. Протождяконова, Є.В. Болдакова, М.М. Чегодаєва, О.В. Андрєєва. Помітний внесок в розробку цього питання зробила кафедра гідравліки Національного транспортного університету (професор В.О. Большаков, доцент О. А. Курганович).

Проведені дослідження вказують, що число ДТП на слизькому покритті в 2-2,5 разів вище числа ДТП на чистому сухому і шорсткому покритті. У середньому біля 47% ДТП із усіх пригод, пов'язаних з дорожніми умовами, відбувається з причини недостатнього зчеплення шин з покриттям дороги. На автомагістралях цей показник досягає 60-63%. Тому в процесі проектування та експлуатації доріг важливо підвищити зчепні якості слизьких покриттів, що дозволяє значно зменшити число і тяжкість ДТП.

Важливе місце займають погодно-кліматичні фактори та природні умови району будівництва доріг теж формують принципи проектування земляного полотна і критерії його міцності та стійкості, що враховується при прогнозуванні виникнення процесу аквапланування.

Для оцінки впливу глибини шару рідини на швидкісні режими руху автомобілів була розроблена і реалізована на дорозі Івано-Франківськ – Надвірна – Яремче така методика спостережень. Вимірювання швидкостей вільного руху легкових автомобілів виконували паралельно (одночасно) на двох ділянках автомобільної дороги, однією з яких була ділянка з незабезпеченим водовідводом, а інша з правильним поперечним профілем (забезпеченою водовідводом). Швидкості руху легкових автомобілів на кожній ділянці вимірювали за умови трьох різних станів покриття. На ділянці з поганим водовідводом: на сухій та чистій проїзній частині; за умови вологого стану покриття, коли незначний шар рідини спостерігається на понижених ділянках та у вибоїнах, а на решті частини ділянок покриття є плівка води, яка не перевищувала 0,5 мм, що відповідало початку випадіння опадів; на мокрому покритті, коли понижені ділянки проїзної частини заповнені водою до такого рівня, за якого уріз води знаходився в точках водорозділу, і подальший випад опадів не збільшував товщину шару рідини.

Розраховували середню швидкість вільного руху, дисперсію, та середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху по черзі відповідно при трьох станах покриття.

- середня швидкість вільного руху

$$V_{ср} = v_k - d \left(\frac{M}{n} - 1 \right)$$

- дисперсія

$$\sigma_v^2 = \frac{d^2}{(n-1)(2\sum T - M - \frac{M^2}{n})}$$

- середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху

$$\sigma_v$$

Таблиця 1.

Середні значення і середні квадратичні відхилення швидкостей вільного руху легкових автомобілів на ділянках із забезпеченим водовідводом

Ділянка дороги Івано-Франківськ – Надвірна – Яремче	Середні швидкості і середні квадратичні відхилення швидкостей за умови стану покриття:		
	сухому	волоному	мокрому
На ділянці із забезпеченим водовідводом	=85,2 км/год =9,5 км/год	=65,7 км/год =9,7 км/год	=56,8 км/год =9,2 км/год h=3 мм
На ділянці із незабезпеченим водовідводом	=59,8 км/год =8,5 км/год	=49,4 км/год =10,0 км/год	=30,8 км/год =8,4 км/год H=8,9 мм

Аналіз аквапланування автомобілів Mercedes та AUDI A4, згідно з запропонованою методикою, показав, що явище аквапланування починає діяти на ці моделі автомобілів, якщо швидкість становить 92 км/год, на товщині шару рідини 10 мм, та при швидкості 73 км/год на товщині плівки 20 мм. Наведені результати добре відповідають експериментальним даним, встановленим в ПАР на полігоні Gerotek А. Давидовим та О. Растегасвим. Згідно їх даних, явище аквапланування починає діяти на автомобілі Mercedes та AUDI при швидкості V=94 км/год на товщині плівки 10 мм та 70,7 – 77,4 км/год при товщині плівки 20 мм.

Отже, представлена вище модель може застосовуватись під час зіставлення проектів нових доріг, проектів ремонту та реконструкції існуючих доріг з незабезпеченим стоком води з покриття.

Рух транспортних засобів і вплив природних факторів поступово погіршують початкову рівність покриттів та геометричні характеристики поздовжнього та поперечного профілів. Це призводить до зниження фактичної швидкості руху, динамічним ударам коліс транспортного засобу об нерівності покриття та безладних поштовхів, які розгойдують автомобіль.

Нерівності, як правило, впливають на міцність конструкції, а також на можливість аквапланування. Особливо часто процес аквапланування виникає на ділянках просідання покриття (западини, колії). Існуючі моделі з оцінки можливості аквапланування автомобілів не враховують вплив нерівностей покриття на процес спливання коліс. Тому важливим є завдання розроблення

моделі, яка б враховувала вплив параметрів нерівностей на вірогідність аквапланування.

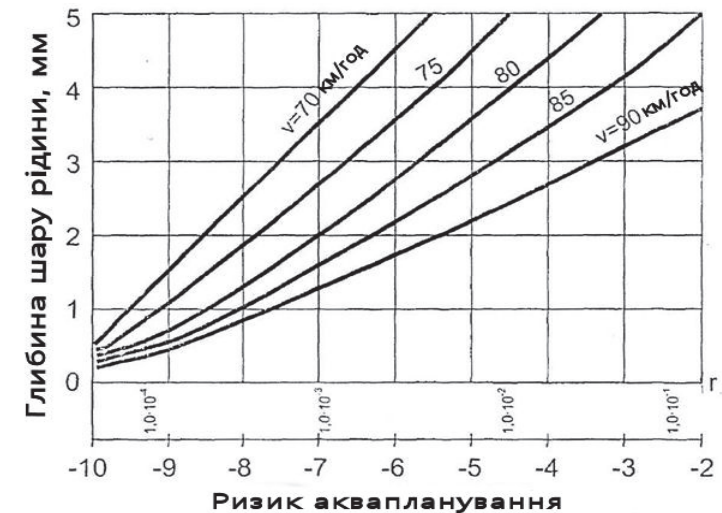


Рис. 1. Залежність ризику виникнення аквапланування від товщини плівки рідини.

Одним з можливих шляхів попередження цього явища є встановлення знаків обмеження швидкості руху автомобілів на ділянках можливого виникнення аквапланування.

Отже, проектування доріг слід направити на досягнення високих транспортно-експлуатаційних якостей дороги при мінімумі матеріальних затрат і матеріаломісткості будівництва. Правильно запроектована дорога зумовлює безпеку руху як поодиноких автомобілів із розрахунковими швидкостями, так і транспортних потоків із високими рівнями зручності, навіть у найнапруженіші періоди роботи доріг. Надійність і строки служби земляного полотна, дорожніх одягів і штучних споруд збільшуються при високій ефективності капітальних вкладень у будівництво автомобільних доріг.

Література

1. Белятинський А.О. Математичне моделювання процесів стоку // Автошляховик України. — 2002. — № 5. — С. 101-103.
2. Белятинський А.О. Наукові методи оцінки гідрологічної ситуації на мостових переходах в гірських умовах Карпат: Моногр. – К.: ЛДЛ, 2007. – 128 с.

3. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1966. – 326 с.
4. Білятинський О.А. Російсько-український словник автодорожника. 2-ге видання, доповнене. – К.: Вища школа, 1999. – 235 с.
5. Большаков В.А., Курганович А.А. Расчеты стока и отверстий малых мостов и труб. — К.: Будівельник, 1966. — 151 с.
6. Гірські автомобільні дороги України / Під ред. В. О. Герасимчука. — Коломия, 1998. — 348 с.

Аннотация

В работе было исследовано влияние глубины слоя воды на скоростные режимы движения автомобилей и, как следствие, на проектирование и эксплуатацию автомобильных дорог.

Ключевые слова: аквапланирования, проектирование, эксплуатация, среднее квадратическое отклонение скорости свободного движения.

Abstract

The paper was the influence of water depth at speeds of movement of cars and as a result, the design and operation of highways.

Keywords: aquaplaning, design, operation, standard deviation of the speed of free movement.

УДК 625.7/8

к.т.н., професор Ряпухін В.М.,
к.т.н, доцент Батракова А.Г., Процюк В.О.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ ТА ДЕФОРМАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ҐРУНТУ

Проведені експериментальні дослідження зв'язку між електрофізичними та деформаційними характеристиками ґрунтів.

Ключові слова: Модуль пружності, діелектрична проникність, ґрунтова модель, важільний прес.

В розрахунках дорожніх одягів головним параметром ґрунтової основи є його стиснення, яке частіше всього характеризується модулем загальної деформації E_0 (а також модулем пружності E_{np}) або коефіцієнтом постелі C [1]. Деформаційні характеристики ґрунту робочої зони земляного полотна істотним чином залежать не тільки від виду ґрунту, його гранулометричного складу, але й від вологості ґрунтової основи, визначаючи тим самим як конструктивні особливості дорожнього одягу, так і його несучу здатність.

Деформаційні характеристики ґрунтів можуть бути отримані в результаті випробування методом вдавнення штампу статичним навантаженням в польових або лабораторних умовах. Громіздкість обладнання та тривалість проведення випробувань обмежують використання цих методів дорожніми організаціями при обстеженні автомобільних доріг. Зазначимо також, що ці методи орієнтовані на отримання одиничних дискретних даних, які повинні характеризувати ґрунти на досить протяжних ділянках автомобільних доріг. Разом з тим, практика свідчить, що вологість ґрунтів, а отже їх деформаційні характеристики змінюються безперервно як в часі, так й по довжині автомобільних доріг.

Тому досить важливим завданням є розробка методики оперативного визначення вологості ґрунтів та їх деформаційних характеристик при обстеженні автомобільних доріг. Така методика дозволить визначати зони надмірного зволоження конструкції дорожнього одягу, що буде сприяти як обґрунтованому розрахунку дорожнього одягу на етапі проектування, так й раціональному призначенню заходів з ремонту та утримання дорожнього одягу на етапі експлуатації.

Вирішення даної задачі стає можливим з впровадженням в дорожню практику сучасного георадарного обладнання та розвитком методів обробки даних георадарного обстеження дорожніх одягів. Доведено, що електрофізичні

характеристики ґрунтів залежать від їх вологості [2, 3]. В свою чергу деформаційні характеристики ґрунтів також пов'язані з вологістю. Це створює передумови для встановлення зв'язку між електрофізичними та деформаційними характеристиками ґрунтів.

Встановлення зв'язку між електрофізичними та деформаційними характеристиками ґрунтів проводилося експериментально в декілька етапів:

- визначення деформаційних характеристик ґрунтів при різній вологості;
- визначення електрофізичних характеристик ґрунтів за допомогою георадарного обладнання та встановлення зв'язку між діелектричною проникністю ґрунту та відносної вологості;
- встановлення зв'язку між електрофізичними та деформаційними характеристиками ґрунту на підставі даних експериментальних досліджень.

Як було зазначено раніше, основною деформаційною характеристикою ґрунту, яку використовують при розрахунках дорожнього одягу, є модуль деформації та модуль пружності. Дані величини залежать від значення прикладеного навантаження, швидкості прикладення навантаження, форми і розміру штамп, і головним чином залежить від щільності та вологості ґрунту [4].

Для визначення деформаційних характеристик ґрунту в лабораторних умовах відповідно до ВБН В.2.3-218-186 був використаний важільний прес, рис.1.



Рис. 1. Важільний прес для визначення модуля пружності ґрунту

Для дослідження був відібраний ґрунт для відсіпки земляного полотна - супісок. Оскільки відібрати зразки ґрунту з дорожньої конструкції з не порушеною структурою неможливо, тому в формі розміром 60 см на 60 см був виготовлений зразок із відповідною щільністю (рис. 2). На дно форми була вкладена резинова прокладка товщиною 4 см для моделювання пружної основи. На резиновій основі влаштовувався шар основи із глинистого ґрунту товщиною 20 см. Влаштування основи з ґрунту проводилося з пошаровим трамбуванням до максимальної щільності ґрунту. Шар основи із глинистого ґрунту був

обгорнутий в поліетиленову плівку для збереження постійного значення вологості ґрунту. Поверх шару основи методом пошарового ущільнення до максимальної щільності був сформований шар із супіску товщиною 20 см, який досліджувався.

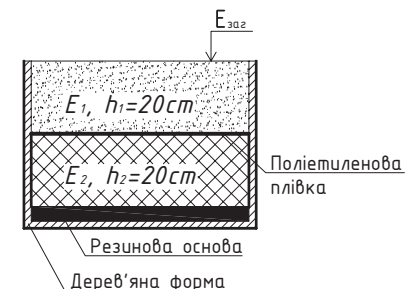


Рис. 2. Модель для проведення експериментальних досліджень

Максимальна щільність ґрунту залежить від оптимальної вологості. Тому перед формуванням зразка методом стандартного ущільнення було визначено оптимальну вологість, при якій досягається максимальна щільність ґрунту. Під час виготовлення зразка щільність і вологість ґрунту перевірялася за допомогою щільноміра - вологоміра Ковальова.

Оскільки проведення досліджень передбачало зміну вологості шару супіску, то під час формування моделі були закладені мідні трубки з отворами для подачі води в ґрунт знизу (рис. 3).



Рис. 3. Закладання мідних трубок в ґрунтову модель

Дослідження по вдавненню штамп діаметром 100 мм проводилося шляхом прикладення навантаження чотирма зростаючими ступенями з повним розвантаженням в кінці кожної ступені: 0,05 МПа, 0,10 МПа, 0,15 МПа, 0,20 МПа. Кожен рівень навантаження витримувався до загасання деформації (різниця відліків за індикаторами – не більше 0,01 мм за 5 хв). Після того, як був зафіксований відлік за індикаторами, штамп розвантажували і очікували відновлення деформації до повного загасання.

Деформація зразка ґрунту вимірювалася двома датчиками електронного типу, на яких мінімальний відлік за шкалою становить 0,001 мм. Датчики були розташовані на крайці штампів по лінії горизонтальної вісі (рис. 4). Значення переміщення визначалося, як середнє арифметичне відліків двох датчиків.



Рис. 4. Розміщення датчиків переміщення штампів

В процесі проведення експерименту визначались значення повних і зворотних деформацій ґрунтової основи (глинистий ґрунт) при оптимальної вологості та ґрунтової моделі (глинистий ґрунт + супісок) при змінній вологості шару супіску, яка варіювалася від 0,5 W_T до 0,9 W_T .

Модуль деформації та модуль пружності визначалися за формулами:

$$E_0 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p \cdot (1 - \mu^2)}{S_0}, \quad (1)$$

$$E_{np} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p \cdot (1 - \mu^2)}{S}, \quad (2)$$

де p – тиск, який передається на ґрунтову модель через штамп, МПа;

μ – коефіцієнт Пуассона (для супіску $\mu=0,31$ [4]);

S_0 – повна деформація зразка, мм;

S – пружна деформація зразка, мм.

Розрахунком за допустимим пружним прогином [5] був визначений загальний модуль пружності верхнього досліджуваного шару супіску при різних значеннях вологості. Результати розрахунків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати випробування ґрунтової моделі

Вологість в частках від W_T	Модуль пружності нижнього шару, МПа	Загальний модуль пружності конструкції, МПа	Модуль пружності верхнього шару, МПа	Діелектрична проникність, ϵ
0,50	42	78	106	4,4
0,55		70	92	4,8
0,60		62	78	7,3
0,65		52	61	7,7
0,70		49	57	8,1
0,75		42	47	9,3
0,80		39	43	13,6
0,85		37	40	15,6
0,90		33	35	19,6

Другий етап експериментальних досліджень мав за мету визначення електрофізичних характеристик ґрунту, а саме діелектричної проникності (ϵ). В процесі експерименту проводилося сканування моделі георадаром. Аналіз сигналів, які були зафіксовані при георадарному скануванні моделі, та наступна обробка в програмі GeoVizu дозволили отримати значення діелектричної проникності при супіску різних вологості (рисунок 5).

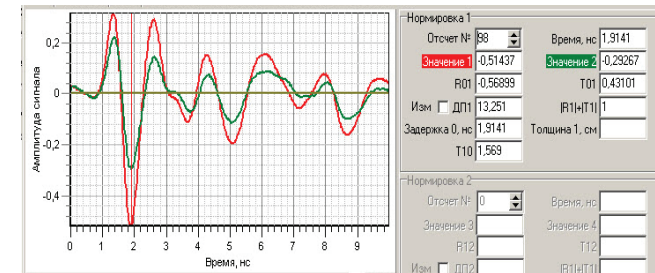


Рис. 5. Вікно програми розрахунку діелектричної проникності шару супіску

Результати визначення діелектричної проникності прирізної вологості шару супіску, що досліджується, наведено в таблиці 1.

За результатами дослідження деформаційних та електрофізичних властивостей встановлено залежність між діелектричною проникністю, вологістю та модулем пружності шару супіску (рис. 6).

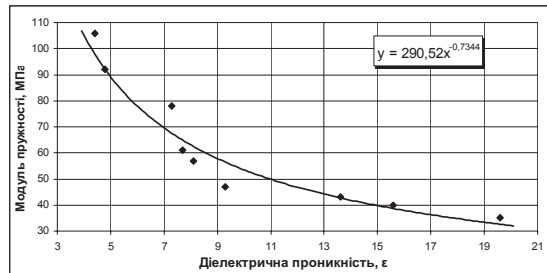


Рис. 6. Зв'язок діелектричної проникності супіску з модулем пружності

Аналогічно може бути встановлений зв'язок між електрофізичними та деформаційними характеристиками інших видів ґрунтів, що надасть змогу розробити експрес-метод оцінки вологості ґрунтів та несучої здатності конструкції дорожнього одягу, який базується на обробці результатів георадарного обстеження дорожніх одягів.

Література

1. Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве / И.И. Черкасов – М.: «Транспорт», 1976. – 247 с.
2. Topp G.C., Yanuka M., Zebchuk W.D., Zegelin, S. Determination of electrical conductivity using time domain reflectometry: Soil and water experiments in coaxial lines / G.C. Topp, M. Yanuka, W.D. Zebchuk, S. Zegelin // Water Resources – 1988. – № 24. – С. 945 – 952.
3. Батракова А.Г. Дослідження електрофізичних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів/ А.Г. Батракова, С.М. Урдзік, В.О. Процюк. // Містобудування та територіальне планування: Науково-технічний збірник, вип. 40, К.; КНУБА, 2011. – С.93-97.
4. Стасовская К.А. Грунтоведение и механика грунтов. Лабораторные работы / К.А. Стасовская – Киев.: Изд. «Вища школа», 1977. – 128 с.
5. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186-2004 – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2004. – 153 с. – (Стандарт Укравтодор).

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования связи между электрофизическими и деформационными характеристиками грунтов.

Ключевые слова: Модуль упругости, диэлектрическая проницаемость, грунтовая модель, рычажный пресс.

Abstract

Experimental researches of relation between electro-physical and deformations characteristics of soils are conducted.

Keywords: Modulus of elasticity, permittivity, soil model, the lever press.

УДК 625.85

к.т.н., професор Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ С УРАХУВАННЯМ ЇХ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Приведена методика розрахунку асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів на зсувостійкість. При розрахунках асфальтобетону враховують механізм руйнування матеріалу, термопластичні властивості і особливості його роботи при високих температурах.

Ключові слова: критерії і теорії міцності, термопластичні властивості асфальтобетону, механізм руйнування, тензор напружень, міцнісні характеристики асфальтобетону, зсувостійкість.

В сучасних нормативах України [1] та країнах СНД розрахунок дорожніх одягів ведуть по трьох критеріях граничного стану:

- пружному прогині дорожнього одягу під навантаженням;
- опору згину монолітних шарів;
- опору зсуву ґрунтів і шарів з малозв'язних матеріалів.

В основі критеріїв розрахунку дорожніх одягів покладено існуючі класичні теорії міцності. Граничним станом монолітних матеріалів, які повинні працювати в стадії зворотних деформацій, є початкова стадія зміни структури матеріалу, що виражається в порушенні окремих зв'язків під дією розтягуючих напружень. В основі розрахунків критерію опору згину монолітних шарів лежить закономірність руйнування монолітного матеріалу. У матеріалах, що містять органічне в'язуче, зі зниженням температури опір розтягу при згині трохи зростає, але одночасно різко зростають і модулі пружності цих матеріалів. У результаті значно збільшуються фактичні розтягуючі напруження і небезпека порушення граничної рівноваги на розтяг зростає. Найбільш поширеним видом руйнування монолітного шару буде розвиток тріщин у розтягнутій зоні, як для крихкого матеріалу. Зрозуміло, що існуюча методика розрахунку монолітних шарів покриття ґрунтується в першу чергу на третьому граничному стані: розрахунки на допустимі розтягуючі напруження – тріщиностійкість, і на перший або другий теорії міцності як для крихкого матеріалу.

Постановка задачі. Властивості асфальтобетону тісно пов'язані з температурою, матеріал є термопластичним [2, 3]. Відомо, що асфальтобетон має і інші деформації, характерні для пластичного стану матеріалу, тому застосування першої або другої теорії міцності не відображає реального

механізму руйнування, т. я. вони аналізують роботу матеріалу у крихкому стані. Поява пластичних деформацій пов'язана з виникненням зсувів в шарах матеріалу або конструкції. Умови, при яких настає текучість матеріалу з подальшим руйнуванням, можна описати застосовуючи механізм руйнування зрізом по теорії найбільших дотичних напружень. Таким чином, існуючі критерії міцності, прийняті для розрахунків в нормативах, не враховують властивості матеріалу який працює в великому діапазоні температур, має термопластичні властивості. В існуючих методиках розрахунків асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів відсутні розрахунки на зсувостійкість.

Розв'язок задачі. Для розрахунків асфальтобетону, що має істотну структурну неоднорідність і працює у різних станах, прийнято критерій Писаренко – Лебедева (2), який являється удосконаленням енергетичної теорії міцності [4]. В критерії враховується структура матеріалу і його термопластичні властивості [5, 6]. Для розрахунків за прийнятою теорією міцності потрібні деякі вихідні дані. До першої групи виділимо параметри, що мають розрахунково — теоретичний план. До другої — експериментальні міцнісні показники матеріалу (асфальтобетону). До параметрів першої групи відносяться головні напруження при об'ємному напруженому стані від дії комплексного навантаження ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) та еквівалентні напруження за енергетичною теорією міцності або за Мізесом. Визначення першої групи параметрів було проведено за допомогою методу кінцевих елементів і моделювання в програмі ANSYS.

Друга група параметрів критерію міцності залежить від фізико — механічних характеристик асфальтобетону при розрахунковій температурі [6]. Відповідно до фізичного і геометричного сенсу критерію (теорії) міцності в основі теорії крім головних напружень значне місце посідають міцнісні характеристики асфальтобетону по трьом видам випробувань. Випробування на простий розтяг і стиск і випробування на крутіння асфальтобетону:

- міцність на стиск при розрахунковій температурі ($+ 50^0 \text{C}$) - R_{cm}^{50} ;
- міцність на розтяг для розрахунковій температурі ($+ 50^0 \text{C}$) - R_{roz}^{50} ;
- міцність при випробуванні на крутіння - τ_{sp}^{50} .

Це основні фізико — механічні характеристики асфальтобетону при оцінці міцності асфальтобетонів на зсув, як термопластичного матеріалу. Допоміжними характеристиками можуть бути коефіцієнт внутрішнього тертя ($\text{tg}\phi$), зчеплення (C).

Прийнята теорія міцності використовується у методиці [7], яка визначає порядок оцінки міцності асфальтобетонних шарів покриття нежорстких дорожніх одягів на зсувостійкість.

Методика розроблена за результатами узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень, які були виконані в ХНАДУ і інших науково — дослідних організаціях (по літературним джерелам) по проблемам напружено — деформованого стану і розрахунку нежорстких дорожніх одягів. Методика включає визначення розрахункового навантаження, визначення розрахункової температури шарів покриття, визначення розрахункових характеристик асфальтобетонів і розрахунок асфальтобетонних шарів на зсувостійкість. Задача розрахунку — оцінка зсувостійкості асфальтобетонних шарів за прийнятим критерієм міцності та вибір матеріалу з відповідними фізико-механічними характеристиками при заданій товщині шарів або розробка іншої конструкції. Алгоритм розрахунку міцності асфальтобетону шарів покриття на зсувостійкість, як термопластичного матеріалу при високих експлуатаційних температурах, представлений наступною блок-схемою (рис. 1). Схема розбита на наступні блоки: Блок 1 — вихідні дані; Блок 2 — розрахункові технічні характеристики; Блок 3 — розрахункові фізико-механічні і конструктивні характеристики; Блок 4 — розрахунки міцності асфальтобетонних шарів покриття.

До вихідних даних входять: дорожньо - кліматичні умови: дорожньо - кліматичний район і дорожній район за умовами роботи асфальтобетону, максимальні, мінімальні середньомісячні і добові температури повітря. Характеристики транспортного потоку: середньодобова інтенсивність руху і склад руху. Конструкція дорожнього одягу: на дорогах, що проектується, це проектна конструкція (конструкції), на існуючих дорогах за даними паспорту дороги або за результатами дослідження конструкції дорожнього одягу візуально.

До Блоку 2 відносять відповідно до кліматичних умов району проектування - температуру покриття і асфальтобетонних шарів по товщині покриття, розрахунковий зсувонебезпечний період для конкретного дорожньо-кліматичного району України, фактичну інтенсивність і склад транспортного потоку, кількість циклів навантаження,

Блок 3 формує розрахункові фізико-механічні характеристики шарів асфальтобетону і розрахункову схему дорожнього одягу для розрахунків асфальтобетонних шарів на зсувостійкість. Всі фізико-механічні характеристики асфальтобетону при розрахунковій температурі або при очікуваній температурі шарів слід приймати за результатами випробувань в лабораторії партії конкретних асфальтобетонних сумішей.

Міцність асфальтобетонних шарів на зсувостійкість визначають критерієм Писаренко – Лебедева (два). Головні напруження ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_m$) визначають для прийнятої розрахункової схеми за розрахунковими таблицями [7].

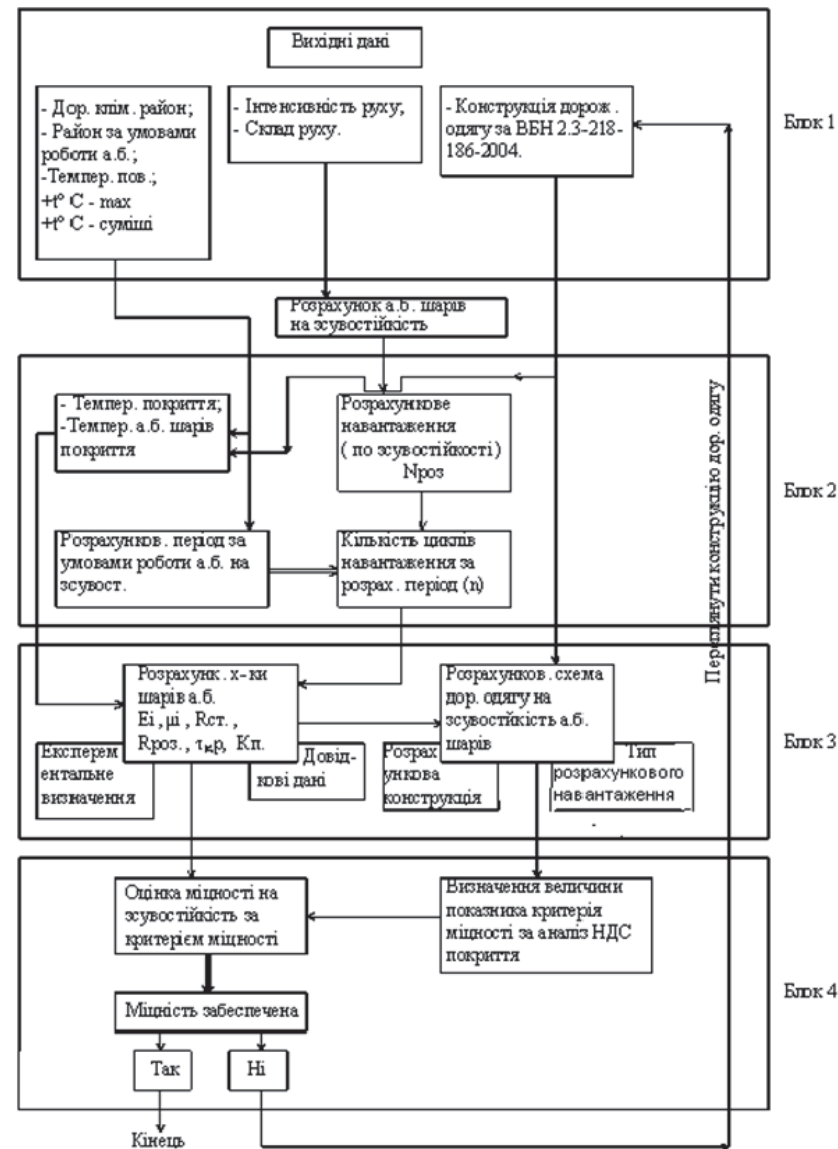


Рис.1. Блок - схема розрахунку асфальтобетонних шарів на зсувостійкість

Висновки. Таким чином, після розрахунку ми отримуємо міцність на зсувостійкість. Якщо умова міцності ($\sigma_e \leq |\sigma_+|$) не виконується, необхідно переглянути конструкцію дорожнього одягу. Найбільш ефективним буде заміна «слабого» асфальтобетону на більш зсувостійкий.

Література

1. Дорожній одяг нежорсткого типу : ВБН В.2.3-218-186 2004 – Офіц. вид – К. : Державна служба автомоб. доріг України «Укравтодор», 2004. – 176 с.
2. Золотарев В.А. Исследование свойств асфальтобетонных различной макроструктуры.: диссертация на соискание ученой степени к.т.н./ Золотарев Виктор Александрович. – Харьков (ХАДИ), 1967. – 250 с.
3. Иноземцев О.А. Битумно-минеральные материалы. /Иноземцев О.А. - . Ленинград : Стройиздат, 1972. – 151 с.
4. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов. /Писаренко Г.С. – К.: Вища школа, 1979. – 696 с.
5. Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О. Вибір оптимальної теорії міцності для асфальтобетону як термопластичного матеріалу /Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О. //сборник научных трудов Донбасского гос. Университета, вып.№33 – Алчевск - ДонГТУ, 2011. – с. 284-290
6. Ряпухін В.М., Батракова А.Г., Нечитайло Н.О. Розрахунки асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів з урахуванням термопластичних властивостей асфальтобетонів /Ряпухін В.М., Батракова А.Г., Нечитайло Н.О. , монографія - Харків: ХНАДУ, 2012. – 144с.
7. Методика розрахунку асфальтобетонних шарів покриття на зсувостійкість М 218-02071168 - 681:2011– Офіц. вид. – К.: Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2011. – 61 с.

Аннотация.

В статье приведена методика расчета асфальтобетонных слоев нежестких дорожных одежд на сдвигустойчивость. При расчетах асфальтобетона учитывают механизм разрушения материала, термопластические свойства и особенности его работы при высоких температурах.

Ключевые слова: критерии и теории прочности, термопластические свойства асфальтобетона, механизм разрушения, тензор напряжений, прочностные характеристики асфальтобетона, сдвигустойчивость.

Annotation.

The article describes method for shearing strength the asphalt pavement layers flexible pavement calculation. In the calculations account the asphalt failure mechanism, thermoplastic properties and features of its operation at high temperatures.

Keywords: criteria and strength theory, thermoplastic properties of asphalt, fracture mechanism, stress tensor, of strength characteristics of asphalt zsuvoystiyskist.

УДК 625.75

Скопович Р.В., к.т.н., доцент Гайдукевич В.А.,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

ПРАКТИЧНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДІЯ

Наведена методика та прилади для оцінки відповідності дорожнього середовища та психофізіологічного стану водія.

Ключові слова: дорожнє середовище, психофізіологія водія, прилади, оцінка відповідності.

Функціональний стан водія (ФСВ), що перебуває у контакті з ДУ-ТП, описується рядом показників, якими є його фізіологічні параметри (ФП). Зручність дороги для водія буде найбільшою, коли при русі показники ФСВ будуть близькі до оптимальних.

Метою дослідження є отримання залежності між ФСВ та ДУ-ТП, завдяки яким з'являється можливість аналізу, вивчення та прогнозування стану водія у різних дорожніх умовах і умовах руху та пропозицій щодо покращення ДУ-ТП. Як наслідок, на основі отриманих залежностей і даних про оптимальні значення ФП водія, отримується коефіцієнт відповідності ДУ-ТП (надалі K_e), який є відносним показником комфортності тієї чи іншої траси дороги для водія, який по ній рухається [1].

Експериментальні дослідження функціонального стану водія проводяться шляхом реєстрації таких відомих в дослідженнях фізіологічних параметрів водія як пульс, шкірно-гальванічна реакція, кількість фіксацій погляду водія, тривалість фіксації ока водія [2] та малодосліджених пневмограма і прирощення діаметру зіниці ока. Для реєстрації фізіологічних параметрів водія в процесі руху використовувалась апаратно-програмна система збору даних «Траса» (рис. 1).

Система призначена для збору фізіологічних параметрів водія, фіксації дорожньої обстановки, параметрів руху автомобіля з метою подальшої обробки.

Система працює в двох режимах: ЗАПИС та ОБРОБКА. В режимі ЗАПИС система забезпечує запис дорожньої обстановки з телекамери, закріпленої на голові водія та вимірюваних параметрів у кодованому вигляді на відеомагнітофон формату VHS;

Система вимірює та записує такі параметри:

- P1 - швидкість автомобіля від штатного датчика з електричним виходом;
- P2 - час вдиху та час видиху водія;
- P3 - пульс водія в діапазоні 40-300 ударів за хвилину;
- P4 - шкіро-гальванічну реакцію водія у відносних одиницях;
- P5 - зовнішню освітленість в зоні обличчя водія в діапазоні 50 - 1000 лк;



Рис. 1. Водій в процесі експерименту

- P6 - координату X переміщення зіниці водія з частотою не менше 20 Гц.
- P7 - координату Y переміщення зіниці водія з частотою не менше 20 Гц.
- P8 - діаметр зіниці водія у відносних величинах;

В режимі ОБРОБКА система забезпечує:

- відтворення записаної дорожньої обстановки через персональний комп'ютер з можливістю пошуку заданого фрагменту, прокрутку вперед та назад, зміну масштабу часу;
- накладення координат зору водія у вигляді курсору на картину дорожньої обстановки;
- визначення параметрів: амплітуди - P9 та частоти - P10 переміщень точки зору водія;
- декодування записаних параметрів P1 - P5, P8 - P10 і відтворення їх у вигляді графіків синхронно з картиною дорожньої обстановки;
- можливість запису на жорсткий диск ПК вибраних фрагментів чи всього експерименту в окремі файли;
- індикацію швидкості автомобіля;
- індикацію пройденого кілометражу від початку запису;
- індикацію часу запису

Живлення блока обробки сигналів та пристрою збору даних здійснюється від акумулятора з номінальною напругою 12,6 В, ємністю не менше 5 А*год.

Пристрій збору даних виконаний у вигляді шолома 1 з алюмінію (рис. 2). До якого через поролонову вставку 2 закріплена підкладка 3 з матерії. До кінців підкладки пришиті дві смужки стрічки "липучки" 4, призначені для кріплення шолома на голові водія. В центрі обода встановлена ТК 5. нахил якої у

вертикальній площині може регулюватися гвинтом 6. В корпус ТК вмонтований датчик 7 освітленості. До підкладки в районі виска водія закріплений датчик 8 пульсу.

До кінців обода через спеціальні вставки гвинтами 9 кріпляться скоба 10, на якій закріплені телекамера 11 для визначення координат зору і діаметра зіниці водія та датчик 12 вдоху-видоху водія. Конструкція кріплення скоби до обода дозволяє регулювати її нахил та довжину. Скоба виготовлена з алюмінієвого сплаву спеціального профілю, що забезпечує стійкість до вібрації. Кріплення телекамери 11 дозволяє регулювати її положення: вверх-вниз і поворот – переміщенням осі 13; зміщення – поворотом кронштейна 14; нахил – затискачем 15.

Всі підєднувальні кабелі та проводи сходять з правої сторони обода і одним пучком 16 виведені на роз'єм 17 для підключення БОС.

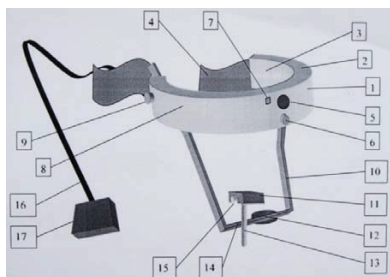


Рис. 2. Пристрій збору даних

Після запису експерименту проводиться відтворення з передачею зображення з ВМ на ПК, для чого останній має вмонтовану плату вводу зображень. Під час відтворення проводиться декодування записаних сигналів з датчиків, при цьому сигнали координат зіниці обробляються і відображаються у вигляді курсору на картинці зображення дороги, а решта сигналів - у вигляді графіків у нижній частині екрана дисплея (рис. 3).

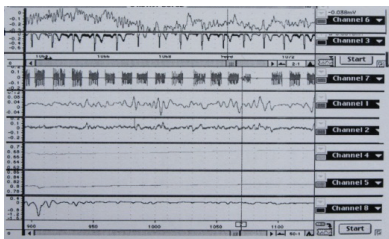


Рис. 3. Фрагмент запису даних

Результати дослідів оброблено за допомогою методів математичної статистики. Таким чином було отримано залежності між показником фізіологічного стану водія і факторами дорожніх умов, що впливають на нього, у вигляді лінійних рівнянь регресії. Статистична обробка дослідних даних для кожного параметру виконана за допомогою електронних таблиць, розроблених у програмі Microsoft Excel.

Пульс водія:

$$y = 92,125 - 4,375x_1 + 8,833x_3 + 4,292x_4 + 2,083x_1x_3 - 1,542x_2x_4 \quad (1)$$

Шкірно-гальванічна реакція:

$$y = 2,9 - 0,158x_1 - 0,596x_2 + 0,346x_3 + 0,113x_1x_2 + 0,196x_1x_3 + 0,217x_1x_4 + 0,342x_2x_3 + 0,138x_3x_4 \quad (2)$$

Пневмограма водія:

$$y = 0,341 + 0,044x_2 - 0,057x_3 - 0,018x_4 - 0,001x_1x_4 - 0,030x_2x_3 - 0,007x_2x_4 - 0,006x_3x_4 \quad (3)$$

Приросту діаметра зіниці:

$$y = 4,728 - 0,2x_1 - 0,123x_2 + 0,054x_3 - 0,002x_4 + 0,007x_2x_4 \quad (4)$$

Кількість фіксацій погляду:

$$y = 2,113 - 0,292x_3 - 0,074x_4 - 0,108x_1x_3 - 0,125x_2x_3 \quad (5)$$

Тривалість фіксації ока:

$$y = 3,95 + 0,521x_2 - 0,646x_3 - 0,208x_4 + 0,025x_1x_3 - 0,158x_2x_3 - 0,171x_2x_4 - 0,138x_3x_4 \quad (6)$$

На підставі отриманих рівнянь регресії побудовані номограми для визначення прогнозованих фізіологічних параметрів (рис. 4). Для прикладу наведені номограми для визначення очікуваного значення прирощення діаметру зіниці та шкірно-гальванічної реакції.

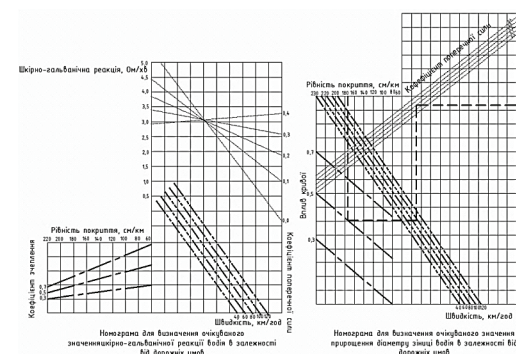


Рис. 4. Номограми для прогнозування фізіологічних параметрів водія

На підставі експериментально отриманих даних про ФП водія і відомостей про оптимальне значення цих показників виникає можливість зробити висновок

на предмет залежності між функціональним станом водія та ДУ-ТП. Інтегральним показником, що свідчитиме про відповідність ДУ-ТП через проміжний елемент, яким є водій, є коефіцієнт відповідності ДУ-ТП K_v , який чисельно дорівнює сумі середніх значень відносних інтенсивностей впливу ФП водія (вважаємо, що кожен з них однаковою мірою впливає на ФСВ), помножених на довжину досліджуваної ділянки траси дороги.

Відносна інтенсивність впливу ФП на водія визначається за формулою:

$$\psi_{mn} = \frac{|y_{mn} - y_{mn0}|}{y_{mn0}} \quad (7)$$

де y_{mn} - значення m параметра на n ділянці траси; y_{mn0} - оптимальне значення m параметра на n ділянці траси.

Значення коефіцієнта ДУ-ТП для n ділянки траси при кількості ФП i становитиме:

$$K_{\phi n} = L_n \frac{\psi_{1n} + \psi_{2n} + \dots + \psi_{in}}{i} = L_n \frac{\sum_{i=1}^i \psi_{in}}{i} = \frac{L_n}{i} \sum_{i=1}^i \frac{|y_{in} - y_{in0}|}{y_{in0}}, \quad (8)$$

де L_n - довжина n ділянки траси; ψ_{in} - відносна інтенсивність впливу ФП на n ділянці.

Сумарне значення K_v для траси дорівнює:

$$K_{\phi n} = K_{\phi 1} + K_{\phi 2} + \dots + K_{\phi j} = \sum_{j=1}^j K_{\phi} = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^j L_j \frac{|y_{ij} - y_{eij}|}{\dots}, \quad (9)$$

де j - кількість ділянок траси.

При визначенні коефіцієнта відповідності ДУ-ТП по ділянці або по дорозі в цілому відповідно знаходиться сума всіх фрагментів.

Висновок: Наведена методика оцінки відповідності дорожніх умов і стану водія дозволяє робити об'єктивну оцінку дорожніх умов в режимі руху і пропонувати заходи по вдосконаленню.

Література

1. Гайдукевич В.А. Оцінка дорожніх умов через функціональний стан водія. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». Вип. 70 ст. 287-293, 2004р.
2. Лобанов Е.М. Проектирование дороги организация движения с учётом психофизиологии водителя. – М: Транспорт, 1980. – 307 с.

Аннотация

В работе изложена методика и оборудование для оценки соответствия дорожной среды и психофизиологического состояния водителя.

Ключевые слова: дорожная среда, психофизиология водителя, приборы, оценка соответствия.

Abstract

In the presented technique and equipment for conformity assessment of the road environment and driver's psychophysiological state.

Keywords: road environment, driver psychophysiology, devices, conformity assessment.

УДК 691.32

Солоненко И.П.,

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ДОБАВКИ ХТС-6 ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассматривается влияние на физико-механические показатели цементобетона, введение в его состав пластифицирующей добавки ХТС-6, на основе поликарбоната, воздухововлекающей добавки РТ-1, полипропиленовой фибры, а также наполнителя - микрокремнезема и крупного заполнителя - отсева гранитного щебня.

Ключевые слова: пластифицирующая добавка, цементобетонная смесь, микрокремнезем, фибра, прочность, морозостойкость.

В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к росту интенсивности транспортного потока, скорости движения автомобилей, увеличение машин большой грузоподъемности, что ведет к заметному ускорению износа дорожного покрытия (ДП). Это требует проведения научных исследований, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик ДП.

Перспективным материалом для ДП является цементобетон (ЦБ). Как показывает опыт [1-2], применение ЦБ в дорожном строительстве позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы на содержание дорог и повысить их безремонтный период.

Качество ЦБ покрытия во многом зависит от правильного подбора состава бетонной смеси и использованных пластифицирующих добавок. Одна из таких добавок – отечественная добавка ХТС-6, изготавливаемая на основе поликарбоната. Определение перспективности этой добавки в дорожном строительстве – актуальная научная задача.

Цель исследования: оценить влияние на физико-механические показатели ЦБ покрытия, введение в его состав добавок ХТС-6 [3], воздухововлекающей РТ-1 [4], полипропиленовой фибры (Фп) [4-6], микрокремнезема [3], а также отсева гранитного щебня.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие научные задачи:

- обоснован состав цементобетонной смеси [1,2];
- изготовлены и испытаны опытные образцы на сжатие, изгиб и морозостойкость;
- предложены рекомендации по подбору состава ЦБ для ДП с применением добавки ХТС-6.

Образцы изготовлялись по методике, изложенной в работе [1,6], из: цемента ПЦ – П/А – Ш 500; кварцевого мытого песка, (Мкр = 2,5); отсева гранитного щебня (фр. от 0,14 до 5 мм).

В состав ЦБ вводились: пластифицирующая добавка ХТС-6, (ПП "ХІМІЧНА ТОРГІВЕЛЬНА МЕРЕЖА") (ПП ХТМ), [3]; воздухововлекающая добавка РТ-1, («Mapel») [5]; наполнитель микрокремнезем, (ПП ХТМ), размер частиц составляет 0,1-0,2 микрон; Фп - МАРЕFIBRE NS 12/ NS 18 (длина волокон 10мм), («Mapel») [5].

Предварительные испытания, приведенные авторами и описанные в работе [6], позволили подобрать состав бетонной смеси, используемой при изготовлении опытных образцов (табл. 1).

Таблица 1.

Состав бетонной смеси, используемой при изготовлении образцов

Компоненты	Составы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цемент, кг/м ³	651	651	638	635	637	637	649	650	650
Песок, кг/м ³	781	781	781	781	781	781	781	781	781
Отсев щебня фр. 0,14 - 5, кг/м ³	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172
МКЗ, % от Ц	--	--	2	2	2	2	--	--	--
Вода, л/м ³	255	208	208	208	208	208	208	208	208
В/Ц	0,40	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32
ХТС-6, %	--	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
РТ-1, л/м ³	--	--	--	1,2	1,2	--	1,2	--	1,2
Фп, % от Ц	--	--	--	0,2	--	0,2	0,2	0,2	--
ОК, см	16	20	19,23	20	19,56	20	19	20	20
Условия	t (20 ± 3)°C, Влажность 70...80%								

Опыты проводились на образцах размером 10х10х10 см (сжатие (Рсж) и морозостойкость) и 4х4х16 см (изгиб (Ризг)).

После изготовления образцы набирали прочность в нормальных условиях твердения (t=20°C, влажность 80%) 28 суток. После чего они подверглись испытаниям на сжатие, изгиб и морозостойкость. Опыты проводились в лабораториях кафедр строительных материалов и ПСЭАД Одесской государственной академии строительства и архитектуры, по методикам [7] и [8]. Прочность образцов проверялась на прессе ПСУ-250 [9]. Испытания на изгиб осуществлялось на приборе МИИ-100 [7]. Испытания на морозостойкость проводились в морозильной камере «Frigergera», согласно второму методу испытаний [8]. Полученные результаты опытов приведены в таблице 2.

Для удобства анализа результатов данные таблицы 2 в графическом виде приведены на рисунках 1, 2, 3.

Таблица 2.

Результаты исследования								
Прочность на сжатие образцы 10х10х10 см, (МПа)								
ХТС-6= 0% от массы цемента								
Рсж	ВВД	Фп	МКЗ	Фп+ ВВД	ВВД+ МКЗ	Фп+ МКЗ	Фп+МКЗ +ВВД	
51,87	51,20	52,44	51,61	52,30	51,38	52,16	52,03	
ХТС-6= 0,3% от массы цемента								
53,57	52,11	53,68	53,13	52,99	52,44	53,36	52,76	
Прочность на изгиб, образцы 4х4х16 см, (МПа)								
ХТС-6= 0% от массы цемента								
Ризг	ВВД	Фп	МКЗ	ВВД+ Фп	ВВД+ МКЗ	Фп+ МКЗ	Фп+МКЗ +ВВД	
9,44	9	9,7	9,4	9,3	9,16	9,6	9,485	
ХТС-6= 0,3% от массы цемента								
10,5	9,71	10,6	10,2	9,95	9,87	10,3	10,1	
Прочности на Рсж после F 400 (10х10х10 см), (МПа)								
F = 0 циклов								
Рсж	П1	П1+ ВВД	П1+ МКЗ	П1 +Фп	П1+ Фп+МКЗ +ВВД	П1+ +ВВД +МКЗ	П1 +Фп +МКЗ	П1 +Фп +ВВД
51,5	53,57	52	53,33	54	52,76	52,24	53	52,59
F = 400 циклов								
47,87	52,44	50,99	52,03	48,75	49,54	50,45	50	49,23
Примечание: микрокремнезем – МКЗ, воздухововлекающая добавка РТ-1 – ВВД, полипропиленовая фибра – Фп.								

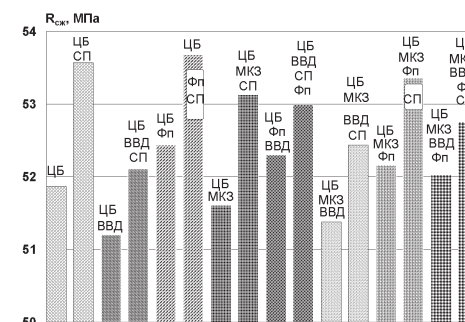


Рис. 1 Результаты исследования прочности сжатие

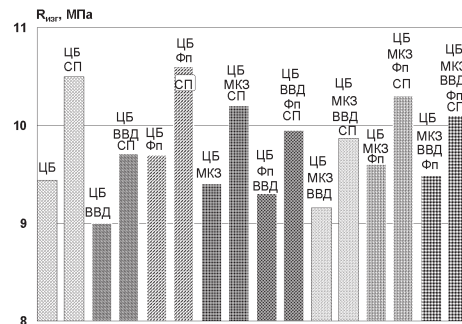


Рис. 2 Результаты исследования прочности на изгиб

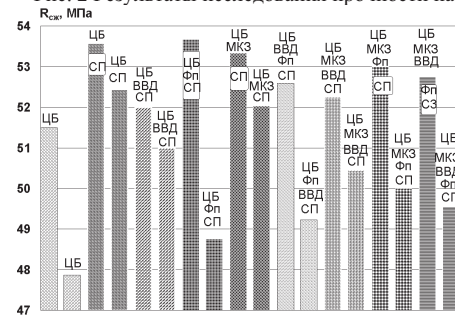


Рис. 3 Результаты исследования прочности на сжатие после F 400

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- использование добавки ХТС-6 позволяет уменьшить количество воды введенной в состав ЦБ и повысить прочность на сжатие на 3,28%, на изгиб – на 11,23%, потеря массы при испытаниях на морозостойкость составило 2,3%, что удовлетворяет требованиям [8];

- при добавки в состав ЦБ ВВД – РТ1 наблюдается снижение прочность на сжатие на 1,78%, на изгиб – на 7,89%, потеря массы образцов после испытания на морозостойкость составила 2,9%;

- оценка влияние Фп показала, что при её видении происходит снижение прочности, на сжатие (2,36%), изгиб (9,28%), потеря массы образцов после испытания на морозостойкость - 3,3%, что не удовлетворяет требованиям [8], для дорожного бетона;

- включение МКЗ в состав ЦБ ведет к снижению прочности на сжатие на 2,94%, прочности на изгиб - 8,51%, потеря массы образца после испытания на морозостойкость – 2,95%.

Литература:

1. Федотова Г.А, Поспелов П.И. СЭД. V том. Проектирование автомобильных дорог. Москва 2007.-816с.
2. И.А. Войлок, А.С. Горшков Бетонные дороги: актуальность, возможности и оборудование №6(68)2008.: <http://www.stroy-press.ru>
3. ДСТУ Б В.2.7-65-97, евр. нор. EN 934-2, терм. ХТС- 8, фірми ПП "ХІМІЧНА ТОРГІВЕЛЬНА МЕРЕЖА", Україна.
- 4.ТУ У В.2.7-24.6-02498197-385-2004
5. Добавки для бетона ТОВ «Мапей Україна», тип. Milano stand. Италия 40с.
- 6.Солоненко И.П. Сучасні пластифікуючі добавки для цементобетонів у дорожньому будівництві // Вестник ОГАСА. Вып.№45 – Одесса: ТОВ «Зовнішрекламсервіс» 2012. – С. 254-258.
- 7 ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск.
8. ДСТУ Б В.2.7-49-96 Будівельні матеріали. Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні.
9. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Москва. 2006.

Анотація

У статті розглядається вплив на фізико-механічні показники цементобетону, введення у його склад пластифікуючої добавки ХТС-6, на основі полікабоксилату, повітрявтягуючої добавки РТ-1, фібри поліпропіленової, наповнювача - мікрокремнезема і крупного заповнювача - відсіву гранітного щебеню.

Ключові слова: пластифікуюча добавка, цементобетонних суміш, мікрокремнезем, фібра, міцність, морозостійкість.

Annotation

The paper examines the impact on the physical and mechanical properties of cement by introducing its members plasticizer CHTS-6, based on polikaboksilata, air-entraining agent, RT-1, polypropylene fibers, and as a filler - fume and coarse aggregate - crushed granite screening.

Keywords: plasticizer, cement mix, microsilica, fiber, strength, resistance to frost.

УДК 625

к.т.н., доцент Талах Л.О., к.т.н. Шимчук О.П.,
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ ПРИЧИН УТВОРЕННЯ ТРІЩИН У ДОРОЖНІХ ПОКРИТТЯХ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ УСУНЕННЯ

Проаналізовані причини виникнення тріщин в дорожніх покриттях. Відмічені дослідження вчених по розробці критеріїв тріщиностійкості дорожніх покриттів і відповідних показників стійкості асфальтобетону до утворення тріщин. Вибір правильного критерію зумовлює успіх заходів щодо забезпечення тріщиностійкості покриття.

Ключові слова: дорожнє покриття, тріщина, тріщиностійкість.

Пошкодження дорожніх покриттів в процесі експлуатації значно зменшують їх термін служби. Так, замість закладених 15–20 років найбільш поширені асфальтобетонні покриття виходять з ладу через 6–8 років. Через відсутність достатньої кількості засобів, роботи по ремонту відкладаються на невизначений термін. В результаті площа пошкоджень може досягати до 60 %–80 % від загальної площі покриття [1].

До основних видів руйнувань асфальтобетонних покриттів залежно від характеру, місцезнаходження і величини відносяться тріщини, вибоїни, латки, колійність, лущення, руйнування кромки [2]. Одним із видів руйнування дорожнього покриття є повздовжні і поперечні тріщини, старіння матеріалу, що виникають в результаті порушення технології укладання дорожнього покриття, температурних перепадів, дії навколишнього середовища. Ці тріщини можуть виявитися вже через 1–2 роки після зміни дорожнього покриття. Виникнення і подальший розвиток тріщин є основною причиною виникнення в дорожніх покриттях дефектів, що вимагають проведення ремонтних робіт. Саме через тріщини вода проникає з поверхні покриття в його товщу, що неминуче приводить до прискореного розвитку тріщин і руйнування покриття.

Дорожній одяг не може бути абсолютно тріщиностійким. Проте застосування ефективних методів боротьби з тріщиноутвореннями дозволило б збільшити терміни служби покриттів, понизити витрати на їх утримання та ремонт за рахунок підвищення стійкості шарів до тріщин, що з'являються.

Багато вчених, як в нашій країні – В.В. Мозговий, В.В. Беглецов, С.Й. Солодкий, у Білорусії В.А. Веренько, В.Н. Яромко, В.П. Крюків; у Росії – А.М. Богуславський, Л.Б. Гезенцев, Н.В. Горелишев, В.Д. Казарновський, В.А. Кретов, А.Р. Красноперов, В.Н. Кононов, Б.С. Радовський, А.В. Руденський, Ю.Е. Никольський, так і в інших країнах – Д. Соуса, П. Періс, Д. Кокс, Р. Ву, К.

Моносміт, Ф. Зоу, Р. Літтон, В. Когейл – проводили дослідження із вивчення процесів тріщиноутворення. Велика робота виконана як із вдосконалення складу асфальтобетону, так і по розробці конструктивно-технологічних заходів для зниження тріщиноутворення.

Критерії температурної тріщиностійкості, як емпіричні, так і експериментально-теоретичні, запропоновані А.М. Богуславським, Б.І. Ладигінім, В.В. Мозковим, Б.С. Радовським.

Велика увага приділена цьому питанню в роботах В.А. Веренько. Він запропонував матеріалознавчий критерій тріщиностійкості (індекс тріщиностійкості ІТ), який відображає здатність матеріалу дорожнього покриття чинити опір появі температурних тріщин [3].

Обґрунтуванням критеріїв оцінки тріщиностійкості, зроблених на порівнянні виникаючих у покриттях деформацій і напружень, обчислених за різними залежностями, з аналогічними граничними величинами для асфальтобетону зроблено В.А. Кретовим, В.Д. Казарновським, А.Р. Красноперовим [4].

Вчені у всьому світі надають велике значення різним чинникам, які впливають на інтенсивність тріщиноутворення. У європейських країнах значна увага приділяється дослідженням властивостей реологій дорожніх бітумів і полімерно-бітумних в'язучих. У Японії велике значення надається аналізу результатів натурних спостережень за утвореннями тріщин в процесі експлуатації асфальтобетонних покриттів: встановлено, що кількість поперечних тріщин залежить не тільки від кліматичних, транспортних і матеріалознавчих чинників, але і від конструкції дорожнього одягу, зокрема, від коефіцієнта тертя асфальтобетону по підстилаючому шару. Аналогічні підходи до оцінки тріщиностійкості можна знайти і в численних публікаціях російських учених [5].

В ході аналізу наукових публікацій можна відмітити, що при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів повинен переважати комплексний підхід. Потрібно одночасно враховувати особливості конструкції дорожнього одягу, властивості матеріалів, градієнти розподілу температур, зовнішні навантаження і багато інших чинників. Тому завдання розробки критеріїв тріщиностійкості не є простим [3, 6]. Мета роботи:

- проаналізувати причини утворення тріщин у дорожніх покриттях;
- вивчити технології усунення тріщин у дорожніх покриттях.

Основними причинами руйнувань покриття у вигляді тріщин є: дія транспортних навантажень, перепади температур від позитивних до мінусових, низькі мінусові температури, тріщини та шви в шарах, які пролягають нижче, відмінність теплофізичних властивостей матеріалів шарів суміжних покриттів,

нерівномірне ущільнення земляного полотна і шарів дорожнього одягу, утворення випучень, які супроводжуються виникненням сітки тріщин у дорожньому одязі.

Залежно від природи тріщиноутворення тріщини можна класифікувати на:

- відображені тріщини: виникають в результаті концентрації напруження в асфальтобетоні над швами і тріщинами основи при переміщеннях плит і блоків основи;

- температурні тріщини: утворюються внаслідок виникнення температурного напруження при охолодженні покриття, як правило, після закінчення декількох років унаслідок старіння бітуму, із-за чого асфальтобетон втрачає свою деформаційну здатність при мінусовій температурі;

- силові тріщини: утворюються внаслідок виникнення напруження від дії транспортного навантаження при недостатній здатності несучої основи, або при недостатній міцності асфальтобетону на згин;

- технологічні тріщини: виникають в результаті неправильного підбору складу асфальтобетонної суміші, порушення технології влаштування шарів і ущільнення суміші, а також у місцях подовжніх і поперечних сполучень суміжних смуг асфальтобетонного покриття;

- втомні тріщини: виникають переважно у вигляді поперечних тріщин на нижній поверхні дорожнього покриття внаслідок прогину шарів дорожнього одягу, потім протягом 6–12 років залежно від інтенсивності руху і кліматичних чинників проникають на всю товщину дорожнього покриття; можуть також розвиватися від поверхні покриття вниз.

У будь-якому випадку основний вплив на роботу дорожніх покриттів і безпосередньо процес утворення тріщин на них надають транспортні навантаження і весь комплекс погодно-кліматичних умов. Під впливом транспортного навантаження асфальтобетонне покриття працює на згин, максимальне розтягуюче напруження виникає в нижній зоні, а його величина залежить від товщини покриття, співвідношення модулів пружності покриття і основи [7]. В результаті можуть утворюватися силові одиночні тріщини з відгалуженнями і викривленнями, розташовані під різними кутами до осі проїздної частини. Крім того, дія транспортного навантаження може викликати появу відображених тріщин у верхньому шарі покриття внаслідок вертикального зсуву нижнього асфальтобетонного шару або цементобетонних плит, який виникає під час переходу колеса з одного краю тріщини на інший [8].

До важливих погодньо-кліматичних чинників, які впливають на працездатність дорожнього одягу, слід віднести температуру і вологість повітря, сонячну радіацію, середню кількість опадів. Дія вищеперелічених чинників може викликати в асфальтобетонних покриттях розтягування від

примусового стиснення при охолодженні, деформації від зміни вологості асфальтобетону при частому переході температури через 0°C , згин покриттів унаслідок нерівномірного підняття при промерзанні та зпученні ґрунту земляного полотна, а також із-за неможливості викривлення монолітного покриття при різниці температур вгорі і внизу покриття.

Розглядаючи асфальтобетонні шари на цементобетонній основі, необхідно відмітити, що добові коливання температур викликають не тільки горизонтальне переміщення в цементобетонному шарі, вони також є причиною згину та викривлення самої плити, що створює зсув і розтягуючі напруження в нижній частині асфальтобетонного шару над швом або тріщиною [9]. Окрім температури повітря значний вплив на поверхню покриття має сонячна радіація. В результаті добового коливання температур, явища температурного розширення-стиснення, дії на дорожнє покриття сонячного випромінювання в покритті виникають температурні і відображені тріщини. Їх появу викликає розтягуюче напруження, яке виникає, головним чином, при різких перепадах температури повітря: асфальтобетон стає крихким, відбувається нерівномірне охолодження конструктивних шарів дорожнього одягу і примусове скорочення покриття при охолодженні.

Деякі автори в своїх роботах основною причиною появи відображених тріщин називають дію температурних коливань, яка спричиняє концентрацію температурного напруження у верхньому шарі покриття або посилення, внаслідок чого відбувається порушення зчеплення між шарами, або тріщина поширюється у вищерозміщений шар. У деяких роботах передбачається, що температурне напруження ініціюється швидким охолодженням верхнього шару, що приводить до виникнення критичного розтягуючого напруження, яке викликає розвиток тріщин. Окрім того, є думки, що найбільш важливий вплив має розкриття тріщин в результаті згину конструкції дорожнього одягу [9, 10].

Чинник наявності транспортного навантаження надає несприятлива дія на дорожнє покриття в основному у весняний період; чинники охолодження покриття – особливо сильно при різкому пониженні температури, як правило, на початку зими і початку весни. Отже, дія цих чинників відбувається роками. Проте максимальне розтягуюче напруження від руху виникає в нижній зоні покриття, а від природних чинників – у верхній, що дозволяє зробити припущення про те, що тріщиностійкість за умовами руху не залежить від тріщиностійкості за умовами дії природних чинників.

Що стосується природних чинників, основним можна назвати розтягування асфальтобетону від примусового стискання при охолодженні. В цьому випадку тріщиностійкість, на думку Б. І. Ладигіна, забезпечується тільки

шляхом регулювання властивостей асфальтобетону відповідно до вимог для відповідних кліматичних умов.

Для нашої країни наявність дорожніх тріщин є явищем звичайним, не дивлячись на те, що дана проблема вимагає вирішення.

Сучасні методи ремонту повинні забезпечувати водонепроникність покриття дороги, запобігти проникненню вологи, підвищити стійкість і адаптувати дорожнє полотно до умов тієї місцевості, де воно прокладене.

Дослідники і розробники матеріалів дорожніх покриттів активно займаються вирішенням таких проблем, як зростаюча інтенсивність навантаження. Об'єми виробництва наростають стрімкими темпами, населення активніше користується автомобілями, все це не можна не враховувати. Сучасні дорожні матеріали повинні бути еластичнішими, ніж їх попередники, тільки тоді дорожнє покриття зможе витримати інтенсивний рух автомобільних потоків.

Існують багато технологій для усунення дефектів дорожнього одягу. Деякі з них наведені нижче.

Отже, інженерна технологія. Даний вид є найбільш вигідним варіантом в усуненні вибоїн і тріщин. Тут використовується устаткування, за допомогою шланга через який щетину просувається в головку змішувача і перемішується в ній з бітумом. Дану суміш укладають на ділянку дороги, що має пошкодження. Заздалегідь його очищають від забруднень і пилу. Реалізація даного виду ремонту дороги можлива з використанням винятково лише спецтехніки, якою є навісні і причіпні машини.

Наступна технологія усунення дефектів визначається тонкошаровим холодним укладанням. Тут використовується невелика маневрена машина, яка готує суміш на основі цементу, бітумної емульсії, води, адитивів і мінеральної суміші. Готову суміш подають на ділянку дороги, яка вимагає проведення ремонтних робіт. Уручну дана суміш розподіляється тонкими шарами по поверхні ділянки. Через півгодини після проведення дорожніх робіт ті ділянки, які були відремонтовані, вже повністю готові до експлуатації.

Третім видом ремонтних робіт є ремонт дороги з використанням литого асфальту. Це найбільш надійний і якісний метод, який усуває тріщини і різного роду дефекти. Проте якість даної технології безпосередньо пов'язана з витратами на проведення ремонту. Литий асфальт є сумішшю, що не має порожнин, утворену на основі наповнювача, бітуму, щебеню та піску, розділених, у свою чергу, на фракції. З пошкодженої ділянки знімається асфальт з використанням відбійного молотка або фрези. Випрямлення країв здійснюється нарізником швів, далі його очищають від забруднень, що

утворилися. Після цього між дорожнім покриттям і литим асфальтом укладається бітумна стрічка, яка дозволяє зберегти герметичність.

Сучасні технології і устаткування дозволяють зробити санацію тріщин дорожнього покриття одним з найбільш ефективних способів підтримки полотна в робочому стані. Метод санації тріщин дає сьогодні можливість, заощадивши значні матеріальні, тимчасові і трудові ресурси, відстрочити капітальний ремонт, не погіршуючи при цьому експлуатаційні характеристики магістралей. Відомо, що асфальтобетонне покриття приходить в непридатність під впливом цілого ряду чинників, серед яких сезонний перепад температур, навантаження, механічні дії і ін. Основне завдання при ремонті дорожніх тріщин - створити бар'єр для води, яка проникає через них в шари дорожнього одягу, що пролягають нижче.

Запобігання розвитку дефектів покриття шляхом герметизації тріщин в початковій стадії їх утворення (не допускаючи їх розвитку до дефектів, що вимагають ямкового ремонту) є найбільш ефективним і економічним способом забезпечення експлуатаційних характеристик дорожніх покриттів. Своєчасне проведення санації забезпечує попередження розвитку тріщин на період до 5 — 7 років експлуатації дорожнього покриття. Відповідно, на цей термін виключається і необхідність проведення більшої частини ямкового ремонту.

Найбільш ефективним методом усунення даного дефекту і захисту покриття від руйнування на декілька років, на нашу думку, є оброблення і заливка тріщини спеціальними мастиками-герметиками.

Метод заснований на необхідності механічного видалення зруйнованого і окисленого дефектного шару покриття на певну глибину уздовж напрямку розвитку тріщини і створення «резервуару» правильної геометричної форми для подальшого його заповнення герметизуючим матеріалом.

Допускається застосування герметиків і для асфальтобетонних і цементобетонних (відповідно) покриттів. Герметик може застосовуватися для внесення до швів і тріщин під тиском або самопливом. Для усунення більш видимих, аварійно небезпечних дефектів покриття, таких як деформації, руйнування, лущення, розкриті тріщини, сітки тріщин, сколи, вибоїни, ями, колійність використовують струменево-ін'єкційну технологію.

Струменево-ін'єкційна холодна технологія на дорожніх покриттях за допомогою бітумної емульсії є зараз однією з найбільш передових і прогресивних, не дивлячись на те, що в деяких країнах Європи і в Америці вона з успіхом застосовується вже давно.

Суть її полягає в тому, що всі необхідні операції виконуються робочим органом однієї машини (установки) самохідного або причіпного типу.

Підготовка вибоїни до ремонту зводиться фактично тільки до ретельного її очищення від пилу, сміття і вологі шляхом продування високошвидкісним струменем повітря і до обробки поверхні вибоїни бітумною емульсією. Операція обрізки, розлому або фрезерування асфальтобетону навколо вибоїни в цій технології не проводиться.

1 Пошкодження, що виникають в дорожніх покриттях в процесі експлуатації, значно зменшують термін їх служби. При цьому тріщини складають 60 % від загальної кількості руйнувань покриттів. Це свідчить про актуальність проблеми тріщиноутворень у дорожньому будівництві і необхідності знайти ефективні вирішення підвищення тріщиностійкості покриттів і ліквідації тріщин, які вже утворилися.

2 Велика робота виконана вченими як із вдосконалення складу асфальтобетону, так і по розробці конструктивно-технологічних заходів щодо зниження тріщиноутворення. Матеріалознавчий підхід ефективний при запобіганні появи температурних тріщин. Конструктивні рішення направлені на боротьбу з відображеними тріщиноутвореннями, проте ці заходи є тимчасовою мірою, здатною уповільнити розвиток відображених тріщин до 3–4 років. Ефективного комплексного вирішення проблеми утворення тріщин на дорожніх покриттях, об'єднуючого в собі матеріалознавчий підхід і конструктивно-технологічний, на сьогоднішній день немає.

3 З метою підвищення термінів служби дорожніх покриттів автори вважають за доцільне включити в розрахунок дорожнього одягу як одне з основних критеріїв тріщиностійкості покриття. Критерій тріщиностійкості асфальтобетону повинен характеризувати дійсні умови роботи матеріалу, дійсний його напружений стан, кліматичні особливості району проходження автомобільної дороги, що дозволить цілеспрямовано і ефективно підвищити якість і стійкість асфальтобетону до утворення тріщин. Крім того, важливо враховувати в цьому показнику особливості конструкції дорожнього одягу.

Література

1. Носов, В.П. Увеличение сроков службы дорожных одежд – стратегическая задача дорожной науки / В.П. Носов // Автомобильные дороги. – 2006. – № 12. – С. 81–86.
2. Леонович, И.И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учеб. пособие / И.И. Леонович, С.В. Богданович, И.В. Нестерович. – Минск: Новое знание, 2011. – 350 с.
3. Веренько В.А. Деформации и разрушения дорожных покрытий: причины и пути устранения / В.А. Веренько. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 304 с.

4. Метод количественной оценки температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий, устраиваемых на основаниях со швами и трещинами: тр. ГП «РосдорНИИ», вып. 10; А. Кретов, В.Д. Казарновский, А.Р. Красноперов. – М., 2000.

5. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний. Автомобильные дороги и мосты: обзорная информация «СоюздорНИИ», вып. 6. – М., 2005.

6. Волков М.И. Дорожно-строительные материалы / М.И. Волков, И.М. Борщ, И.М. Грушко, И.В. Королев. – М.: Транспорт, 1975. – 527 с.

7. Прочность и долговечность асфальтобетона / под ред. Б.И. Ладыгина. – Минск: Наука и техника, 1972. – 187 с.

8. Mukhtar, M. Interlayer Stress Absorbing Composite (ISAC) for Mitigating Reflection Cracking in Asphalt Concrete Overlays, Project IHR-533, Report No. UILU-ENG-96-2006, Illinois Cooperative Highway Research Program, Illinois Department of Transportation / M. Mukhtar, B. Dempsey. – 1996.

9. Nunn, M. An investigation of reflection cracking in composite pavements in the United Kingdom, Proceedings of 1st International RILEM Conference on Reflective Cracking in Pavements, Assessment and Control, Liege University, Belgium, Edited by J. M. Rigo et al., March 1989.

10. Lytton, R. L. Use of Geotextiles for Reinforcement and Strain Relief in Asphaltic Concrete. Geotextiles and Geomembranes / R.L. Lytton. – 1989. – Vol. 8. – P. 217–237.

Аннотация

В статье проанализированы причины возникновения трещин в дорожных покрытиях. Отмечены исследования ученых по разработке критериев трещиностойкости дорожных покрытий и соответствующих показателей устойчивости асфальтобетона к образованию трещин. Выбор правильного критерия предопределяет успех мероприятий по обеспечению трещиностойкости покрытия.

Ключевые слова: дорожное покрытие, трещина, трещиностойкость.

Annotation

The reasons of the appearance of cracks in road pavements have been analyzed in the article. The studies of scientists on development of pavement crack resistance criteria and corresponding parameters of asphalt concrete stability to crack formation have been noted. A choice of the correct criterion predetermines progress in measures on preventing crack formation in road pavements.

Keywords: travelling coverage, crack, crackfirmness.

УДК 625

Терещук В.П., к.т.н., доцент С.К. Омельчук,
Національний транспортний університет, м. Київ

СТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВОГО КОРИДОРУ ДОРОГИ, ПОЄДНУЮЧИ АРХІТЕКТУРУ ТА ЛАНДШАФТ

Проведено дослідження чинників, які впливають на функціонування системи «водій-автомобіль-дорога» в просторовому коридорі, створюючи єдине інформаційне середовище.

Ключові слова: просторовий коридор, ландшафтно-архітектурне проектування, програмування забезпечення, єдина теорія інформації на дорозі.

Світ стає багатшим завдяки тим місцям, де людина будує своє життя і свої спори у повній відповідності з формами і силами природи. Розробка будь-якої ландшафтно-деталі або зони потребує визначення найбільшого впливу на створений проект для досягнення найбільшого взаємозв'язку між природними елементами і вихідними рішеннями.

Ландшафтно-архітектурне проектування доріг представляє собою комплекс вимог і рекомендацій, які направлені на збереження і покращення існуючого ландшафту, історичних і культурних пам'яток, підвищення безпеки руху, зниження втомлюваності водія і пасажирів, збереження цінних сільськогосподарських угідь та зведення до мінімуму шкідливого впливу дороги на навколишнє середовище.

Вказана мета досягається комплексним рішенням наступних задач:

- вписати дорогу в ландшафт з метою покращення зручності руху, розгорнути перед спостерігачами місцевий ландшафт, не дозволити порушення дорогою її закономірностей;
- доповнення і покращення природного ландшафту шляхом озеленення, планувальних і осушувальних робіт, обладнання і оформлення дороги, створення місць відпочинку водіїв і пасажирів;
- просторове трасування дороги, тобто дотриманням вимог до поєднання елементів траси в просторі, забезпечивши їх плавність і чіткість направлення;
- зорове орієнтування, тобто створення системи таких зорових орієнтирів, які дозволяють водіям передбачати на більших відстанях, в тому числі і за межами видимості, зміну напрямку дороги і дорожніх умов, а також вибрати безпечний режим руху.

Перші дві задачі направлені на узгодження дороги з навколишнім простором і забезпечення зовнішньої гармонійності дороги. Рішення останніх двох задач забезпечують зорову чіткість і плавність дороги.

Основні елементи дорожнього ландшафту - проїзна частина і земляне полотно, мости, лінійні будівлі, зелені насадження, оформлення – складають єди-

ний архітектурний ансамбль, який повинен володіти єдністю архітектурного образу.

Ландшафтно-архітектурне проектування автомобільних доріг передбачає сумісне рішення ряду задач, які забезпечують просторове прокладення зорової плавності і чіткості дороги, мінімум шкідливого впливу автомобільної дороги на оточуюче середовище, безпечні і комфортні умови руху.

- дослідження величин геометричних елементів в проектах автомобільних доріг;
- вивчення впливу параметрів плану і поздовжнього профілю на характеристики зорової плавності дороги;
- вивчення ефективності в оцінці виконання ландшафтно-архітектурного проектування автомобільних доріг в цифровій моделі місцевості.

Природний ландшафт здавна вважався найсильнішим фізично і психічно відновлювальним фактором. Багато тисячоліть створювалися прекрасні сади і парки, в яких людина могла поблизу свого житла спілкуватися з природою. Але тільки в наш час природний ландшафт став розглядатися не фрагментарно. Втрата будь-якого елемента природи від одного єдиного дерева до цілісного куточку зі своїм сформованим рельєфом, рослинністю і тваринним світом у всьому різноманітті їх життєвих зв'язків розглядається як загроза існуванню людини, як втрата життєвих якостей середовища. Для уникнення такої проблеми вводиться новий напрямок проектування.

Єдина теорія інформації на дорозі (ЄТІД) – це цифрова розрахункова система, в алгоритмі якої закладений плавний перехід від методик, які впливають на проектування та організацію автомобільної дороги, створюючи в ній зорову чіткість та плавність, і які дозволяють водієві в кожній точці простору робити оцінку та прогнозувати дорожні умови на достатньо великій відстані при проходженні певного проміжку часу, до абсолютного контролю над ситуацією на дорозі та на рухомий засіб. Іншими словами ЄТІД – це універсальна модель, яка поєднує три основні системи (автомобіль – дорога – водій) в єдине ціле. Ця теорія синтезує всі засоби моделювання автомобільної дороги в просторі, дозволяючи переміщення транспортних засобів на максимальних швидкостях без загрози для життя усіх учасників руху.

Мета ЄТІД дати змогу чітко сформулювати коридор автомобільної дороги без надлишку та нестачі інформації, створюючи архітектурну концепцію в момент руху. В її суть закладені принципи ландшафтно-архітектурного проектування у поєднанні з необхідними існуючими засобами організації дорожнього руху та сучасними технологіями. ЄТІД мусить чітко відслідковувати вигляд кривих в плані та поздовжньому профілі, враховувати рельєф та ландшафт, корегувати параметри дороги у відповідності з існуючими нормативними документами,

крім того рівень доріг в такій системі дозволяє контролювати швидкість руху будь-якого автомобіля. Математична модель вирішує питання з приводу заторів на дорогах.

Розвиток ландшафтно-архітектурного проектування на всіх етапах формування єдиної теорії інформації на дорозі. Початковий – існуючі автомобільні дороги. Ландшафтно-архітектурне проектування відіграє важливу роль у просторовому орієнтуванні водія завдяки створенню рухомого коридору. На даному етапі такий вид проектування дозволяє влаштовувати на заданому рельєфі автомобільну дорогу з необхідною проектною швидкістю, забезпечивши безпеку та найкращу видимість в перспективі.

Чинники, які впливають на оцінку даного виду проектування:

- зорова і екологічна оцінка;
- емоційний стан напруги водія;
- архітектурне збагачення;
- інформаційна насиченість.

Ландшафтно-архітектурний вид проектування направлений на пряму роботу з водієм, і тому всі засоби проектування змушені чітко врегульовувати відносини між усіма учасниками руху. Рухаючись по дорозі, водій разом з пасажиром максимально адаптується до оточуючого середовища, розуміючи подальший напрям руху і відчуваючи зручність переміщення.

Перехідний – переоснащення та вдосконалення дороги і рухомого транспортного засобу.

Не має особливих відмінностей з попереднім етапом, але має складніші нормативні вимоги, рельєф відіграє побічну роль. Характерна особливість – впровадження нових інженерних споруд в систему «дорога». ЄТІД працює на проїзну частину через різноманітні індикатори, намагаючись контролювати автомобілі, а разом і водіїв.

Основний – завершальний етап формування доріг нового покоління.

За рахунок виключення водія з головної системи змінюються норми при проектуванні. Тепер головним чинником є технічна характеристика транспортних засобів. Ландшафтно-архітектурне проектування направлене на створення нових вдосконалень в дорожньому середовищі та на взаємодію рельєфу з новими видами конструкцій. ЄТІД здатна повністю тримати під контролем ситуацію в дорожньому просторі.

Як ми бачимо людський прогрес характеризується колосальними зусиллями і стрибками в геометричну прогресію; за сто років розвитку відбувся перехід від винаходу велосипеда до польотів в космос. З новим витком розвитку все більше і більше очікувань і вимог пред'являється до технологій, які використовуються під час проектування. Найкращим способом реалізація цифрової моде-

лі місцевості в сучасному світі є тривимірне моделювання, яке дає точне уявлення про якість проектування і конструкцію загалом.

Тривимірне моделювання – технологія дійсно унікальна, що дозволяє виготовити модель будь-якого рівня складності, при цьому зводячи до мінімуму можливість допущення помилок як при побудові комп'ютерної моделі, так і під час процесу швидкого прототипування.

Дана наукова робота має вагомe значення в подальшому розвитку проектування автомобільних доріг. Її теоретичні здобутки дають можливість розглядати дорогу не лише як комунікаційний феномен, а й як архітектурний витвір. Розглянута тема дає змогу пірнути на глибину футуристичного бачення перспектив в галузі транспортної системи.

Перелік посилань

1. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. – Москва «Транспорт», 1980. – С. 5-30.
2. Забелина Е.В. Поисковых форм в ландшафтной архитектуре. – Москва «Архитектура-С», 2005. – С. 19-50.
3. Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог. Минавтодор. ВСН 18-84. – М.: Транспорт, 1985. – С. 5-67.
4. Джон Ормсби Саймондс. Ландшафт и архитектура. Издательство литературы по строительству, Москва, 1965. – 190 с.
5. Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог.– м.: Транспорт, 1986. – 271 с.
6. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3-4-2007; - К.: Держбуд України, 2007.

Аннотация

В работе приведены исследования факторов, которые влияют на функционирование системы «водитель-автомобиль-дорога» в пространственном коридоре, создавая единую информационную среду.

Abstract

In this work proposed research of factors that affect the functioning of the system "driver-vehicle-road" in space corridor, creating a single information environment.

In dieser Arbeit wird eine Untersuchung der Faktoren, die das Funktionieren des "Fahrer-Fahrzeug-Straße" im Korridor beeinflussen, die Schaffung eines einzigen Informations-Umwelt.

УДК 625.7/8:711+712

Ткаченко І.В., к. т. н., доц. Литвиненко Т.П.,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОСТОРОВОГО КОРИДОРУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Систематизовано фактори, що впливають на сприйняття дорожнього середовища. Запропоновано модель просторового коридору автодороги для розміщення елементів благоустрою, яка складається із чотирьох підкоридорів. Розроблено методика визначення ширини та висоти просторового коридору автомобільної дороги.

Ключові слова: благоустрій автомобільних доріг, просторовий коридор, сприйняття, дорожнє середовище.

Досліджуючи автодорожнє середовище України, можна відмітити, що деякі ділянки доріг характеризуються недостатнім забезпеченням елементами благоустрою [1], а деякі надмірно насичені окремими їх видами, розміщення яких архітектурно-невпорядковане. Це призводить до інформаційного перевантаження та психологічного напруження водія, чим негативно впливає на безпеку руху. Тому питання розміщення елементів благоустрою і створення комфортних міжміських комунікаційних просторів є однією із важливих проблем сучасного містобудування.

На сьогоднішній день існує багато напрацювань щодо гармонічного вписування автомобільної дороги в навколишній ландшафт, що забезпечить безпеку, зручність, комфортабельність при високій швидкості руху. Визначено вимоги до розміщення окремих елементів благоустрою. Найбільший вклад в порушене питання внесли такі вчені: Бабков В. Ф., Сардаров А. С., Орнатський Н. П., Трескинський С. А., Лобанов Є. М. Але не визначено загальних принципів щодо комплексного, системного розміщення всіх елементів благоустрою автомобільних доріг, кількість яких невпинно зростає.

Завданням даної роботи є визначення геометричних параметрів (ширини та висоти) просторового коридору автомобільних доріг.

Для вирішення завдання, виділено наступні фактори, що впливають на зорове сприйняття дорожнього середовища: швидкість руху, час сприйняття інформації, горизонтальний кут зору, вертикальний кут зору, відстань сприйняття, рівень очей, погодні умови, рельєф, час доби (рис. 1).

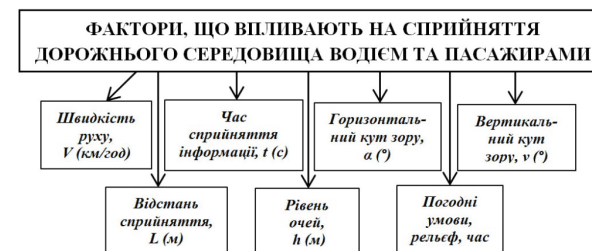


Рис. 1. Фактори, що впливають на сприйняття дорожнього середовища водієм та пасажиром

Всі елементи благоустрою автомобільних доріг розподілено автором за чотирма рівнями важливості [2]. Кожну групу елементів запропоновано розміщувати у відповідному просторовому підкоридорі, які характеризуються наступними параметрами: В, Н, L – ширина, висота та довжина просторового коридору відповідно (рис. 2).

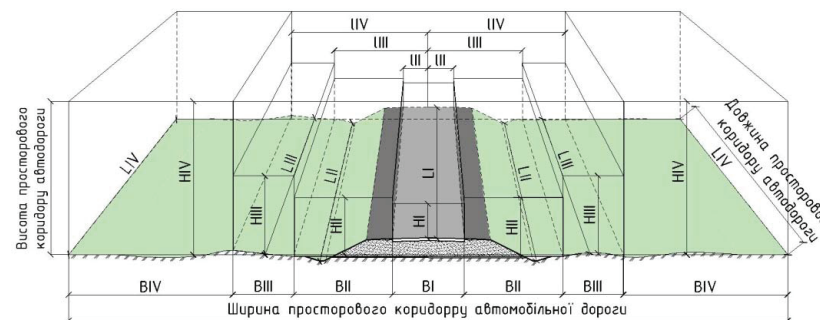


Рис. 2. Модель просторового коридору автомобільної дороги

Визначення ширини просторового коридору автодороги.

Проектувати систему автомобіль-дорога-благоустрій потрібно за законами гармонічної єдності, коли створюються умови оптимального психологічного стану водія та умови, що забезпечують безпеку руху. Можливо створити геометрично гармонійну єдність вказаної системи, якщо розглядати її елементи у взаємозумовленості, взаємопроникненні, взаємоузгодженні. Гармонія елементів дорожнього середовища складається із факторів відповідності і рівноваги, ритму, контрасту, масштабності, симетрії і асиметрії, регулюючою ланкою яких є пропорційність.

Пропорціонує систему автомобіль-дорога-благоустрій, розміри підкоридорів розміщення елементів благоустрою потрібно пов'язувати з

нерухомим елементом даної системи – дорогою (ширина проїзної частини). Ширина проїзної частини займає значну частину у сприйнятті дорожнього середовища і повинна враховуватись при визначенні розмірів всієї системи.

Ступінь зовнішнього впливу на людину визначається енергією, що затрачається органами відчуттів для отримання інформації. Найкраще сприйняття сукупності відрізків, можливе в тому випадку, якщо їх довжини знаходяться в певному відношенні один до одного. Такому відношенню відповідають відрізки: 0,382; 0,618; 1; 1,618 («золотий переріз») [3]. Пояснення цьому дає основний закон психофізичного сприйняття – закон Вебера-Фехнера, відповідно до якого *різниця в інтенсивності ряду подразників здається однаковою, якщо ця інтенсивність утворює геометричну прогресію*.

Мінімальну ширину просторового коридору автомобільної дороги та ширини просторових підкоридорів різних рівнів важливості з точки зору *оптимального людського сприйняття* пропонується визначати за формулами (1-5), виведеними автором:

$$B_I = \epsilon \times 1; \quad (1)$$

$$B_{II} = \epsilon \times 0,382; \quad (2)$$

$$B_{III} = \epsilon \times 0,618; \quad (3)$$

$$B_{IV} = \epsilon \times 1,618; \quad (4)$$

$$B = B_I + B_{II} + B_{III} + B_{IV}, \quad (5)$$

де B_I ; B_{II} ; B_{III} ; B_{IV} – ширина першого, другого, третього, четвертого просторового підкоридорів відповідно; B – ширина просторового коридору автодороги; 0,382; 0,618; 1; 1,618 – коефіцієнти «золотого перерізу»; ϵ – ширина земляного полотна автодороги відповідної категорії за ДБН [4].

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.

Гармонізація системи автомобіль-дорога-благоустрій у відповідності з основним психофізичним законом Вебера-Фехнера створює додаткові можливості для підвищення безпеки руху, покращення естетики автомобільних доріг.

Визначення висоти просторового коридору.

Відстань спостереження і відповідні вертикальні кути зору на елементи благоустрою пов'язані з виникненням у людини відчуття замкнутості, причому в залежності від висоти споруди існує градація від повної замкнутості до повної відсутності замкнутості.

Таблиця 1.

Визначення *ширини* просторових підкоридорів різних рівнів важливості з точки зору *оптимального людського сприйняття*

Категорія дороги	B_I , м	B_{II} , м	B_{III} , м	B_{IV} , м	$B_{\text{благ.}}$, м	B , м
Ia	28,5	10,9	17,6	46,1	74,6	177,7
Iб	28,5	10,9	17,6	46,1	74,6	177,7
II	15	5,7	9,3	24,3	39,3	93,5
III	12	4,6	7,4	19,4	31,4	74,8
IV	10	3,8	6,2	16,2	26,2	62,4
V	8	3,1	4,9	12,9	20,9	49,9

Висоту просторових підкоридорів автодороги визначаємо використовуючи вертикальні кути сприйняття, встановлені дослідним шляхом. За даними Спрейреджина [5], відчуття замкнутості залежить від відношення відстані до висоти. Коли висота елемента дорівнює відстані до нього – суб'єкт руху бачить верх під кутом 45° – середовище відчувається замкнутим. Коли висота елемента дорівнює половині відстані до нього – утворюється вертикальний кут в 30° – що є верхньою межею нормального поля зору людини. Якщо висота елементів дорівнює одній третій відстані від них – виникає кут в 18° – відчувається перевага об'єму над простором. А на відстані, що в чотири рази перевищує висоту елемента – сприймається елемент під кутом 14° – повністю втрачається відчуття замкнутості. Призначимо вертикальні кути сприйняття для відповідного просторового підкоридору: $v_{\text{верт}}^I = 14^\circ$; $v_{\text{верт}}^{II} = 18^\circ$; $v_{\text{верт}}^{III} = 30^\circ$; $v_{\text{верт}}^{\text{зарIV}} = 45^\circ$ (рис.3).

Відстань сприйняття елементів благоустрою відповідного рівня важливості та висоту просторових підкоридорів пропонується визначати за формулами (6-10), виведеними автором:

$$l_I = \frac{B_I}{2n} + c; \quad (6)$$

$$l_{II} = l_I + \frac{B_{II}}{2}; \quad (7)$$

$$l_{III} = l_{II} + \frac{B_{III}}{2}; \quad (8)$$

$$l_{IV} = l_{III} + \frac{B_{IV}}{2}; \quad (9)$$

$$H_i = \operatorname{tg} \alpha \times l_i + h, \quad (10)$$

де l_n – відстань від суб'єкта сприйняття до середини i -го просторового підкоридору; n – кількість смуг руху; $c = 0,45$ – відстань від осі автомобіля до осі очей водія; H_n – висота i -го просторового підкоридору; $h = 0,95$ м – середній рівень очей водія. Обчислені дані зводимо в таблицю 2.

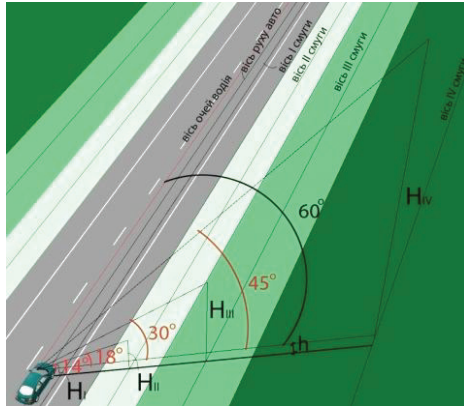


Рис.3. Визначення висоти просторових під коридорів розміщення елементів благоустрою автомобільних доріг

Таблиця 2.

Визначення максимальної **висоти** просторових підкоридорів різних рівнів важливості

Категорія дороги	n	$\alpha, ^\circ$	$\operatorname{tg} \alpha$	l_I , м	H_I , м	l_{II} , м	H_{II} , м	l_{III} , м	H_{III} , м	l_{IV} , м	H_{IV} , м
Ia	4	4	0,249 3	4,0	1,95	9,5	4,0	18,3	11,5	41,3	42,3
Iб	4	8	0,324 9	4,0	1,95	9,5	4,0	18,3	11,5	41,3	42,3
II	2	0	0,577 4	4,2	2	7,1	3,2	11,7	7,7	23,8	24,8
III	2	5	1	3,5	1,81	5,7	2,8	9,5	6,4	19,2	20,1
IV	2			3,0	1,69	4,9	2,5	8,0	5,5	16,0	17,0
V	1			4,5	2,06	6,0	2,9	8,5	5,8	14,9	15,9

Висновки.

Сучасне автодорожнє середовище характеризується безсистемним розміщенням елементів благоустрою, отже, виникає необхідність визначення принципів їх комплексного розміщення. В даній роботі запропоновано розміщення за принципом просторових коридорів та визначено основні параметри підкоридорів. Надалі планується сформулювати рекомендації щодо розміщення елементів благоустрою автомобільних доріг.

Бібліографічний список

1. Литвиненко Т. П. Архітектурно-ландшафтний та інженерний благоустрій автомобільних доріг: навч. посібник / Т. П. Литвиненко, О. Б. Кошлатий, І. В. Вітринська. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 184 с.
2. Литвиненко Т. П. Формування просторових коридорів для розміщення елементів благоустрою автомобільних доріг / Т. П. Литвиненко, І. В. Ткаченко // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 8. – С. 155–160.
3. Запольский Ю. И. Формирование системы зданий и сооружений в ландшафтных пространствах автомобильных дорог: дис. ... докт. тех. наук: 18.00.04 / Ю. И. Запольский – Воронеж, 1994. – 285 с.
4. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.
5. Беляева Е. Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия / Е. Л. Беляева. – М.: Стройиздат, 1977. – 127 с.

Аннотация

В работе систематизировано факторы, что влияют на восприятие дорожной среды. Предложена модель пространственного коридора автодороги для размещения элементов благоустройства, которая состоит из подкоридоров. Разработано методика определения ширины и высоты пространственного коридора автомобильной дороги.

Ключевые слова: благоустройство автомобильных дорог, пространственный коридор, восприятие, дорожная среда.

Abstract

The work consists the systematization of factors that impact on the perception of the road environment. The authors offer a model of the spatial corridor of the road for the placement of elements of improvement which consists of the four subcorridors. They have developed the methodology of determining the width and the height of the spatial corridor of the highway.

Keywords: beautification of highway, spatial corridor, perception

УДК 711.73: 625.711.4

Токмиленко О.С.,
Клемсонский университет, США,
д.т.н., профессор П.Ф. Горбачев
Харковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВЛИЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ НА ЗАТРАТУ ЭНЕРГИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ВЕЛОСИПЕДЕ

Представлен новый подход к планированию велосипедной инфраструктуры, предлагающий выбор оптимального маршрута движения, с учетом времени в пути и затрат энергии велосипедистом. Проведен анализ зависимости факторов влияющих на расход энергии во время движения на велосипеде.

Ключевые слова: велосипед, планирование, затрата энергии, сила, уклон дороги

Велосипед один из старейших видов транспорта, который все еще пользуется популярностью. С развитием автомобильной индустрии использование велосипеда значительно сократилось и, как результат, научные исследования практически сошли на нет. Как бы там ни было, в 1970-х Департамент Транспорта Соединенных Штатов Америки инициировал серию отчетов относительно безопасности использования велосипеда как транспорта и этим открыл новую велосипедную эру в стране [1].

Одним из фундаментальных вопросов, который встал перед инженерами является взаимодействие велосипедного транспорта с моторизованным [2, 3]. Несмотря на то, что ученые и инженеры не пришли к консенсусу относительно этого вопроса, подобное разделение значительно влияет на финансовую реализуемость проектов по строительству велосипедной инфраструктуры. Эффективность транспортной инфраструктуры определяется уровнем ее конечного использования и потому при планировании подобных проектов необходимо понимать природу пользователей и их мотивацию к выбору определенного пути.

Цель поездки на велосипеде выходит за пределы вопроса достижения конечного пункта следования. Сам процесс езды на велосипеде может быть целью. Ученные разделяют цель поездки на велосипеде на утилитарные, рекреационные и смешанные [4]. Целью утилитарной является использование велосипеда как транспортного средства для перемещения к конечному пункту назначения. Разумное сочетание расстояния и времени в пути является важнейшим для такого типа поездок. В то же время, велосипедисты, которые

используют велосипед с рекреационной целью, наиболее ценят качество движения и комфорт во время езды. Смит отмечает, что утилитарные велосипедисты уделяют меньше внимания качеству инфраструктуры и уровню безопасности, и стремятся увеличить эффективность достижения цели движения, в то время как рекреационные велосипедисты ценят безопасность и комфорт самой поездки.

Другим фактором, влияющим на отношение велосипедистов к дорожным условиям является уровень профессионализма. В то время как спортивный мужчина средних лет может использовать практически любую дорогу, молодой неопытный пользователь или напротив пожилой человек предпочтет менее сложный и более безопасный путь.

Большинство современных исследований возникает вокруг вопросов безопасности и комфорта велосипедного движения, которые являются критичными для рекреационных, но не утилитарных пользователей. Другие исследования осуществляются физиологами с целью усовершенствования эффективности профессиональных велогонщиков. Существует заметный недостаток знания для планирования утилитарных поездок велосипедистов со средним физическим уровнем.

Основной характеристикой утилитарных велосипедистов является необходимость добраться до конечной цели. Такие поездки, когда пользователь не раздумывает, совершать поездку или нет, называются обязательными или вынужденными поездками. Смит отмечает, что время в пути имеет значительное влияние на рабочие поездки, осуществляемые на велосипеде. Как бы там ни было, определение времени в пути для велосипедного транспорта имеет уникальную особенность не свойственную другим видам транспорта и является не вполне изученной. В отличие от моторизованного транспорта, скорость движения велосипеда значительно сокращается в зависимости от таких факторов как погода, топография, длина пути, длительность поездки и др. Смит объясняет это взаимосвязью физиологических способностей велосипедиста и внешних условий (ветер, наклон дороги, сопротивление качения).

Тэйлор и Дэвидсон [5] подчеркивают значимость горизонтального и вертикального профиля дороги как важного элемента государственных норм по строительству велосипедной инфраструктуры и выделяют недостаток исследований о влиянии этих элементов на эффективность велосипедирования. Вилсон выводит формулу зависимости между силой человека и скоростью движения на велосипеде.

Целью данного исследования является изучить взаимодействие физических характеристик велосипедиста и внешних факторов для разработки рекомендаций по планированию и строительству велосипедной

инфраструктуры, учитывающей минимизацию затрат времени и энергии велосипедиста. Данная статья рассматривает факторы, которые влияют на физическую силу велосипедиста во время движения. Для анализа данных факторов было использована методика предложенная Вилсоном. Исследуемыми переменными были выбраны скорость движения, масса велосипедиста, продольный уклон дороги и скорость встречного ветра. Константные значения: скорость = 5 м/с, масса = 70 кг, уклон = 0% и скорость ветра = 3 м/с. Результаты представлены графически на рисунках 1-4.

В то время как уменьшение сопротивления ветру является одним из наиболее исследуемых вопросов в данной области, на графике видно, что встречный ветер имеет намного меньшее влияние на силу, чем уклон дороги. Несмотря на то что, график взаимосвязи массы и силы человека показывает наименьшее влияния, модель все же должна учитывать различия в физических способностях людей, таких как максимальный уровень энергии и др. Наибольшее и крайне значительное влияние на затраты силы велосипедистом осуществляет вертикальный профиль дороги и скорость движения велосипедиста. Скорость движения в свою очередь определяет время в пути, которое является наиболее значительным фактором для утилитарных велосипедистов.

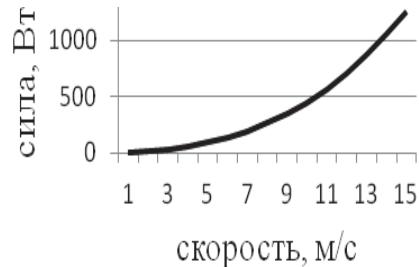


Рис. 1. Зависимость силы от скорости движения

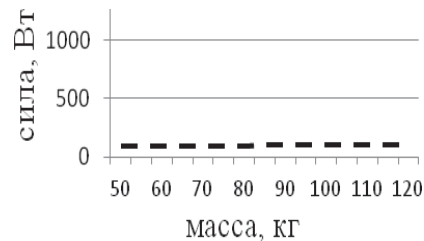


Рис. 2. Зависимость силы от массы велосипедиста

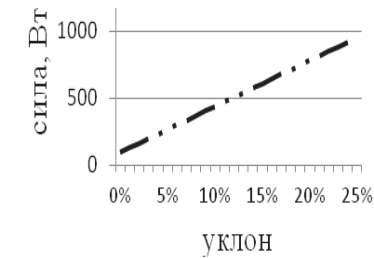


Рис. 3. Зависимость силы от продольного уклона дороги

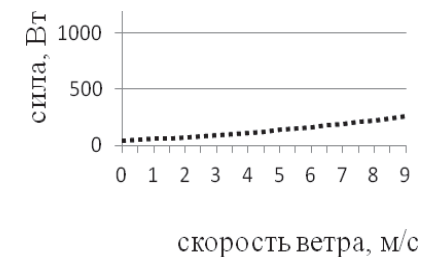


Рис. 4. Зависимость силы от скорости встречного ветра

Учет физических особенностей дороги и реакции велосипедиста на них может значительно усовершенствовать процесс планирования велосипедной инфраструктуры, особенно выделенных путей и велодорожек. Известные способы оценки доступности и связности велопутей через оценку экономического и пространственного характера территории являются ограниченными за счет игнорирования топографии. Данное исследование поможет усовершенствовать существующие методы и сделать их более надежными и эффективными. Авторы ожидают, что данное исследование поможет значительно уменьшить стоимость сбора информации при моделировании велосипедной системы. В настоящее время, распределение корреспонденций осуществляется за счет проведения дорогостоящих анкетирований или сбора GPS данных, которые ограничены размером выборки и источником информации, а также требуют значительных затрат времени. Создание модели выбора пути предоставит возможность упростить процесс сбора информации в дальнейшем.

Перечень ссылок

1. American Association of State Highway, Transportation Officials. Task Force on Geometric Design, and Transportation Officials. Guide for the Development of Bicycle Facilities: Guide. – Washington, DC: AASHTO, 1999. – 124 p.
2. Forester, J. Bicycle Transportation / J. Forester. – Cambridge: MIT Press, 1983. – 250 p.
3. Forester, J., Bicycle Transportation: A Handbook for Cycling Transportation Engineers. / J. Forester. – Cambridge: MIT Press, 1994. – 346 p.
4. Smith Jr. D. Safety and Locational criteria for bicycle facilities. Final report / Jr. D. Smith. –Washington, DC: FHWA, 1975. – p.103
5. Taylor, D. Review of Basic Research in Bicycle Traffic Science, Traffic Operations, and Facility Design / D. Taylor, W. J. Davis. // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 1999. - Vol. 1674. - No. 1. - pp. 102-110.
6. Wilson, D. G. Bicycling Science. / D.G. Wilson, J. Papadopoulos, F. R. Whitt. –Cambridge: The MIT Press, 2004. – 476 p.

АНОТАЦІЯ

В роботі представлений новий підхід до планування велосипедної інфраструктури, що пропонує обирати оптимальний маршрут руху, враховуючи час у дорозі і витрату енергії велосипедистом. Проведений аналіз залежності факторів, що впливають на витрату енергії під час руху на велосипеді.

Ключові слова: велосипед, планування, витрата енергії, сила, ухил дороги

ABSTRACT

The work presents a new approach for planning bicycling infrastructure. It is suggested to choose optimal route considering travel time and energy expenditure of the rider. The relationship of factors that affect energy expenditure while cycling is analyzed in the paper.

Key words: bicycle, planning, energy expenditure, power, slope

УДК 625.7

д.т.н., професор Угненко Є.Б.,
к.т.н., доцент Коваленко Л.О., Гредасова О.Ю.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПРОПУСКНОЇ
ЗДАТНОСТІ НА ІСНУЮЧИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ**

Наведено методику визначення пропускної здатності на існуючих автомобільних дорогах. Описана методика заснована на використанні характеристик швидкості руху транспортного потоку.

Ключові слова: автомобільна дорога, пропускна здатність, швидкість руху, транспортний потік.

Визначення фактичної величини пропускної здатності на існуючих автомобільних дорогах є досить складним завданням. В даний час існує декілька методів, що дозволяють визначати значення фактичної пропускної здатності в різних дорожніх умовах. Однак ці методи відрізняються значною складністю і не дозволяють отримати досить точних результатів.

Найчастіше величину фактичної пропускної здатності визначають за даними спостережень за рухом існуючого транспортного потоку. Основними характеристиками режимів руху транспортних потоків є такі статистичні показники, як швидкість руху, інтервал між рухаючимися один за одним автомобілями, щільність транспортного потоку. За результатами спостережень будують графіки: «дистанція - швидкість», «інтенсивність - швидкість», «інтенсивність - щільність».

Складність використання даних діаграм полягає в тому, що вони є характеристиками конкретної ділянки дороги і певних дорожніх умов. Зі зміною умов руху змінюються величини дистанцій і швидкостей руху і, отже, величина пропускної здатності. Побудова основної діаграми транспортного потоку дозволяє одержати досить достовірні дані про фактичну величину пропускної здатності на даній ділянці дороги в конкретних дорожніх умовах. Однак прогнозувати зміни характеристик транспортного потоку, зміна величини пропускної здатності зі зміною дорожніх умов даний метод не дозволяє. Тому вдосконалення існуючих і створення нових методів оцінки пропускної здатності існуючих автомобільних доріг є досить актуальною задачею.

На існуючих автомобільних дорогах оцінка пропускної здатності може бути проведена за результатами обчислення ентропійних характеристик швидкості руху на даній ділянці дороги [1].

Основними ентропійними характеристиками є максимальна ентропія H_m і відносна організація S . Максимальна ентропія є мірою складності взаємодії учасників руху, а відносна організація є мірою впорядкованості, організованості взаємодії учасників руху в транспортному потоці.

Складність системи можна характеризувати її різноманітністю, під різноманітністю розуміється кількість станів, яке може приймати система [2]. Кількісною мірою стану системи є не число станів, а логарифм цього числа:

$$H_m = \log_2 n, \quad (1)$$

де H_m – максимальна ентропія системи, дв.од.;

n – число станів системи.

Якщо для оцінки станів системи використовувати швидкості руху по оцінюваному маршруту, то мірою складності взаємодії є:

$$H_m = \log_2 \frac{V_{\max} - V_{\min}}{\sigma} \sqrt{M - 1}, \quad (2)$$

де $V_{\max}, V_{\min}$ – максимальне та мінімальне значення швидкостей руху з визначених на оцінюваній ділянці дороги;

σ – середнє квадратичне відхилення спостережуваних значень швидкостей руху від генерального середнього;

M – обсяг вибірки визначених швидкостей.

У відповідності зі шкалою С. Біра взаємодія може бути простою при $0 < H_m \leq 3$; складною при $3 < H_m \leq 6$; дуже складною при $H_m > 6$ [3].

Для оцінки характеру взаємодії може використовуватися його відносна організація [4]:

$$S = 1 - \frac{H}{H_m}, \quad (3)$$

де H – поточна ентропія швидкостей руху, дв.од.

За величиною відносної організації взаємодія може бути детермінована при $0,3 < S \leq 1$; квазидетермінована при $0,1 < S \leq 0,3$; імовірнісна при $0 < S \leq 0,1$.

Для визначення швидкостей руху на даній ділянці автомобільної дороги необхідно розбити мірну ділянку або базис. Довжина базису вибирається за умови отримання найменшої помилки виміру та дорівнює 50 м на ділянках зі зниженими швидкостями руху і 100 м на ділянках дороги з високими швидкостями. Для точного фіксування моменту входу і виходу автомобіля на базис на узбіччі дороги встановлюють віхи, в створі яких стоїть спостерігач, або наносять на проїзній частині поперечні лінії на початку та наприкінці базису. Інтервали часу між проїздами автомобілів фіксують за допомогою двох

секундомірів як різниця відліків часу перетину переднім бампером автомобіля другого і першого створу. Знаючи час проходження базису і його довжину визначають фактичну швидкість автомобілів у транспортному потоці.

Розрахунок ентропійних характеристик швидкостей руху за формулами 1 – 3 і величини практичної пропускної здатності для ділянок доріг з різними умовами руху дозволили отримати емпіричні формули, що зв'язують ентропійні характеристики з величиною пропускної здатності:

$$\text{при } 0,1 < S < 0,2 \quad P_{\Pi} = 572,96 - 17,95H_m - 20,32H_m^2; \quad (4)$$

$$\text{при } 0,2 < S < 0,3 \quad P_{\Pi} = 719,06 - 12,83H_m - 19,65H_m^2; \quad (5)$$

$$\text{при } 0,3 < S < 0,4 \quad P_{\Pi} = 885,87 - 14,71H_m - 20,99H_m^2; \quad (6)$$

$$\text{при } 0,4 < S < 0,5 \quad P_{\Pi} = 965,88 - 49,8H_m - 32,36H_m^2; \quad (7)$$

$$\text{при } 0,5 < S < 0,6 \quad P_{\Pi} = 1075,28 + 82,66H_m - 38,80H_m^2; \quad (8)$$

$$\text{при } 0,6 < S < 0,7 \quad P_{\Pi} = 1149,70 + 156,62H_m - 51,26H_m^2; \quad (9)$$

$$\text{при } 0,7 < S < 0,8 \quad P_{\Pi} = 394,48 - 627,04H_m - 107,18H_m^2; \quad (10)$$

З використанням залежностей 4 – 10 була побудована номограма для визначення величини практичної пропускної здатності смуги руху автомобільної дороги в залежності від ентропійних характеристик. Залежність пропускної здатності від ентропійних характеристик швидкості руху наведено на рис. 1. При величині відносної організації $S < 0,1$ режим руху транспортного потоку характеризується рухом окремих автомобілів, при $0,1 < S < 0,3$ відбувається рух груп і пачок автомобілів, при $0,3 < S < 0,7$ має місце неорганізований колонний рух і при $S > 0,7$ відбувається організований рух автомобілів в колонні.

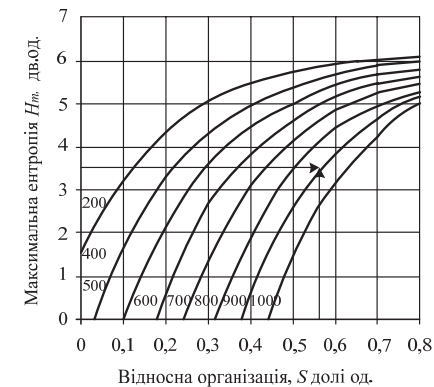


Рис. 1. Номограма для визначення практичної пропускної здатності смуги руху. Цифри у кривих – пропускна здатність P_{Π}

Наведені рекомендації дозволяють визначити величину практичної пропускної здатності на існуючих автомобільних дорогах. Для цього достатньо виміряти фактичні швидкості руху на оцінюваній ділянці дороги, розрахувати ентропійні характеристики цих швидкостей і по номограмі визначити величину пропускної здатності. Метод простий у використанні і дає достатньо надійні результати.

Література

1. Гаврилов Э.В., Линник И.Э., Банатов А.В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХГАДТУ. Сб. научн. тр. – Харьков: ХГАДТУ. – 2002. – Вып. 17. – С. 57–62.
2. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Изд-во иностр. лит. – 1958. – 432 с.
3. Бир С. Кибернетика и управление производством. – М.: Изд-во иностр. лит. – 1963. – 275 с.
4. Ферстер Г. Самоорганизующиеся системы // Самоорганизующиеся системы. – М.: Мир, 1964. – С. 5–23.

Аннотация

В статье приведена методика определения пропускной способности на существующих автомобильных дорогах. Описанная методика основана на использовании характеристик скорости движения транспортного потока.

Ключевые слова: автомобильная дорога, пропускная способность, скорость движения, транспортный поток.

Annotation

The article describes a method to estimate the carrying capacity of existing highways. The method is based on using the entropic characteristics of transport speed.

Keywords: road, bandwidth, speed, traffic flow.

УДК 625.768

д.т.н., профессор Угненко Е.Б.,
к.т.н., доцент Мусиенко И.В.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

КОНЦЕПЦИЯ ТРАССИРОВАНИЯ ДОРОГ МЕТОДОМ ГИБКОГО БРАСЛЕТА

Раскрывается необходимость укрупнения блоков автоматического проектирования автомобильных дорог. Одним из путей решения проблемы укрупнения предлагается трассирование методом гибкого браслета.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, трассирование дорог, метод гибкого браслета.

Развитие науки проектирования автомобильных дорог лежит в русле компьютерной автоматизации процесса проектирования. Автоматизация объединяется системой автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД).

Есть один из видов проектно-изыскательских работ в дорожном строительстве, который трудно поддается автоматизации. Речь идет о трассировании автомобильных дорог. Трасса автомобильной дороги на долгие годы определяет её технические, эстетические и эксплуатационные свойства. Именно поэтому трассирование автомобильных дорог требует определённого архитектурного искусства, которое приходит с опытом и по мере овладения техникой трассирования [1].

На данный момент проектировщику помогает автоматизация процесса в САПР АД, которая сводится к облегчению сложных математических расчётов. Однако, решение сложных оптимизационных задач трассирования ещё не решено. Вырисовывается главное направление дальнейшего развития САПР АД – укрупнение блоков автоматического решения проектных задач [2].

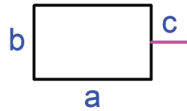
Здесь первая сложность автоматического решения – несвязность отдельных элементов трассы (прямая может быть любой длины, угол поворота может быть любой) и как следствие многовариантность её ситуационного местоположения. Если трассу систематизировать, упорядочить, подчинить определённому закону, её можно легче «вписать» в оптимизационные алгоритмы с целью расширения блоков автоматического проектирования.

Попыткой «систематизации» трассы является разработка метода «гибкого браслета» (МГБ).

Суть этого метода заключается в следующем: есть некоторый начальный

неделимый элемент, который может иметь разную геометрическую форму, как в плоскости, так и в пространстве (рисунок 1).

Каждый такой элемент соединяется с другим элементом посредством связи. Связь может быть как жёсткая, так и гибкая. Трасса будет состоять из системы таких элементов (звеньев), соединённых связями.



a – длина элемента; b – ширина элемента; c – длина связи

Рис. 1. Пример структурного элемента трассы

Форма звеньев может быть самая разнообразная (квадрат, прямоугольник, ромб, круг, шестиугольник и т.д.) (рисунок 2).

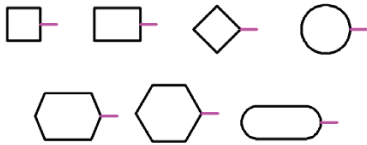


Рис. 2. Варианты звеньев в плоскости

В пространстве звенья также могут иметь разнообразную пространственную форму (рисунок 3).

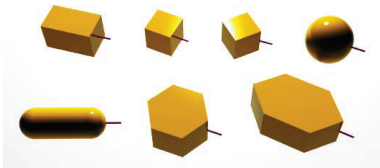


Рис. 3. Варианты объёмных звеньев

Кривизна трассы, которая запроектирована при помощи МГБ, может определяться двумя факторами:

- ситуационно-рельефным фактором;
- фактором геометрических ограничений самого «гибкого браслета».

Исходя из вышесказанного, для удобства целесообразно ввести два термина: ограничение рельефно-ситуационное (ОРС) и ограничение гибким браслетом (ОГБ).

Кривизна трассы по ОГБ будет зависеть от:

- формы звена в плане и в пространстве (рисунок 4, 6);
- соотношения размеров звена (рисунок 5);
- вида связи (гибкая, жёсткая);
- размеров связи (рисунок 7);
- изменения вышеприведённых параметров по длине трассы.

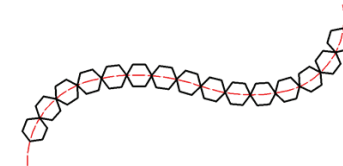


Рис. 4. Трасса автомобильной дороги с формой звена «шестиугольник» в плане

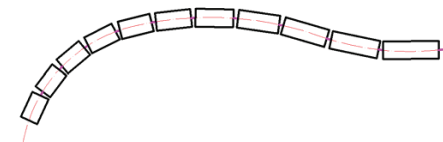


Рис. 5. Трасса автомобильной дороги с разным размером звена, одинаковым размером связи

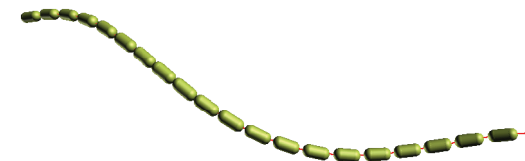


Рис. 6. Трасса автомобильной дороги с формой звена «гранула» в пространстве



Рис. 7. Трасса автомобильной дороги с одинаковым размером звена, разным размером связи

Кривизна трассы из условий ОРС будет определяться:

- теми геометрическими элементами (окружность, эллипс, квадрат, прямоугольник, многоугольник, клотоида, кадиоида, ПЕРС, VGV Kугv и т.д.) в которые целесообразно будет вписать трассу или, наоборот, описать вокруг этих элементов (рисунок 8).

При обходе ситуационного препятствия в стеснённых условиях края звеньев на определённых участках могут касаться друг друга. Это определяет однозначное геометрическое положение трассы дороги. Однако, могут быть участки, где элементы не соприкасаются друг с другом (рисунок 9).

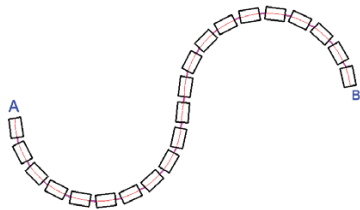


Рис. 8. Пример трассы, запроектированной с кривизной из условий ОРС

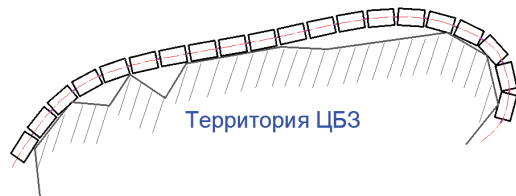


Рис. 9. Пример трассы смешанной кривизны по ОРС и ОГБ

Внешне идея трассирования дорог при помощи МГБ перекликается с идеей метода «гибкой линейки», но есть фундаментальные различия:

1) у обоих этих методов разные цели: цель использования метода «гибкой линейки» - получение наиболее плавной линии трассы ручным способом, цель использования МГБ – укрупнение блоков автоматизации при автоматизированном проектировании дороги;

2) «гибкость» линейки при ручном способе использования определяется на молекулярном уровне (одна линейка может быть более гибкой, другая – менее гибкой, и это отражается на положении будущей трассы); при автоматизированном проектировании с использованием идеи «гибкой линейки», «гибкость» зависит от заложенного в эту идею математического аппарата; при МГБ «гибкостью» можно управлять через изменение геометрических

характеристик «гибкого браслета».

Подводя итог, следует отметить, что использование МГБ может принести нечто новое и положительное в науку автоматизированного проектирования дорог в том случае, если при его использовании удастся реализовать компьютерно-системный подход [3], а также повлиять на функциональные свойства дороги через изменение его структурных элементов.

Литература

1. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. Ч. I.: Учеб.пособие. – Москва – Белгород: Издательство АСВ, 1998. – 138 с.
2. Мусиенко И.В. Аналитическое прогнозирование развития систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог. Проблемы розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / - К.: НАУ, 2012. – Вип. 7. – С. 167 – 169.
3. Мусієнко І.В., Луценко О.М. Комп'ютеросистемний підхід до проектування автомобільної дороги / Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог: Материалы международной научно-технической конференции молодых учёных и аспирантов. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 366 с.

Abstract

The necessity of units extension of highways automatic design has been revealed. The roads tracing of flexible bracelet method has been offered to solve this problem.

Keywords: CAD, tracing the roads, the method of flexible bracelet.

Анотація

У статті розкривається необхідність укрупнення блоків автоматичного проектування автомобільних доріг. Одним із шляхів вирішення проблеми укрупнення пропонується трасування методом гнучкого браслету.

Ключові слова: автоматизоване проектування, трасування доріг, метод гнучкого браслета.

УДК 625.7

д.т.н., професор Угненко Є.Б., к.т.н., доцент Фоменко Г.Р.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

БЕЗПЕКА РУХУ НА ТЕРИТОРІАЛЬНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Представлені результати досліджень дорожньо-транспортних пригод на ділянці дороги в Харківській області.

Ключові слова: дорожньо-транспортні пригоди, безпека руху, наїзди на пішоходів, організація руху.

Безпека на дорогах є надзвичайно актуальною проблемою, як в Україні, так і країнах СНД. В країнах з розвинутою автомобілізацією спостерігається потреба у підвищенні безпеки дорожнього руху внаслідок збільшення значення соціально-економічних витрат, які несе суспільство від дорожньо-транспортних пригод. Як свідчать дані статистичних досліджень, кількість постраждалих внаслідок аварійності на автомобільних дорогах перевищує їх кількість на всіх інших видах транспорту. В середньому за три дні на автомобільних дорогах кількість загиблих, внаслідок дорожньо-транспортних пригод, перебільшує число загиблих які здійснилися на протязі року на залізничному, повітряному, морському та річному транспорті загалом.

Рівень розвитку транспортної мережі характеризується відповідністю її загальній протяжності, щільності та розподілом за функціональним призначенням та територією, соціально-економічним потребам суспільства в автомобільних перевезеннях. Все це має суттєве значення у формуванні дорожньо-транспортних пригод. Недоліки у розвитку дорожньої мережі безпосередньо відображають нерівномірність завантаження та зниження пропускної здатності доріг, чим стимулюють зростання кількості дорожньо-транспортних пригод. Зростання інтенсивності руху та навантажень сприяє процесу розвитку деформацій та руйнуванню покриттів автомобільних доріг. Це проявляється у збільшенні дефектів, погіршенні рівності, що приводить до утворення небезпечних ділянок. Боротьба з аварійністю на автомобільних дорогах є складовою національної політики країни і повинна вирішуватись за рахунок реалізації комплексних національних програм.

Територіальні дороги складають велику частку у загальному обсязі транспортної мережі країни. Незадовільне утримання автомобільних доріг сприяє збільшенню дорожньо-транспортних пригод з кожним роком. Кожна дорожньо-транспортна пригода не передбачена, а є випадковим явищем. Найбільш масовими видами дорожньо-транспортних подій є наїзди

транспортних засобів на пішоходів, зіткнення і перекидання, а також важкі дорожньо-транспортні події при роз'їзді у темний час доби. Аналіз показує, що ДТП виникають при цілком визначених обставинах, що достатньо часто повторюються, а кожному виду ДТП притаманні одні й ті ж аварійні ситуації. Визначення причин цих аварійних ситуацій дасть змогу розробити заходи по покращенню умов руху на дорозі.

Дослідження проведені на ділянці дороги Суми – Краснопілля – Богодухів - Валки км 124+00-км 139+00 в Харківській області. Дорога є поєднуючою ланкою Сумської та Харківської областей і з'єднує обласний центр м. Суми з м. Краснопілля та районними центрами Харківської області – Богодуховом та Валками, а також забезпечує вихід на автомобільну дорогу Москва – Харків – Сімферополь. Визначена ділянка проходить через населені пункти, а саме: м. Богодухів та с. Гавриші. За технічними параметрами належить до доріг III категорії.

Обробка статистичних даних по скоєним ДТП дозволила встановити, що за період з 2008 по 2010 рік переважаючими пригодами були зіткнення транспортних засобів та наїзди на пішоходів, що наведені на рис.1

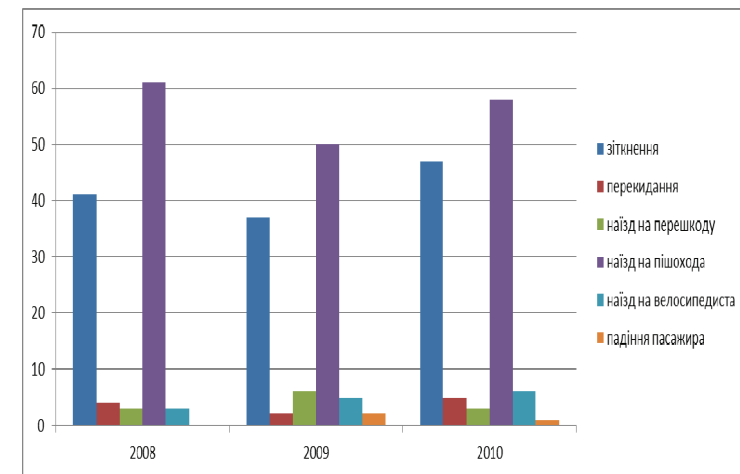


Рис. 1. Різновиди ДТП

Проведене обстеження досліджуваної ділянки дало змогу встановити ряд недоліків в організації та забезпеченні безпеки дорожнього руху, такі як:

- на всій ділянці дороги відсутня чітка розмітка проїзної частини, що розділяє зустрічні потоки, а на деяких ділянках ця розмітка зовсім відсутня;

- розмітка, що повинна позначати край проїзної частини, відсутня на всій ділянці;

- показник рівності на ділянці дороги ПК 128+00-ПК 132+00 не відповідає нормативним вимогам;

- тротуари в населених пунктах знаходяться в аварійному стані;

- на автобусних зупинках в населених пунктах відсутнє освітлення;

- автобусні зупинки на маршруті до сусідніх населених пунктів відсутні.

На основі одержаних даних необхідно відмітити зниження кількості ДТП у 2009, що обумовлено економічною кризою і зниженням обсягу перевезень.

Аналіз кількості ДТП, які відбулися з вини людей наведені на рис.2

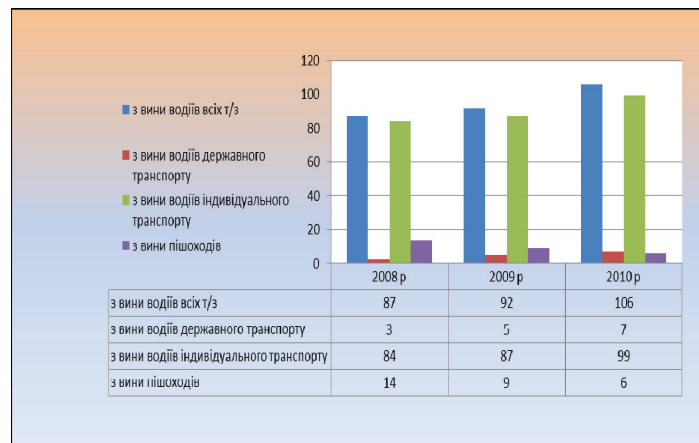


Рис. 2. Кількість ДТП з вини людей

Переважаюча кількість порушень, що привела до ДТП належить водіям всіх транспортних засобів та водіям індивідуального транспорту. Спостерігається послідовне зростання числа ДТП на протязі трьох років. Необхідно відмітити деяке зниження кількості ДТП з вини пішоходів. Обробка і аналіз статистичних даних за три роки дозволили встановити, що частка ДТП в загальному числі звітних даних залежно від характеру порушень водія та пішоходів складає: неправильний вибір швидкості водієм – 19 %; виїзд на смугу руху – 9,1 %; порушення правил обгону та маневрування – 46 %; недотримання дистанції – 6,5 %; раптовий вихід на проїзну частину в безпосередній близькості від транспортного засобу – 8,0 %

Для покращення умов руху та зниження кількості дорожньо-транспортних пригод необхідно передбачити заходи по усуненню дефектів покриття

автомобільної дороги та розробки заходів з організації безпеки руху, а саме: нанесення розмітки та встановлення дорожніх знаків; встановлення огороження та напрямних стовпчиків; забезпечення простору необхідного для маневрів і упевненого руху по дорозі; укріплення узбіч щебенем, облаштування автобусних зупинок.

Література

1. Хомяк Я.В. Инженерное оборудование автомобильных дорог / Я.В.Хомяк. –М.:Транспорт, 1990. -232с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф.Бабков: Учебник для вузов. –М.:Транспорт. 1992. – 288с.
3. Моніторинг ДТП на автомобільних дорогах загального користування України за 2008 рік. –К.:ДерждорНДІ. -2008. -48с.
4. Гончаренко Ф.П. Теоретичні основи та практичні методи підвищення безпеки руху при експлуатації автомобільних доріг / Ф.П.Гончаренко. –К., 1999. -352с.

Аннотация

В работе представлены результаты исследований ДТП на участке дороги в Харьковской области.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, безопасность движения, наезды на пешеходов, организация движения.

Abstract

The results of accident investigations on the road in the Kharkov region are considered in this article.

Keywords: traffic accidents, traffic safety, pedestrian accidents, the organization of movement.

УДК 711

к.т.н., професор Хазін В.Й.,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

ПРИНЦИПИ ТРАСУВАННЯ ОБХІДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НАВКОЛО НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Проведено дослідження факторів, що впливають на доцільність влаштування обхідних магістралей. Розглянуто і запропоновано частину нових принципів трасування доріг навколо населених пунктів. Більш детально в роботі розглянуто містобудівельні фактори.

Ключові слова: обхідні автодороги, види трасування, містобудівні фактори.

У відповідності з діючими нормативними документами України при розробці проекту на будівництво та реконструкцію існуючих автомобільних доріг державного значення, їх траси, як правило, необхідно проектувати в обхід населених пунктів [1, 2]. Цими ж нормами допускається, при відповідному обґрунтуванні, ділянки автомобільних доріг I-б, II і III категорії, можуть проходити через населений пункт.

Зростання інтенсивності транспорту (особливо вантажівок, авто потягів) – обумовлює необхідність влаштування обхідних доріг.

Деякі автори стверджують, що іноді можливе трасування через населений пункт, якщо є в цьому необхідність, з умов завантаженості міської магістралі. Також існує думка, що метод трасування обходами є прогресивним і характерним лише для великих міст.

Скупченість великої кількості міського та позаміського автомобільного транспорту призводить до значного зниження ефективності використання міської вулично-дорожньої мережі: виникають черги на перехрестях, знижуються швидкості руху, збільшується час проїзду, знижується пропускна здатність, різко погіршуються умови руху при маневруванні автомобілів, збільшується кількість дорожньо-транспортних подій, підвищується загазованість повітря та рівень шуму тощо.

Всі ці недоліки викликають необхідність в такій організації дорожнього руху, яка дозволила б транзитним автомобілям слідувати маршрутами без заїзду до міста. Одним з варіантів виведення транзитних автомобілів за межі міста є будівництво обхідних доріг, конфігурація яких в значній мірі залежить від геометричних форм територій міст та наявності навколо них вільних від забудови земель.

При виборі оптимального варіанту прокладання обхідної дороги ці умови повинні бути такими, щоб забезпечувався максимальний соціально-економічний ефект, цілодобова реалізація всіх транспортних зв'язків регіону, з меншими витратами часу для досягнення необхідного пункту, ніж по вуличній мережі міста.

Проектне вирішення влаштування автомобільної дороги навколо міста визначається на підставі таких факторів:

- **природничі** – природно-кліматичні, геологічні і гідрогеологічні умови, рельєф і ландшафт місцевості, водотоки, лісові масиви, рослинність;

- **дорожньо-транспортні** – організація дорожнього руху за видами транспортних засобів, пропуск транзитного руху автотранспорту поза населеним пунктом, склад інтенсивності і вантажообігу транзитного руху, безпека руху і зменшення кількості ДТП, контроль за збереженням нормативних параметрів та показників автомобільної дороги;

- **містобудівні** – зміна чисельності населення міста і прилеглих територій, перспективна планувальна структура міста, об'єкти тяжіння прилеглих територій;

- **соціальні** – обслуговування промисловості населеного пункту, зацікавленість населення;

- **екологічні** – збереження ландшафту, рельєфу, акваторій, рослинності та рекультиваційних земель, зміна гідрологічних умов, забруднення повітря відпрацьованими газами автомобільного транспорту, шум та пилоутворення;

- **економічні** – капіталовкладення в будівництво, експлуатаційні витрати при гарантійному обслуговуванні, вартість приватної землі, строк окупності будівництва автомобільної дороги.

Система автомагістраль-населений пункт має подвійний характер: автомагістраль повинна обслуговувати населений пункт і населений пункт повинен обслуговувати магістраль. При цьому взаємодіють різні фактори, впливаючи на прийняття кінцевого рішення. Частина факторів потребує більш детального аналізу. До них належать: транспортні, містобудівні і відшкодування вартості приватної землі.

В цій роботі більше приділено уваги містобудівним факторам і принципам трасування обходів.

До важливих містобудівних факторів, що впливають на доцільність влаштування обхідної автомагістралі належить ріст чисельності населення і площі території населеного пункту. Чисельність населення (людність) є найважливішим показником, який визначає розмір агломерації, динаміку його росту і за кількістю населення можуть бути значні, великі, середні і малі [2].

Отже, до основних містобудівних факторів, що впливають на обґрунтування будівництва обхідної автомагістралі в зоні населеного пункту, можна віднести:

- зміна чисельності населення міста і прилеглих територій;
- перспективну планувальну структуру міста;
- об'єкти тяжіння транспортних потоків прилеглих та місцевих територій.

Провівши аналіз залежності величини поселення і кількості транзитного транспорту, що проходить через населений пункт (рис. 1) можна зробити висновки:

- характер залежності кількості транзиту і населення для України є аналогічним як для країн Західної Європи;
- кількість транзиту в транспортному потоці, що проходить через населений пункт в Західній Європі на 65 – 75 % менше ніж в Україні;
- середні та малі міста, потрібно диференціювати більш детально, тому що вони можуть займати важливе місце при визначенні доцільності влаштування їх обходів.

Чисельність міста лише частково визначає розміри транзитного руху і є суттєвим фактором, впливаючи на вибір способу трасування автомагістралі по відношенню до населеного пункту.

Планувальна структура населеного пункту може впливати на спосіб трасування автомагістралей по відношенню до нього не тільки у всіх випадках, коли магістраль необхідно трасувати через населений пункт, але і тоді коли по транспортній ситуації автомагістраль може пройти обійшовши його.

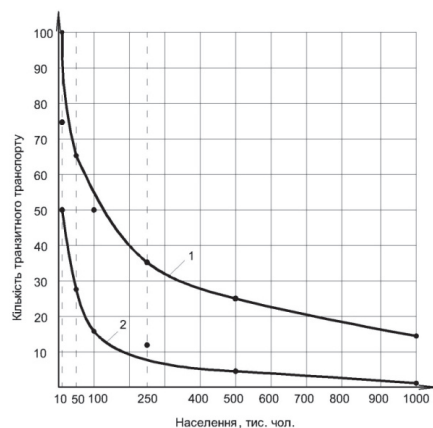


Рис. 1. Залежність між величиною міста і відносною кількістю транзитного транспорту через населений пункт: 1 – по Україні; 2 – країни Західної Європи

Типовими рішеннями трасування обхідних доріг є кільцева або напівкільцева автомагістраль. В окремих випадках доцільно влаштовувати окремий під'їзд до населеного пункту від автомагістралі або трасування магістралі через місто (рис. 2).

При пересіченні автомобільної дороги через населений пункт її потрібно проектувати відповідно до вимог ДБН [2] як швидкісну магістраль. Розміщувати її краще у підземному тунелі або по естакаді. У разі прокладання такої магістралі у виїмці або насипу потрібно влаштовувати шумозахисні споруди і забезпечити безпеку руху міського транспорту, пересічення з міськими вулицями повинні бути в різних рівнях.

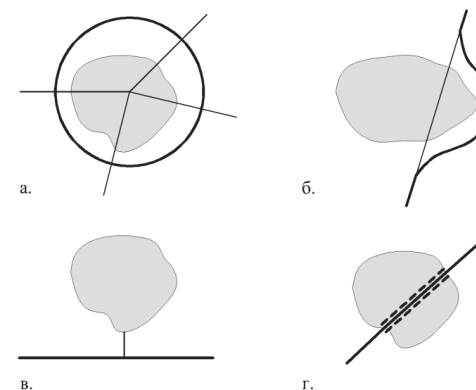


Рис. 2. Типові схеми трасування обходів населених пунктів: а – кільцевий; б – напівкільцевий; в – під'їзд до населеного пункту; г – трасування автомагістралі через місто.

Збільшення кількості населення в місті і ріст рівня автомобілізації потребує постійного удосконалення транспортної інфраструктури.

Багатоманітність містобудівних факторів потребує визначення найбільш вагомих показників, що впливають на вирішення задачі про оптимальне розміщення обхідної ділянки дороги.

Особливо гостро ця проблема виникає перед великими містами, інтенсивне насичення яких автотранспортом не дає можливості різним його видам реалізувати свої динамічні якості, призводить до заторів руху. З ростом чисельності населення міста, відповідно зростає і кількість транспорту, що призводить до невідповідності між станом, якісними характеристиками і темпами розвитку вулично-дорожньої мережі міста, а також вимог автотранспорту, що швидко розвивається.

Необхідність підвищення роботи міського транспорту в умовах збільшення територіального розміру міста висуває на передній план зростаючого темпу міського життя фактор часу.

Врахування містобудівних факторів при влаштуванні обхідної автомобільної дороги можна розглянути на прикладі запропонованих варіантів трасування навколо м. Полтави (рис. 3). За основу прийнята існуюча планувально-територіальна структура міста та необхідність збереження радіально-кільцевої забудови.

Мають місце коли потоки транзитних автомобілів пропускаються через місто по вузьких вулицях, забудованих житловими будинками, магазинами, школами, дитячими та культурно-побутовими закладами. Так, вулиця Сакко, в м. Полтава, є однією з дуже вузьких (проїзна частина становить 6,0 м, яка обмежена ліворуч річкою Ворскла, праворуч залізничною колією. Ця вулиця потребує якомога швидшого розвантаження, особливо виведення транзитного потоку за межі міста.

Аналіз існуючої планувальної структури міста та проектних рішень їх транспортних схем показав, що концепція територіально-планувального розвитку міста передбачає продовження його росту в усіх напрямках, тому рух транспорту повинен організовуватися за принципом переключення головних транспортних потоків на кільцеву автомагістраль в обхід міста.

Попередня техніко-економічна оцінка доцільності влаштування обхідної автомобільної дороги виконувалась шляхом порівняння декількох варіантів проектних пропозицій. Це стало можливо шляхом розробки розрахункової схеми населеного пункту з його транзитним транспортом на основі якої складалась математична модель та проводились відповідні розрахунки по конкретному варіанту (рис. 3).

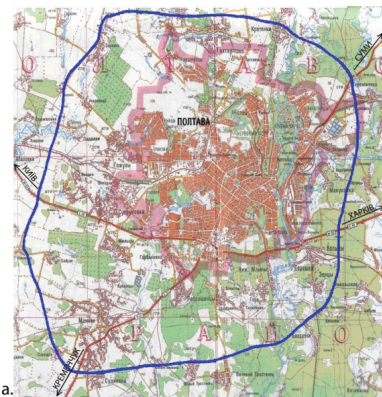


Рис. 3. Перспективний генеральний план м. Полтави з трасуванням обхідної автомобільної дороги

До основних техніко-економічних показників по яким здійснювалось порівняння варіантів трасування обхідної дороги належать:

- радіус і перспективна площа території населеного пункту в межах кільця;
- довжина обхідної дороги;
- довжина транзитних доріг, що проходять через населений пункт;
- коефіцієнт подовження траси – співвідношення фактичної довжини траси варіанту до довжини повітряної лінії;
- оптимальна швидкість руху автомобільного транспорту;
- кількість кутів повороту і їх середній кут;
- мінімальний і середній радіус повороту;
- максимальний поздовжній ухил;
- кількість перетинів рік, водотоків, перетинів в одному рівні автодоріг, залізничних колій;
- до економічних показників належать основні обсяги робіт, їх вартість і період окупності.

Література

- 1). ДБН В.2.3.- 4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги / Мінрегіонбуд України. – К., 2007.
- 2). ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Держбуд України. – К., 2002.
- 3). Білятинський О. А. Проектування автомобільних доріг / О. А. Білятинський, В. Б. Старовойда, Я. В. Хом'як. – К.: Вища школа, 1990.

Аннотация

В работе проведено исследование факторов, которые влияют на целесообразность устройства обходных магистралей. Рассмотрено и предложено часть новых принципов трассирования дорог вокруг населенных пунктов. Более детально в работе рассмотрено градостроительные факторы.

Ключевые слова: обходные автодороги, виды трассирования, градостроительные факторы.

Abstract

The work contains research of the factors that affect the feasibility of the device of bypass roads. The author is considered and suggested the part of the new principles of roads tracing around settlements. Town-planning factors more in detail is considered in the work.

Keywords: bypass road, tracing, town-planning factors.

УДК. 625.72

доцент Чередніченко П.П.,
Київський національний університет будівництва і архітектури**АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ УВ'ЯЗКИ ПОВЗДОВЖНІХ
ПРОФІЛІВ МАГІСТРАЛЕЙ НА ЇХ ПЕРЕТИНАХ В РІЗНИХ РІВНЯХ.***Розглянуто підхід до розв'язання задачі ув'язки повздовжніх профілів
магістралей на їх перетинах в різних рівнях в автоматизованому режимі.*

При проектуванні перетинів транспортних шляхів в різних рівнях виникає необхідність ув'язки їх повздовжніх профілів при умові мінімізації будівельних робіт та забезпечення зручності, безпеки та безперебійності руху транспорту і пішоходів в населених пунктах [4].

Вирішуючи цю задачу спочатку проектують повздовжній профіль магістралі, що проходитиме в рівні поверхні землі, встановлюють її відмітку H_1 в точці перетину осей магістралей в плані, а потім з врахуванням пріоритетності магістралей, особливостей рельєфу, та умов руху на перетині, встановлюють необхідну в цій же точці відмітку H_2 (рис. 1), через яку повинен буде пройти повздовжній профіль іншої магістралі [4,10], щоб забезпечити габаритну висоту отвору штучної споруди, можливість влаштування її конструкцій, дорожніх одягів і забезпечити необхідний поверхневий стік.

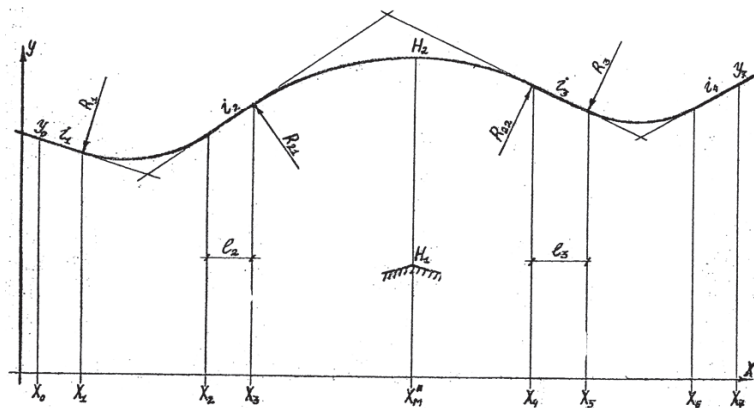


Рис. 1.

Цю задачу можна вважати вирішеною, якщо будуть отримані необхідні величини прямих вставок I_2 та I_3 (див. рис.1) в межах 10.0-20.0 м між сусідніми протилежними за характером вертикальними кривими або якусь мінімальну величину цих прямих вставок між вертикальними кривими одного характеру,

залежно від величини їх повздовжніх уклонів i_2 та i_3 , які не повинні перевищувати допустимих граничних величин [1,2] і бути більшими мінімально допустимих 5‰ для проектування повздовжніх профілів міських магістралей.

Щоб вирішити цю задачу цю задачу слід пряолінійні ділянки наведеного на рис. 1 повздовжнього профілю описати рівняннями прямих ліній [5] у наступному вигляді:

$$Y = k(X - X_a) + Y_a \quad (1)$$

де X та Y – поточні координати цих ліній;

k – кутовий коефіцієнт цих ліній – у нашому випадку це відповідає величині їх повздовжнього уклону, тобто величині тангенса нахилу цих ліній до осі абсцис, знак якого будемо приймати у відповідності до його напрямку (у випадку коли напрям уклону не співпадатиме з позитивним напрямком осі абсцис «+», а у випадку коли співпадатиме – «-»);

X_a та Y_a – координати точок через які обов'язково ці лінії проходять.

Тоді для дотичної до вертикальної кривої зліва на її початку, яка проходить через точку над перетином осей магістралей в плані з абсцисою X_m^n та відміткою H_2 , рівняння матиме вигляд:

$$Y = i_2(X - X_m^n) + H_2 + \frac{i_2^2 R_2}{2}, \quad (2)$$

а для дотичної з правої сторони в її кінці – наступний вигляд:

$$Y = i_3(X - X_m^n) + H_2 + \frac{i_3^2 R_2}{2}, \quad (3)$$

де i_2 та i_3 – повздовжні уклони прямих ділянок, які буде сполучати вертикальна крива в точках її кінців (знаки цих уклонів повинні бути прийняті у відповідності до викладеного вище), величини яких повинні бути не менше 5‰ для міських магістралей і не перевищувати допустимих для даної категорії магістралі згідно [1] та [2];

R_2 – прийнята величина радіуса вертикальної кривої згідно [2], зі знаком «+» у випадку якщо крива увігнута, а «-» – випукла, м.

У формулах (2) та (3) остання складова відповідає поправці на кривизну вертикальної кривої [3,10 для знаходження відміток точок через які будуть проходити дотичні до даної кривої в точках її кінців, які будуть проходити через відповідну відмітку в точці перетину осей магістралей в плані X_m^n .

Рівняння прямих ліній повздовжнього профілю на підході до перетину магістралей матимуть вигляд:

з лівого боку

$$Y = i_1(X - X_0) + Y_0, \quad (4)$$

а з правого боку

$$Y = i_4(X - X_7) + Y_7, \quad (5)$$

де i_1 та i_4 – повздовжні уклони прямих ділянок на підходах до перетину магістралей;

X_0 , Y_0 та X_7 , Y_7 – координати окремих точок прямих ділянок повздовжнього профілю на підходах до перетину магістралей, які доцільно приймати як обмеження ділянки проектування, м.

Розглянувши системи рівнянь відповідно (2) і (4) та (3) і (5) маємо можливість знайти координати точок перелому $ТП1$ і $ТП2$ цих прямих ділянок повздовжнього профілю зліва і з права від точки перетину магістралей в плані.

На попередніх етапах достатньо знаходити їх абсциси $X_{ТП1}$ та $X_{ТП3}$ із виразів (6) і (7) визначення яких будуть мати наступний вигляд

$$X_{ТП1} = \frac{2(H_2 - Y_0 + i_1 X_0 - i_2 X_m^n) + i_2^2 R_2}{2(i_1 - i_2)}; \quad (6)$$

$$X_{ТП3} = \frac{2(H_2 - Y_7 + i_4 X_7 - i_3 X_m^n) + i_3^2 R_2}{2(i_1 - i_2)}. \quad (7)$$

Якщо при заданих величинах повздовжніх уклонів i_2 та i_3 виконуються умови (8) та (9), тобто вертикальні криві не набігають одна на одну, то задача вирішена і необхідно перевірити чи задовольнятиме це умови у випадку строгого обмеження (10) та (11). Якщо ці умови не будуть виконуватись, то слід продовжити пошук необхідного рішення за рахунок послідовного збільшення величин уклонів i_2 та i_3 до гранично допустимих величин та послідовного зменшення радіусів вертикальних кривих R_1 , R_2 (можливо дану криву розглянути двоякої кривизни з радіусом зліва R_{21} , а з правого боку - R_{22}) та R_3 із заданим кроком (наприклад $\Delta R = 50.0$ м) до їх найменших можливих величин для обмежених умов згідно [2] для випуклих кривих 2000.0 м і увігнутих – 500.0 м.

$$X_m^n - X_{ТП1} \geq \frac{R_1(i_2 - i_1)}{2} - i_2 R_2; \quad (8)$$

$$X_{ТП3} - X_m^n \geq \frac{R_3(i_4 - i_3)}{2} + i_3 R_2, \quad (9)$$

де R_1 та R_3 – прийняті величини радіусів вертикальних кривих спряження згідно [2] на підході до перетину в точках перелому повздовжнього профілю з абсцисами $X_{ТП1}$ та $X_{ТП3}$ зі знаками за умовою викладання вище.

$$X_m^n - X_0 \geq R_1(i_2 - i_1) + l_2 - i_2 R_{21}; \quad (10)$$

$$X_7 - X_m^n \geq R_{22}i_3 + l_3 + R_3(i_4 - i_3), \quad (11)$$

де l_2 та l_3 допустимі величини прямих ділянок між кінцями сусідніх вертикальних кривих (для випадку коли ці вертикальні криві протилежні за характером, то бажано добитись їх величини в межах 10.0-20.0 м, щоб на довгомірні транспортні засоби одночасно не діяли різнохарактерні вертикальні відцентрові сили (тобто протилежні за напрямком), м;

R_{21} , R_{22} – радіуси другої вертикальної спряженої кривої на штучній споруді у випадку коли можливе рішення і з влаштуванням кривої двоякої кривизни, м.

Алгоритм автоматизованого вирішення цієї задачі може мати наступний вигляд.

I етап. Підготовка вихідних даних про наступні величини i_1 , i_4 , X_0 , Y_0 , X_7 , Y_7 , X_m^n , H_2 , прийняття мінімально допустимих величин радіусів вертикальних кривих R_1 , R_{21} , R_{22} та R_3 в залежності від вимог [1,2] та початкових величин повздовжніх уклонів, величину кроків зміни цих уклонів (доцільно приймати $\Delta i = 1\%$) та при необхідності величину кроків зміни величин радіусів вертикальних кривих до мінімально допустимих в обмежених умовах (доцільно приймати $\Delta R = 50.0$ м, а то і менше).

II етап.

Визначення абсцис точок перелому повздовжнього профілю $X_{ТП1}$ та $X_{ТП2}$ за формулами (6) та (7) при заданих значеннях i_2 та i_3 .

III етап.

Перевірка умов (8) та (9). Якщо вона виконується то переходимо до наступного етапу.

У випадку коли умови не виконуються (або одна з них), то розрахункова схема показана на рис. 1 не підходить для вирішення цієї задачі. Слід проектувати на цих ділянках прямолінійний профіль, який проходить через точку перетину осей магістралей в плані X_m^n з відміткою H_2 .

IV етап.

Визначення величини прямих вставок l_2 та l_3 між сусідніми вертикальними кривими з наступних виразів

$$l_2 = X_m^n - X_{ТП1} - \frac{R_1(i_2 - i_1)}{2} + i_2 R_2; \quad (12)$$

$$l_3 = X_{ТП3} - X_m^n - \frac{R_3(i_4 - i_3)}{2} - i_3 R_2. \quad (13)$$

Якщо отримані величини більше ніж бажані, а значення повздовжніх уклонів i_2 та i_3 не перевищують гранично допустимих, то їх величину слід збільшити на Δi і повернутись на II етап. а якщо ці умови не виконуються, тобто при досягненні величинами l_2 та l_3 бажаних результатів або досягнення повздовжніми уклонами i_2 та i_3 граничних значень перейти на наступний етап.

У етап.

Перевірка умов (10) та (11). Якщо ці умови виконуються, то поставлена задача успішно вирішена. Якщо ні, то слід продовжити пошук необхідного результату за рахунок зменшення величин радіусів вертикальних кривих R_1 , R_{21} , R_{22} та R_3 з кожним кроком на величину ΔR до гранично допустимих величин для обмежених умов (див. вище), з кожним кроком повертаючись на II етап. Якщо і в даному випадку умови (10) та (11) не виконуються то слід обґрунтувати зміну обмежень X_0 та X_7 , а якщо не можливо, то прийняти іншу розрахункову схему вирішення цієї задачі.

Отримані результати дозволяють в подальшому провести розрахунки повздовжнього профілю за методикою викладеною в [8,9,10].

Цю ж задачу можна вирішувати користуючись формулами запропонованими в [7,8,11], які мають наступний вигляд:

$$l_2 = \frac{2 [H_2 - i_1(X_m^n - X_0) - Y_0] + (i_2^2 - 2i_1i_2)R_{21} - R_1(i_2 - i_1)^2}{2(i_2 - i_1)}; \quad (14)$$

$$l_3 = \frac{2 [H_2 - i_4(X_m^n - X_7) - Y_7] + (i_3^2 - 2i_3i_4)R_{22} - R_3(i_4 - i_3)^2}{2(i_4 - i_3)}. \quad (15)$$

В цих формулах всі позначення відповідають викладеним вище. Після отримання перших результатів здійснюють перевірку виконання умов (10) та (11), а також перевірку чи прийняли прямі вставки l_2 та l_3 бажані величини і при необхідності продовжують обчислення при нових значеннях i_2 та i_3 , R_1 , R_{21} , R_{22} та R_3 відповідно до вимог ІУ та У етапів до досягнення необхідного результату.

При організації обчислювальних процесів слід пам'ятати, що деякі змінні можуть раніш досягти граничних значень, тоді на наступних кроках пошуку необхідних результатів ці величини повинні залишатись незмінними, а обчислення продовжити з врахуванням можливої зміни решти величин, які не досягли граничних значень поки не буде досягнуто виконання умов (10) та (11).

Література

1. Державні будівельні норми України: Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. ДБН 360-92**. - К. : Держбуд України, 2002. - 140 с.
2. Державні будівельні норми України: Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5-2001. - К.: Держбуд України, 2001. - 51 с.
3. Видуев Н.Г., Гржибовский В.П. Геодезическое проектирование вертикальной планировки. - М.: Недра, 1964. - 251 с.
4. Осстрін М.М. Міські дорожно-транспортні споруди. Посібник для ВНЗ. - К., 1998. - 196 с.
5. Привалов И.И. Аналитическая геометрия. - М.:Наука, 1966. - 272 с.
6. Череди́ченко П.П. Проектирование продольных профилей пересекающих магистралей на пересечениях транспортных путей в разных уровнях. - В зб. Инженерная геодезия, вип.27. - К.: Будівельник, 1984. - С.99-103.
7. Череди́ченко П.П. Ув'язка в автоматизованому режимі повздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях. - В зб. Автомобільні дороги та дорожнє будівництво. Вип. 43. - К.: Будівельник, 1988. - С.17-21.
8. Череди́ченко П.П. Некоторые аспекты автоматизированного проектирования продольных профилей дорог. - В зб. "Инженерная геодезия", вип. 33. - К.: Будівельник, 1990. - С. 102-105.
9. Череди́ченко П.П. Возможный алгоритм проектирования продольных профилей магистралей в автоматизованому режимі. - В зб. "Инженерная геодезия", вип. 40. - К.: КДТУБА, 1998. - С. 224-232.
10. Череди́ченко П.П.. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст. Посібник для ВНЗ. - К., КНУБА, 2002.; 2-е вид. стереотипне - К., КНУБА(ІПО), 2008. - 180 с.
11. Череди́ченко П.П. Ув'язка повздовжніх профілів магістралей на перетинах в різних рівнях. В зб. "Містобудування та територіальне", вип. 36. - К.: КНУБА, 2010. - С. 467-470.

Аннотация

Рассмотрено подход к решению задачи увязки продольных профилей магистралей на их пересечениях в разных уровнях в автоматизированном режиме.

Annotation

The approach to the automated mode coordination of arterial longitudinal road profiles in case of several level intersections is examined.

УДК 625

Шкіт М.А., к.т.н., доцент Дзюба П.П.,
Національний транспортний університет, м. Київ**НАКЛАДАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АВТОПОЇЗДІВ НА ДОРОЖНІ
РОЗВ'ЯЗКИ В ОДНОМУ РІВНІ***Проведено дослідження руху автопоїздів та накладання цієї траєкторії на розв'язки в одному рівні.***Ключові слова:** автопоїзд, пересічення, примикання, розв'язка, траєкторія руху.

На мережі автомобільних доріг велику роль відіграє безпека руху. Особлива увага відводиться їй на перехрещеннях і примиканнях в одному рівні. Де зі збільшенням інтенсивності та складу транспортного потоку зменшується пропускна здатність, збільшується ймовірність дорожньо-транспортних подій. Задля зменшення цієї ймовірності необхідно проектувати елементи прив'язуючись до реальних геометричних розмірів транспортного потоку. Особливо це помітно при русі автопоїздів на перехрещеннях чи примиканнях доріг низьких категорій, де їхній проїзд ускладнений. Крива, яку описує задня вісь автопоїзда не відповідає кривій, яка нормується в нормативних документах, що призводить до руйнації елементів пересічень чи примикань.

Модель кривої будується при русі автопоїздів на малих швидкостях. Це обумовлено незабезпеченістю проїздів для даних видів транспорту.

Описати єдину форму кривої заднього мосту автопоїзда не можливо, за рахунок різних довжин та габаритів. Тому найбільш доцільно є побудова кривої для транспортних засобів, які найбільш часто зустрічаються в нашій країні. Для розрахунку був прийнятий: 120-а сцепка, яка складається з тягача, довжиною 8,60 м та причеп, довжиною 15,20 м, а загальна довжина в складі автопоїзда 23,69 м, та вантажопід'ємністю 20 т, вантажна місткість 120м³.

Також при проведенні розрахунків використовувалися праці Закин Я. Х. [1], [2], а також Резник В. Н.[3].

В результаті проведених розрахунків було встановлено, що ширина смуги руху, яку описує автопоїзд залежить від радіуса повороту, а також від кута здійснення повороту.

Таблиця 1.

Залежність ширини смуги руху в залежності від кута повороту та мінімального радіуса повороту

Вид автопоїзда	Радіус повороту				
	10	15	20	25	30
Тентова єврофура	-	9,33	7,307	6,279	5,633
120-та сцепка	10,884	7,203	5,95	5,248	4,791

Цю залежність можливо представити в вигляді графіка

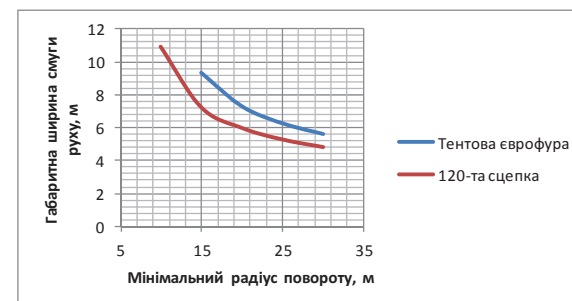


Рис. 1 – Графік залежності ширини смуги руху від мінімального радіуса повороту

Також потрібно врахувати, що при більшій швидкості руху збільшується мінімальний радіус повороту.

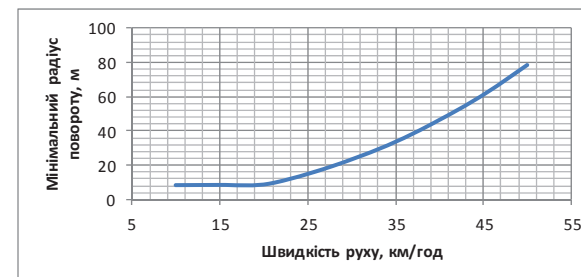


Рис.2 – Графік залежності мінімального радіуса повороту від швидкості руху

При проектуванні елементів розв'язок на високі швидкості, необхідно ув'язувати швидкість руху з мінімальним радіусом повороту.

За об'єкт дослідження був прийнятий альбом типових матеріалів для проектування [4]. На сьогоднішній день, даний типовий альбом використовується інженерами – проектувальниками при проектуванні пересічень та присикань автомобільних доріг в одному рівні.

Для аналізу відповідності геометричних параметрів розв'язок автомобільних доріг в одному рівні вимогам сучасних великогабаритних транспортних засобів було взято 5 типів пересічень:

- Тип 1. Пересічення доріг Іб – IV категорій з віднесеними лівоповоротними з'їздами – ділянка автомобільної дороги М 06 Київ - Чоп;
- Тип 2. Кільцева розв'язка при пересіченні двох автомобільних доріг III категорії;
- Тип 3. Примикання автомобільної дороги IV категорії до II категорії з двома каплевидними острівцями;
- Тип 4. Пересічення автомобільних доріг III – III категорій;
- Тип 5. Віднесений лівоповоротний з'їзд на дорозі I^б категорії;

Всі 5 типів пересічень і примикань були побудовані з врахуванням нормативних і технічних параметрів.

Накладання траєкторії руху на пересічення і примикання буде виконуватися за допомогою програмного комплексу AutoCAD та графіків отриманих в попередньому розділі. В розрахунках буде використовуватись транспортний засіб найбільшої довжини – 120-а сцепка.

В результаті проведених побудов існуючі геометричні параметри не забезпечують безпечний та безперешкодний проїзд транспортних засобів з великою довжиною. Тому необхідно в відповідних місцях збільшувати ширину проїзду, радіус або ширину смуги руху.

Наступні значення необхідних параметрів:

Тип I

- Збільшити радіус примикання з 25 м до 30 м, а також ширину смуги руху при здійсненні правого повороту з 4,5 м до 5,4 м;

Тип II

- Збільшити ширину смуги руху при в'їзді на кільце з 3 м до 4 м;

Тип III

- Збільшити ширину смуги руху при здійсненні правого повороту з 4,5 м до 5,4 м та радіус примикання з 30 м до 35 м, а також смугу руху для здійснення лівого повороту з 4,5 м до 6,6 м;

Тип IV

- Збільшити ширину смуги руху при здійсненні правого повороту з 4,5 м до 5,5 м та радіус примикання з 20 м до 25 м, а також смугу руху для здійснення лівого повороту з 4,5 м до 6,6 м;

Тип V

- Збільшити ширину смуги руху при здійсненні розвороту з 5,5 м до 6,5 м.

Наведені вище зміни забезпечать безперешкодний та безпечний рух великогабаритним сучасним видам транспорту. Графоаналітична модель вказує на реалістичність тому її можна запропонувати для практичного застосування.

Щоб оцінити доцільність влаштування пересічень і примикань, які рекомендовані для безперешкодного руху був проведений економічний розрахунок. Для розрахунку був прийнятий лівоповоротний з'їзд на автомобільній дорозі I категорії.

В ході проведеного розрахунку виявилось, що термін окупності близько двох років. Тому можна вважати, що влаштування пересічень і примикань, з точки зору руху на них автопоїздів є доцільною.

Література

1. Я.Х. Закин. Прикладная геометрия движения автопоезда. - Москва, ТРАНСПОРТ. 1967. – 255 с.
2. Я.Х. Закин. Геометрические параметры сооружений автомобильного транспорта при использовании автопоездов. – М.: Автотрансиздат, 1963. – 44с.
3. В.Н. Резник. Исследование транспортных потоков и организация движения на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне. – К.: Высшая школа, 1974. – 27 с.
4. Відомчі будівельні норми України «Перехрещення та присикання автомобільних доріг в одному рівні. Методи проектування та організації дорожнього руху» ВБН В. 2. 3 – 218 – 192:2005; Київ, Державна служба автомобільних доріг України (УКРАВДОР). – К. 2005. – 33 с.

Аннотация

В работе проведено исследование движения автопоездов и наложения этой траектории на развязки в одном уровне.

Ключевые слова: автопоезд, пересечения, примыкания, развязка, траектория движения.

Abstract

This work studied the movement of road trains and blending of trajectory to the road intersection.

Keywords: artic, intersection, junction, intersection, trajectory.

УДК 625.7./ 8.

Шур'яков М.В.,
Національний транспортний університет, м. Київ**АНАЛІЗ ФОРМУЛ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОГО МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦІЇ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ**

Проаналізовані формули для визначення динамічного модуля деформації дорожніх конструкцій. Встановлено походження формул, які містяться в німецьких приладах з легкою падаючою гирею для динамічних випробувань основ дорожніх конструкцій

Ключові слова: динамічний модуль, модуль пружності, дорожні конструкції.

Постановка проблеми у загальному вигляді. За діючими в Україні нормативними документами [1,2] для оцінки жорсткості ґрунтових основ, основ дорожнього одягу та дорожньої конструкції в цілому використовують значення загального модуля пружності.

Модуль пружності - величина, що характеризує пружні властивості матеріалу при малих деформаціях. Вона дорівнює відношенню напруження до викликаной ним пружної відносної деформації.

Дані про модуль пружності одержують шляхом польових випробувань дорожніх одягів методами статичного або динамічного навантаження.

При статичних і динамічних штампових випробуваннях фактичний загальний модуль пружності основи чи дорожньої конструкції в цілому визначають за результатами вимірювання пружного оборотного прогину поверхні l_{np} , який має місце підля знімання розрахункового навантаження. При цьому використовують формулу [3]:

$$E_{np} = \frac{\pi}{4} \frac{pD(1-\mu^2)}{l_{np}},$$

p – питомий тиск на поверхню напівпростору, МПа;

D – діаметр штампа;

μ – коефіцієнт Пуассона.

Модуль пружності – не єдиний показник, що використовується для оцінки жорсткості дорожньої конструкції та її шарів. З початку минулого століття і до середини його 60-х років в Радянському союзі як основний показник для розрахунку і оцінки міцності дорожніх конструкцій використовувався модуль деформації [4], котрий визначався за формулою [5]:

$$E = \frac{pD}{l_n}, \quad (2)$$

де p – тиск на штамп, виміряний при заданому розрахунковому повному прогині l_n поверхні напівпростору, МПа.

Аналіз останніх досліджень. В німецьких Технічних вказівках щодо випробувань ґрунтів та скельних порід з використанням приладу з легкою падаючою гирею [6] наведена формула для визначення динамічного модуля деформації E_{vd} за максимальним осіданням S_{max} штампу при вертикальному ударному навантаженні тривалістю t_{max} (рис. 1):

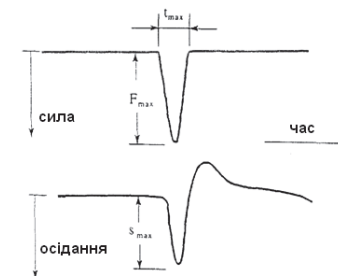


Рис. 1. Зміна навантаження і осідання штампу з плином часу при динамічному навантаженні

$$E_{vd} = 1,5 \cdot r \cdot \frac{\sigma_{max}}{S_{max}}, \quad (3)$$

де r – радіус штампа, м;

S_{max} - середнє з осідань S_{4max} , S_{5max} , S_{6max} штампа при трьох послідовних ударах (перші три удари – привантажувальні, осідання штампу при їх виконанні не реєструються);

σ_{max} - нормальне напруження під штампом, МН/м².

Формули (3) та (2) відрізняються між собою, що обумовлює необхідність в'яснити походження числа 1,5 в формулі (3).

Викладення основного матеріалу дослідження. За означенням модуля деформації, модуля пружності

$$E = \frac{\sigma_{max}}{\varepsilon}, \quad (4)$$

де ε – відносна деформація.

Оскільки початкові розміри напівпростору не визначені, за відносну деформацію використовують відношення абсолютного осідання штампу до його діаметра:

$$\varepsilon = \frac{S}{2r}. \quad (5)$$

Підставляючи вираз (5) в (4), отримаємо

$$E = 2r \frac{\sigma_{\max}}{S}, \quad (6)$$

що, знову ж таки, не співпадає з (3).

У той же час, формулу (1) можна подати у вигляді:

$$E = \frac{0,25\pi p 2r(1-\mu^2)}{l}. \quad (7)$$

Прирівнюючи праві частини формул (3) і (7), можна припустити, що число 1,5 в формулі (3) отримується при перемноженні сталих, що містяться в формулі (7):

$$1,5 = 0,25 \cdot \pi \cdot 2 \cdot (1 - \mu^2) \quad (8)$$

Розв'язуючи це рівняння відносно коефіцієнта Пуасона, отримаємо $\mu = 0,211$.

Таким чином, в німецьких приладах з легкою падаючою гирею [6] для визначення динамічного модуля деформації E_{vd} за максимальним осіданням $S_{\max}$ штампів використовується формула:

$$E_{vd} = \frac{\pi}{2} \cdot r \cdot \frac{\sigma_{\max}}{S_{\max}} (1 - \mu^2), \quad (9)$$

в якій μ приймає згадане значення.

В різних модифікаціях, наприклад, приладу ZFG [7] комп'ютерні програми містять формули, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Формули, якими прошитий мікропроцесор різних модифікацій приладу ZFG

Вага гирі, Кг	Діаметр штампу, мм	Формула	Номер формули в цій статті
10	300	$E_{vd} = \frac{22,5}{S_{\max}}$	(10)
10	150	$E_{vd} = \frac{45}{S_{\max}}$	(11)
15	300	$E_{vd} = \frac{33,75}{S_{\max}}$	(12)

Чисельник формули (10) отримано таким чином:

$$\frac{\pi}{2} \cdot r \cdot \sigma_{\max} (1 - \mu^2) = \frac{3,14}{2} 150_{\text{мм}} \cdot 0,1 \text{ МПа} \cdot (1 - 0,211^2) = 22,5.$$

При цьому на штамп передається навантаження

$$F = \sigma_{\max} \pi r^2 = 0,1 \text{ МПа} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \text{ м}^2 = 0,007065 \text{ МН} = 7065 \text{ Н}$$

Для приладу з штампом діаметром 150 мм при вазі гирі 10 кг нормальне напруження під штампом

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{7065 \text{ Н}}{3,14 \cdot 0,075^2 \text{ м}^2} = 40000 \text{ Па} = 0,4 \text{ МПа}$$

$$\text{і вираз } \pi / 2 \cdot r \cdot \sigma_{\max} (1 - \mu^2) = \frac{3,14}{2} 75_{\text{мм}} \cdot 0,4 \text{ МПа} \cdot (1 - 0,211^2) = 45, \quad \square$$

що співпадає з чисельником формули (11).

Для приладу з штампом діаметром 300 мм при вазі гирі 15 кг нормальне напруження під штампом буде в півтора рази більше, ніж при використанні гирі вагою 10 кг при діаметрі штампів 300 мм:

$$\sigma_{\max} = 1,5 \cdot 0,1 \text{ МПа} = 0,15 \text{ МПа},$$

а вираз

$$\pi / 2 \cdot r \cdot \sigma_{\max} (1 - \mu^2) = \frac{3,14}{2} 150_{\text{мм}} \cdot 0,15 \text{ МПа} \cdot (1 - 0,211^2) = 33,75, \quad \square$$

що співпадає з чисельником формули (12).

Висновки.

Встановлено походження формул, які містяться в німецьких приладах приладах з легкою падаючою гирею для динамічних випробувань основ дорожніх конструкцій. При цьому використовується значення коефіцієнта Пуассона $\mu = 0,211$. Відмінність формул, що застосовуються у різних модифікаціях приладів обумовлена різними значеннями виразу $\frac{\pi}{2} \cdot r \cdot \sigma_{\max} (1 - \mu^2)$, обумовленими притаманними для кожної з модифікацій діаметра штампів та значеннями максимального нормального тиску, що створюється під час ударного навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ВБН В.2.3-218-186-2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К. Укравтодор, 2004. – 156 с.
2. Стандарт Укравтодор. СОУ 45.2-00018112-042:2009. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів. К. Укравтодор, - 2009. – 46 с.
3. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46—83/Министерство транспортного строительства СССР. М.: Транспорт, 1985. 157 с.
4. Иванов Н.Н., Защепин А.Н., Корсунский М.Б., Мотылев Ю.Л., Пузаков Н.А., Тулаев А.Я. Проектирование дорожных одежд.

Автотрансиздат. М., 1955. -250 с.

5. Бируля А.К., Михович С.И. Работоспособность дорожных одежд. - М.: Транспорт, 1968. -172 с.

6. – Köln: Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, 2003 – 75 s.

7. Leichtes Fallgewichtsgerät ZFG-2000. Bedienungsanleitung. Gerhard Zorn Mechanische Werkstätten. Stendal. – 2006 – 21 s.

Аннотация

В статье проанализированные формулы для определения динамического модуля деформации дорожных конструкций. Установлены происхождения формул, которые содержатся в немецких приборах с легкой падающей гирей для динамических испытаний основ дорожных конструкций

Ключевые слова: динамический модуль, модуль упругости, дорожные конструкции.

Annotation

In the article the analysed formulas are for determination of the dynamic module of deformation of road constructions. Derived, that is contained in the German devices with easy falling weight for the dynamic tests of bases of travelling constructions.

Keywords: dynamic module, module of resiliency, travelling constructions.

ЗМІСТ ЧАСТИНИ I

Демин Н.М. Городские агломерации в контексте исследования феномена форм и систем расселения.	3
Абрамюк І.Г. Оцінка архітектурно-художньої виразності забудови центральних вулиць м. Луцька	16
Антонець М.О. Сучасний стан мережі екскурсійних маршрутів м. Полтава	20
Баб'як В.І. Соціально-політичні передумови формування пунктів тимчасового перебування мігрантів та осіб без громадянства в Україні.....	30
Бачинська О.В. Природа в урбанізованому середовищі	37
Бачунов О.В. Історія формування ознак орендного житла	49
Безлюбченко Е.С. Анализ состояния жилого фонда украины.....	55
Беляев Т.В. Соціальна взаємодія в міському житловому середовищі в контексті сучасних трансформацій міського життя	59
Бесседа Ю.Ю., Швець В.В. Використання напівзаглибленої двоїрусної дороги для покращення пропускної здатності вулиці міста	67
Біскуб П.І., Боярчук Б.А., Тарасюк Р. І. Особливості використання методу зменшення негативних фільтраційних властивостей ґрунтових дамб та гребель акумулятивних водосховищ	72
Божидарнік В.В., Добрянський І.М. Оцінка впливу радіоактивного опромінення на міцність елементів конструкцій	77
Божидарнік В.В., Шостак А.В., Парфентьєва І.О. Стан розвитку житлово-комунального сфери Луцька	84
Болошенко Ю.Г. Учет влияния малоциклового нагружения на прочность нормальных сечений железобетонных изгибаемых элементов, усиленных нарачиванием сжатой зоны	89
Бондарський О.Г., Бабков О.В., Косенко В.І. Розрахунок багатошарових оболонок обертання, виконаних із терморелогічно складних матеріалів.....	95
Бондарук О.О. Особливості використання нового будівельного матеріалу – рідке дерево	100
Борейко І.В. Очистка фильтрата полигонов твердых бытовых отходов...	105
Бородич Л.В. Відродження ідеї типового житлового кварталу.....	112
Кузнецов С.Г., Бутова А.П. Вплив навколишньої забудови на зміну теплових втрат викликаних вітром при природній вентиляції житлового будинку	117

Вадімова А.В. Містобудівне проектування як неприривний процес планувального розвитку міста	127
Ваташук Т.А. Концепції «ідеального міста» в епоху античності та середньовіччя	132
Вербицька У.Ю. Особливості архітектурно-планувальної організації місць спільного користування у житлових будинках в історично сформованій забудові міського центру.....	140
Вербич К.А. Топологическое определение внутриквартального пространства	147
Верешко О.В. Аналіз зарубіжного досвіду ведення міського кадастру.....	152
Гапонова Л.В. Метод визначення температурно-вологісних характеристик сталебетонних плит.....	157
Гегер А.Д. Явище рекурсії в архітектурі	163
Глазырин В.Л., Перспективы градостроительного развития Одесского акватории-региона	168
Гнат Г.О. Особливості розпланувальної організації квартир соціального і доступного житла.....	176
Гнесь Л.Б. Сільські поселення та їх територіальні групи в нових соціально-економічних умовах	184
Гнесь У.І. Архітектурно-композиційний потенціал інноваційних вирішень квартир нижніх поверхів багатоквартирних будинків.	194
Гоблик А.В. Проблеми та підходи до моделювання динаміки розвитку містобудівних систем	207
Голик Й.М., Несух М.М. Розвиток функціонально-планувальної структури міста у взаємозв'язку із приміською зоною	215
Головенець Р.І. Геотермальні теплові насоси в системах опалення, вентиляції та кондиціонування	220
Горощак Н.Я. Особливості етапної забудови домогосподарств індивідуальної забудови в приміській зоні.....	224
Гранкіна В.В., Щербанос Ю.С. Вплив температури конденсації та пароутворення робочого тіла на коефіцієнт перетворення теплового насосу	233
Дмитренко А.Ю. Територіальний розвиток міст: демографічний аспект	240
Древаль І.В. Принципи містобудівного формування залізничних вокзалних комплексів.....	246

Дробишинець С.Я. Щебенев-мастиковий асфальтобетон, як ефективний матеріал для влаштування дорожнього покриття.....	254
Дрозд Ю.І. Особливості функціонального зонування міських територій.....	260
Дубова С.В., Зварич І.А. Дослідження впливу особливостей організації дорожнього руху на пропускну здатність ліній міського пасажирського транспорту.....	265
Єфіменко В.І., Єфіменко В.В., Кочергін П.С. Екологічні аспекти архітектурних досліджень в містобудівництві	269
Завальний О.В., Гордієнко С.М., Сосіпатов А.М., Черноносова Т.О. Основні причини загострення й можливі шляхи вирішення транспортних проблем у м. Харкові	274
Золотар Л.В. Методи визначення об'єму та структури побутових відходів для житлових територій.	283
Зубричев О.С. Особливості функціонального зонування рекреаційно-розважальних територій міського середовища.....	296
Ільчук Н.І., Парфентьева І.О., Михальчук Т.Г. Перспективи розвитку сільбищної зони м. Луцька	302
Ісась О.П., Погорельцев В.М., Чердніченко П.П. Аналіз дисертаційних робіт, захищених у спеціалізованій вченій раді д 26.056.09 у 2009 – 2012 рр.	306
Кіс Н.Ю., Голик Й.М. Вплив соціальних звичок населення на структурування сільбищних територій середнього міста (на прикладі м. Ужгорода).....	346
Коваль М.І., Рейцен Є.О. Удосконалення і розвиток планувальної організації системи вантажного транспорту у містах України	353
Конюк А.Є. Про особливості енергоекономічних містобудівельних рішень житлової забудови.....	363
Кучеренко Н.М. Підвищення ефективності забезпечення екологічної безпеки населення міст України	367
Линник І.Е. Якісний аналіз еволюції ергономічної системи «водій – транспортний засіб – транспортна мережа – середовище»	374
Лисенко І.О. Аналіз досліджень системи вертикальних доміант міста.....	378
Логвиненко О.С. Визначення функціональної і просторової складових рекреаційних систем та їх оцінка	385
Лозинская В.А. Анализ использования систем двойных стеклянных фасадов: история, зарубежный опыт.	390

ЗМІСТ ЧАСТИНИ II

Мазур Т.М., Король Є.І., Сеньковська Я.Т. <i>Передумови та засади реструктуризації виробничих територій Львова</i>	3
Мамедов А.М. <i>Дослідження факторів, що впливають на розміщення видів економічної діяльності в місті</i>	13
Мельник В.М., Мельник О.В., Смола О.Ю. <i>Ентропійна характеристика просторової орієнтації та релаксацийної повзучості глинистих ґрунтів</i>	17
Михайлов А.В. <i>Средняя удаленность городских территорий и населения г. Донецка относительно городского центра на основе учета фактора транспортной доступности</i>	24
Назаров М.Ю. <i>Архитектурно-пространственная организация крепостей Ени-Дунья и Хаджибей</i>	29
Обідний О.Б. <i>Вирішення задачі лінійного програмування при оптимізації мережі шкільних закладів м. Полтава</i>	37
Огоньок В.О. <i>Дослідження архітектурно-планувальних змін в організації об'єктів соціальної інфраструктури та умов їх розміщення</i>	42
Осетрін М.М., Погуца Т.О. <i>Основні принципи планувальних рішень пасажирських аеровокзалів (на прикладі міжнародних аеропортів України)</i> ..	61
Осетрін М.М., Солуха І.Б. <i>Екологічні проблеми крупних міст України (на прикладі м. Києва)</i>	66
Осиченко Г.О. <i>Психофізичні механізми взаємодії людини з міським середовищем</i>	71
Павленко О.А. <i>Методи формоутворення в архітектурі</i>	82
Панченко О.О. <i>Локальна симетризація міської тканини</i>	91
Парасюк Б.О. <i>Досвід реконструкції житлових будинків середньої поверховості перших масових серій</i>	96
Пасічник Р.В. <i>Розрахунок ангара у формі одно порожнинного гіперболоїда методом сіток</i>	100
Пастернак Я.М., Приходько О.С., Сулим Г.Т. <i>Вплив розмірів на параметри граничного стану тіл обертання із тонкими пружними включеннями</i>	107
Пахолук О.А. <i>Обладнання для проведення аеродинамічних досліджень будівель та конструкцій</i>	114
Пестрикова А.Г., Бурда Е.А. <i>Реновация промышленных территорий как один из эффективных методов улучшения городской среды</i>	122

Петруня О.М. <i>Перспективи розвитку системи технічного обслуговування легкового індивідуального автомобільного транспорту в містах України</i>	133
Постернак О.М., Постернак М.М. <i>Принципи забезпечення надійності підсиленних залізобетонних конструкцій при реконструкції будівель та споруд</i>	140
Пошивач Д.В. <i>Розв'язання плоскої задачі теорії пружності методом перекресних прямих</i>	144
Приступа О.В. <i>Дерев'яний декор житлової архітектури Луцька кінця XIX – початку XX століття</i>	153
Рабінська О.П. <i>Ефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків</i>	159
Рейцен Є.О. <i>Особливості розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури в західному регіоні України (досвід кафедри міського будівництва КНУБА)</i>	164
Римшин В.И., Иванов В.В. <i>Практика градостроительства. Реконструкция набережной Днепра в Смоленске</i>	169
Ромашко О.В. <i>Раціональне використання міських територій, призначених для об'єктів інфраструктури вантажного транспорту</i>	177
Савченко О.О. <i>Фактори, що впливають на формування зон психологічної реабілітації в структурі православних монастирських комплексів</i>	185
Сільник О.І. <i>Розвиток архітектурно-планувальної структури прибуткових будинків Львова у XVIII – початку XX ст.</i>	190
Синій С.В., Біскуб П.І., Сунак П.О., Тарасюк Р.І., Гошко З.О. <i>Сучасні матеріали у технології та обладнанні очищення води штучних плавальних басейнів</i>	196
Сільчук В.О. <i>Про підвищення безпеки руху пішоходів на вулично-дорожній мережі міста</i>	204
Скрипаль О.М. <i>Про формування еколого орієнтованої планувальної організації міського середовища</i>	209
Смаль М.В., Дзюбинська О.В. <i>Особливості екологічної оптимізації міст</i>	218
Смоляк В.В., Козинюк Н.В. <i>Архітектура садиби Грохольських в П'ятничанах (м. Вінниця)</i>	223
Смоляк В.В., Тимошенко О.Е. <i>Особливості архітектури дерев'яних православних храмів на східному Поділлі</i>	229

Соколенко О.В. Містобудівні проблеми розвитку промислових міст Донбасу в умовах деградації містоутворюючої бази (на прикладі м. Алчевська центра Алчевсько - Стаханівської агломерації).....	235
Старжинський Ю.М. Передумови організації пішохідних просторів сучасних житлових районів великих міст.....	242
Стародуб І.В. Переміщення в структурі бюджету часу міського населення..	254
Струтинський В.М. Особливості екологічно орієнтованої реконструкції житлової забудови 50-80 р. ХХ ст. в країнах ЄС.....	261
Сунак О.П., Шмігель Р.В. Підсилення стінки залізобетонного циліндричного резервуару шаром сталевібробетону	276
Сурьянинов Н.Г., Павленко И.В. Построение функции Грина при решении задачи изгиба ортотропной пластины численно-аналитическим методом граничных элементов.....	281
Ткаченко Р.Б. Прочность анкеровки арматурных стержней класса А500С акриловыми клеями.....	286
Фоменко М.С. Транспортний потік як об'єкт управління	293
Христецька О.В. Енергозбереження при комплексній реконструкції застарілого житлового фонду.....	300
Христюк Ю.С. Організація дозвілля дітей шляхом функціональної ревіталізації міського середовища.....	305
Черненко К.В. Технологія монтажу великоблочних покриттів вантажно - підйомними крокуючими модулями (ВПКМ)	310
Швець Л.М. Фактори впливу на розвиток залізничних вокзальних комплексів малих та середніх міст	315
Шебек Н.М., Шемтоуб Согол Методика исследования закономерностей формирования архитектурной среды многофункциональных комплексов	320
Шеремета Я.М., Плешкановська А.М. Процес реконструкції території застарілого житлового фонду при різних джерелах фінансування	327
Широков В.В., Стецько А.Є., Широков О.В., Мельник Ю.А. Підвищення експлуатаційних характеристик робочих поверхонь швидкозношуваних деталей будівельних машин та устаткування дифузійним боруванням.....	335
Широков В.В., Шостак А.В., Арендар Л.А. Прецизійне профілометрування та можливості мультифрактального аналізу гетерогенних поверхонь тертя...	345
Шолух Н.В., Черныш М.А. Культурно-историческая среда в промышленных городах Европы: опыт сохранения и регенерации.....	354

Юревич О.М. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи.....	362
Яковенко К.А. Принципы реформирования магистральной уличной сети города в условиях роста уровня автомобилизации.....	367
Яценюк О.А. Енергозбереження в житлово-комунальному секторі	373

ЗМІСТ ЧАСТИНИ ІІІ

Андрійчук О.В., Бондарський О.Г. <i>Теоретичне визначення механічних характеристик дрібнозернистого сталевібробетону та порівняння їх із експериментально отриманими даними</i>	3
Белятинський А.О., Краюшкина Е.В. <i>Использование отвалных шлаков разных производств в дорожном строительстве</i>	10
Бірюков Д.С., Заславський В.А., Сідляренко А.І. <i>Планування заходів з усунення аварійно-небезпечних ділянок на автомобільних дорогах</i>	19
Богаченко В.М., Гончаренко М.В. <i>Визначення зносу автомобільної дороги</i>	24
Вардовський С.В., Белятинський А.О. <i>Дослідження потоків малої глибини, методи дистанційного визначення та оповіщення</i>	29
Дробишинець С.Я., Шимчук О.П. <i>Використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві</i>	34
Жданюк В.К., Лапченко А.С., Шрестха Р.Б., Панасюк Я.І. <i>Модулі пружності цементогрунту з добавками латексу Butonal NS 198 та поліпропіленової фібри</i>	38
Зеленкова Г.Ф. <i>Покращення структури штучних будівельних конгломератів (ШБК)</i>	41
Кіяшко Д.І. <i>Дослідження впливу пристрою примусового зниження швидкості на користувачів дорожніх послуг</i>	48
Коваль М.І., Рейцен Є.О. <i>Оптимізація обслуговування вантажних перевезень різними видами транспорту (на прикладі авіатранспорту)</i>	54
Ковальчук А.Ю. <i>Досвід та перспективи використання тепловізійного контролю у визначенні стану дорожніх та аеродромних конструкцій</i>	59
Колобова І.О. <i>Переваги конструкцій дорожнього полотна з використанням сталевібробетону</i>	63
Литвиненко Т.П., Смілянець Л.В. <i>Принципи включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту</i>	67
Маліков В.В., Боярчук Б.А., Куліш М.В. <i>Аналіз результатів польових вишукувань ШЗПС військового аеродрому м. Луцька</i>	73
Минаков А.С., Кіяшко І.В., Шрестха Раджу Баде <i>Прогнозирование температуры асфальтобетонной смеси при транспортировании ее к месту укладки</i>	78

Онищенко А.М., Невінгловський В.Ф., Різніченко О.С., Аксьонов С.Ю., Панченко О.О. <i>Методика прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття на мостах</i>	83
Пархоменко О.Ю. <i>Ударно-імпульсний метод визначення товщини конструкцій з цементобетону</i>	88
Піліпака Л.М. <i>Використання методу імітаційного моделювання просторового положення траси автомобільної дороги для проектування гірських доріг</i>	92
Резнік О.М., Белятинський А.О. <i>Актуальність проблеми аквапланування в дорожньому будівництві</i>	97
Ряпухін В.М., Батракова А.Г., Процюк В.О. <i>Дослідження зв'язку між електрофізичними та деформаційними характеристиками ґрунту</i>	102
Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О. <i>Вдосконалення методів розрахунку асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів з урахуванням їх термoplastичних властивостей</i>	108
Скопович Р.В., Гайдукевич В.А. <i>Практична методика оцінки відповідності дорожнього середовища та психофізіологічного стану водія</i>	113
Солоненко І.П. <i>Цементобетонные композиции на основе добавки ХТС-6 для дорожного строительства</i>	118
Талах Л.О., Шимчук О.П. <i>Аналіз причин утворення тріщин у дорожніх покриттях та технології їх усунення</i>	123
Терещук В.П., Омельчук С.К. <i>Створення просторового коридору дороги, поєднуючи архітектуру та ландшафт</i>	131
Ткаченко І.В., Литвиненко Т.П. <i>Визначення геометричних параметрів просторового коридору автомобільних доріг</i>	135
Токмиленко О.С., Горбачев П.Ф. <i>Влияние вертикального профиля дороги на затрату энергии при движении на велосипеде</i>	141
Угненко Є.Б., Коваленко Л.О., Гредасова О.Ю. <i>Визначення величини пропускної здатності на існуючих автомобільних дорогах</i>	146
Угненко Е.Б., Мусиенко И.В. <i>Концепция трассирования дорог методом гибкого браслета</i>	150
Угненко Є.Б., Фоменко Г.Р. <i>Безпека руху на територіальних автомобільних дорогах</i>	155
Хазін В.Й. <i>Принципи трасування обхідних автомобільних доріг навколо населених пунктів</i>	159
Чередніченко П.П. <i>Алгоритм розв'язання задачі ув'язки поперечних профілів магістралей на їх перетинах в різних рівнях</i>	165

Шкіт М.А., Дзюба П.П. Накладання траєкторії руху автопоїздів на дорожні розв'язки в одному рівні	171
Шур'яков М.В. Аналіз формул для визначення динамічного модуля деформації дорожніх конструкцій.....	175

Шановні науковці!

В Київському національному університеті будівництва і архітектури продовжують видаватися науково-технічні збірники „Містобудування та територіальне планування” (відповідальний редактор професор Осетрін М.М.) і „Сучасні проблеми архітектури та містобудування” (відповідальний редактор професор Дьомін М.М.), які визнані ВАК України, як наукові фахові видання України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Випуски збірників в обов'язковому порядку розсилаються в бібліотеки та організації згідно вимог ВАК України до розсилки авторефератів дисертацій, в бібліотеки провідних профільних науково-дослідних та проектних організацій, вищих навчальних закладів освіти в яких ведеться підготовка фахівців за напрямками „Архітектура” та „Будівництво”, а також окремим провідним фахівцям вказаних напрямів, які є членами спеціалізованих вчених рад по присудженню відповідних наукових ступенів.

Збірники видаються за рахунок коштів авторів та спонсорів.

Стислі вимоги до статей.

Повні вимоги надруковані у статті Мамедова А.М., Товбича В.В. і Чередніченка П.П. у випуску збірника за №34, а стислі вимоги в №35.

Рукописи статей, що подаються до нашого збірника, повинні бути оформлені на аркушах формату А4 з полями: верхнім - 25 мм (для розміщення в подальшому колонтитулу), боковими і нижнім - 20 мм (для зручності виготовлення макету і розмножувальних матеріалів). Вони подаються українською або російською мовами у відповідності до вимог, викладених в постановках президії ВАК України від 10.02.1999 р. №1-02/3 „Про публікації результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук та їх апробацію” та від 15.01.2003 р. №7-05/1 „Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України”, в електронному виді та відповідно у роздрукованому вигляді на аркушах формату А4 (без нумерації сторінок (для великих статей можлива нумерація на звороті роздруківки) та обов'язково з підписом автора (ів) на останній сторінці), в текстових редакторах типу Word шрифтом Times NR Суг 14 р., який повинен бути відформований в межах формату 245х170 мм з інтервалом 18 пт. (набирається в позиції "точно");

Кожна стаття повинна мати свій індекс УДК (Універсальної десятичної класифікації), який розміщується в лівому верхньому куті. Прізвища авторів та їх відповідні ініціали, титули і звання, повну назву організації (закладу) слід розміщувати з правого боку.

Заголовок набирається великими буквами, жирним шрифтом, того ж розміру (14 р.) і форматується по центру. Над заголовком і під ним пропускається один рядок.

Потім після заголовку і підзаголовних даних розміщують анотацію на мові тексту матеріалу, що публікується. Далі через один рядок перед текстом

наводять ключові слова, які вибирають з тексту цього матеріалу і виділяють поліграфічними засобами (бажано курсивом того ж шрифту).

По тексту статті повинно бути чітко видно стан проблеми, її актуальність і новизна, особистий вклад автора (авторів) в це дослідження. Якщо передбачається публікація матеріалу частинами в декількох випусках збірника то кожен частину слід завершувати поміткою „Продовження (закінчення) буде”. На сторінках з початком кожної наступної частини матеріалу, що публікується, в підстрочному зауваженні або перед текстом роблять помітку „Продовження (закінчення)” та вказують номер (и) випуску (ів) видань, в якому (их) були надруковані попередні частини цього матеріалу.

Рисунки та формули повинні бути вмонтовані в її електронний текст по місцю автором і чітко читатись в форматі сторінок збірника (фактично на аркуші формату А5 після відповідного зменшення тексту на форматі А4).

Після тексту статті повинно бути розміщено пристатейні бібліографічні списки у відповідності до державних стандартів, в яких відповідні записи повинні бути пронумеровані, а по тексту статті зроблені відповідні на них посилання.

Після бібліографічного списку необхідно розмістити анотації на англійській мові та ще на одній з мов, що не відповідає мові оригіналу статті – російській або українській.

До матеріалів статті необхідно додавати авторську довідку (вказати місце роботи чи навчання, посаду, наукові ступені та вчені звання, контактні телефони, поштову адресу для переписки, при можливості „Email”) та рекомендацію наукового підрозділу, де підготовлена стаття, у вигляді витягу з протоколу засідання, на якому вона розглядалась, завіреного керівництвом та печаткою закладу, для опублікування у відповідному науково-технічному виданні.

За зміст статті несуть відповідальність автор та науковий підрозділ, який рекомендував її для опублікування. Рецензент статті (призначається редколегією) несе моральну відповідальність за рекомендацію статті до друку.

Контакти:

Збірник „Містобудування та територіальне планування”:
відповідальний секретар, доцент кафедри міського будівництва КНУБА Чередніченко Петро Петрович – робочий тел. 24-15-543 та 245-42-04; мобільний – 8-067-442-13-36 (він же заступник відповідального секретаря збірника „Сучасні проблеми архітектури та містобудування”).

Збірник „Сучасні проблеми архітектури та містобудування”:
відповідальний секретар, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА Товбич Валерій Васильович – робочий тел. 245-48-40; мобільний – 8-067-442-77-45.

Наукове видання

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

Науково-технічний збірник

Випуск 45
у трьох частинах

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Державному комітеті інформаційної політики України (серія КВ № 4186 від 10 травня 2000 року).

Визнаний ВАК України, як наукове фахове видання України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанови президії ВАК України від 10 листопада 1999 р. №3-05/11 та 10 лютого 2010 р. №1-151).

Перелік розсилки даного збірника опубліковано у випуску № 4 за 1999 рік.

Вимоги до оформлення рукописів статей для опублікування в збірнику наведено у випусках №35 за 2009 рік та №42 за 2011 рік.

Зміст випусків збірника з №1 по №19 опубліковано у випуску за №20, а випусків з №20 по №39 опубліковано у випуску за №40.

З випусками збірника, починаючи з №10, можна ознайомитись на сайті <http://www.nbuv.gov.ua> національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського та на сайті <http://library.knuba.edu.ua> бібліотеки КНУБА.

Статті можна надіслати за адресою електронної пошти: zbirnyk@yahoo.com

До відома авторів статей та спонсорів!

Реквізити КНУБА для перерахування коштів за опублікування статей та спонсорської підтримки видання:

Одержувач: КНУБіА
Банк одержувача: ГУДКУ у м. Києві;
Код ЗКПО: 02070909;
Код банку: 820019;
Р/р: 35229004000923;
Інд. подат. № 020709026580;
Свідоцтво № 36064754;
КПК 2201160 КНУБА
з поміткою “На видання збірника “Містобудування та територіальне планування”.

Адреса редколегії: 03037, м.Київ-37, Повітрофлотський пр., 31. КНУБА.
Тел.: 241-55-43, 245-42-04.

Підписано до друку 30.10.2012 р. Формат 60x84¹/₁₆.
Обл.-вид. арк. . Тираж 150. Зам. №

Фірма “ВІПОЛ”

03151, м.Київ-151, вул. Волинська, 60