

РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

УДК 625.7/.8

Балашова Ю.Б., канд. техн. наук, **Усиченко О.Ю.**, канд. техн. наук,
Каськів С.В., **Рахімов Ч.С.**

ПРОБЛЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ І БУДІВНИЦТВА АВТОМАГІСТРАЛЕЙ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті розглянуті проблеми проектування і будівництва автомагістралей, проаналізований транспортно-експлуатаційний стан доріг та запропонований метод підвищення властивостей дорожнього одягу для різних видів асфальтобетону шляхом армування геосинтетичними матеріалами.

Ключові слова: автомагістралі, автомобільні дороги, армування, геосинтетичні матеріали, дорожній одяг, асфальтобетон.

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы проектирования и строительства автомагистралей, проанализировано транспортно-эксплуатационное состояние дорог и предложен метод повышения свойств дорожной одежды для разных видов асфальтобетона путем армирования геосинтетическими материалами.

Ключевые слова: автомагистрали, автомобильные дороги, армирование, геосинтетические материалы, дорожная одежда, асфальтобетон.

Abstract. The article considers problems of design and construction of highways, analysis of transport-operational condition of roads and the method of improving properties of the pavement for various types of asphalt reinforcement by geosynthetic materials.

Keywords: highways, roads, reinforcement, geosynthetic materials, road pavement, asphalt-concrete.

Вступ

Будівництво автомобільних магістралей відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку країни, адже розвинена транспортна система є передумовою економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності національної економіки і якості життя населення.

Інтеграція України у європейське та світове господарство, розширення торговельно-економічних зв'язків з країнами ЄС, необхідність подальшого розвитку галузей економіки актуалізує можливості використання транзитного потенціалу України. Територією України проходять три міжнародні транспортні коридори: пан'європейський №3 Берлін (Дрезден) - Вроцлав - Львів - Київ, пан'європейський №5 Трієст - Любляна - Будапешт (Братислава) - Львів, пан'європейський №9 Гельсінкі - Санкт-Петербург (Москва) - Київ - Кишинів (Одеса) - Бухарест - Димитровград – Александрополіс [1]. Втрати економіки України внаслідок невикористання транзитного потенціалу та спрямування транзиту в обхід її території з причини незадовільного стану доріг близько 2,5 – 3,0 млрд. дол. США на рік [2].

Разом з тим, протягом останніх двадцяти років протяжність автомобільних доріг практично не збільшувалася, їх щільність значно менша, ніж у розвинених країнах. Фактичне фінансування автодорожньої галузі за останні 10 років становило 14-34% від мінімально необхідної потреби на ремонт та утримання мережі автомобільних доріг. Середня швидкість руху на автомобільних дорогах є у 2-3 рази меншою, ніж у західноєвропейських країнах.

Спостерігається відставання в розвитку транспортної мережі, перш за все в розвитку автомобільних доріг загального користування від темпів автомобілізації країни. Протягом останніх двадцяти років їх протяжність практично не збільшувалася, у той час як за цей самий період у Європі швидкими темпами будувались автомагістралі. У результаті щільність автомобільних доріг в Україні у 5,9 разів менше, ніж у Франції (відповідно 0,28 та 1,65 кілометра доріг на 1 кв. кілометр площі країни). Протяжність швидкісних доріг в Україні становить 0,28 тис. кілометрів, у Німеччині - 10,9 тис. кілометрів, у Франції – 7,1 тис. кілометрів, а рівень фінансування одного кілометра автодоріг в Україні відповідно у 5,5 – 6 разів менше, ніж у зазначених країнах.

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автодоріг: 51,1 % не відповідає вимогам за рівністю, 39,2 % - за міцністю. Середня швидкість руху на автодорогах України у 2 - 3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах.

Незадовільним є рівень безпеки дорожнього руху. Кількість загиблих на 1000 автомобілів в Україні перевищує відповідний показник Польщі у 2,5 разу, Франції – у 5-6 разів, Швеції – у 10-11 разів [3].

Низька якість та незадовільний стан доріг підтверджується міжнародними експертами. Так, за оцінками експертів Світового економічного форуму, Україна у 2014-2015 роках отримала 2,2 бали з 7 можливих та посіла 139 місце зі 148 країн за показником якості автомобільних доріг [4].

Основна частина

Мережа автомобільних доріг загального користування України складає 169,6 тис. км., з них: дороги державного значення – 52,0 тис. км, дороги місцевого значення – 117,6 тис. км, комунальні дороги – 260 тис. км (рис. 1,2) [5].

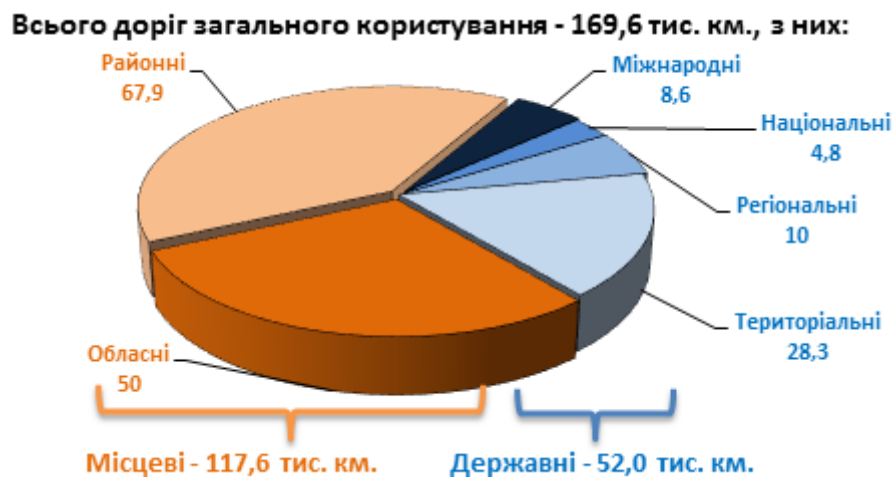


Рисунок 1 – Дані Міністерства інфраструктури о дорогах загального користування в Україні в 2015-2016 роках

Із загальної протяжності доріг з твердим покриттям дороги з удосконаленими типами покриття (цементобетон, асфальтобетон, чорні шосе) становлять 79%, решта – з перехідними типами (білі щебеневі і гравійні, бруківки).

Сучасна мережа автомобільних доріг характеризується високим рівнем фізичного та морального спрацювання. Майже 75% автомобільних доріг

загального користування було запроектовано та збудовано в 60-70 роках минулого століття під розрахункове навантаження до 6,5 тонн на вісь, мостові споруди під загальну масу транспортного засобу до 36 тонн. З того часу навантаження на автомобільні дороги, особливо транзитних напрямків, значно зросли. Швидкий розвиток руйнувань дорожніх конструкцій, на які існуюча мережа доріг не розрахована, обумовлений зростанням інтенсивності руху та збільшенням вагових навантажень від транспортних засобів. Результатом є погіршення стану доріг, утворення на покритті зсувів, колійності та інших деформацій, чим створюється реальна загроза безпеці дорожнього руху.

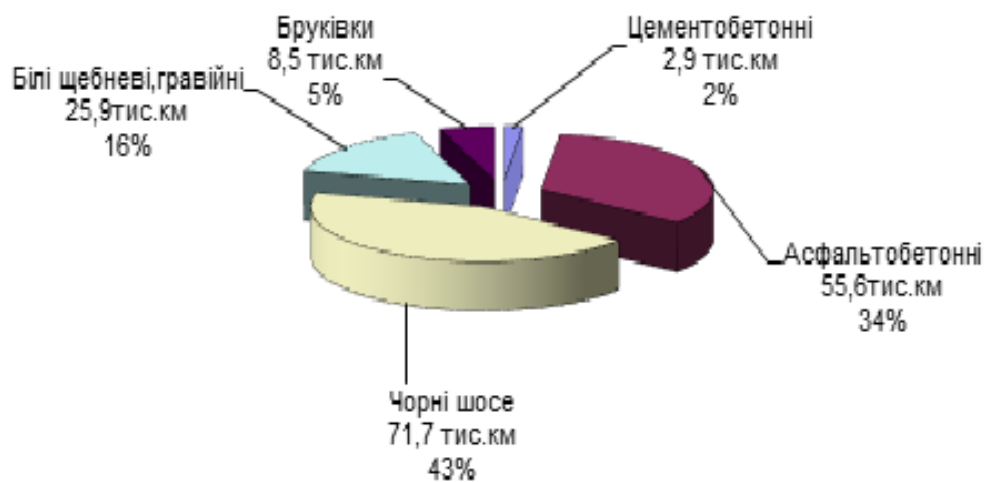


Рисунок 2 – Покриття автомобільних доріг України в 2015-2016 роках

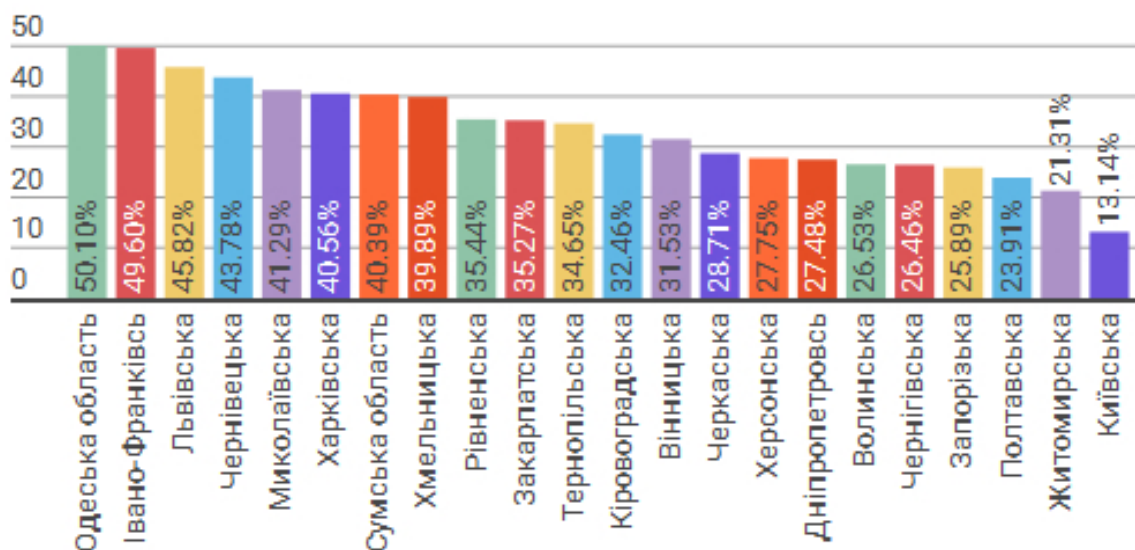


Рисунок 3 – Рейтинг областей України з найгіршими дорогами [6]

Безпосередньо на розвиток мережі і утримання автомобільних доріг загального користування в Україні витрачається близько 5,5 тис. дол. США на 1 км, що менше у порівнянні з Білоруссю у 2,4 рази, з Польщею - у 3,1 рази, з провідними країнами ЄС - у 8-9 разів [1].

За даними Державного агентства автомобільних доріг України («Укравтодор»), орієнтовна нормативна вартість будівництва 1 км автодороги першої категорії (дорога з обов'язковою розділювальною смугою і 2-4 смугами для руху в одному напрямку) у прив'язці до цін 2015 року коливається в межах 70-100 млн грн, тоді як вартість реконструкції 1 км автомобільної дороги I-ї категорії коливається в межах 40-80 млн грн, капітального ремонту - 20-30 млн грн, поточного середнього ремонту - 8-12 млн грн. Разом з тим, в "Укравтодорі" вважають, що будувати дороги в Україні набагато дешевше, ніж в інших провідних країнах світу. Як доказ Держагентство автодоріг наводить дані Державного дорожнього науково-дослідного інституту ім. Шульгіна, згідно з яким вартість будівництва 1 км автомобільної дороги першої категорії в США становить 10 млн. дол., у Канаді - 11 млн. дол., а в країнах Європи - від 10,5 млн. дол. до 14,5 млн. дол. "Укравтодор" також оцінює мінімальну потребу у фінансуванні дорожнього господарства, зокрема, для проведення капремонтів автомобільних доріг державного значення - до 500 млрд. грн. В даний час понад 150 тис. км із 170 тис. км дорожньої мережі загального користування України потребують капітального і поточного ремонту або реконструкції. Доречі, бюджетне фінансування на 2016 рік складає 3,5 млрд. грн. (що складає 0,7% від необхідного фінансування). На ці кошти у 2016 році планується відремонтувати 728 км доріг. Трійка лідерів фінансування із держбюджету представлена наступним чином: Івано-Франківська область (461,5 млн. грн; 72,25 км); Дніпропетровська область (395,8 млн. грн; 88,2 км) і Одеська область (282,2 млн. грн; 45,3 км) [7,8].

Нажаль, сучасне фінансування будівництва автомобільних магістралей є недостатнім для впровадження в життя всіх нових проектів розвитку автомобільного господарства України [9-11]. Саме тому зараз є необхідністю застосування нових ресурсозберігаючих методів проектування і будівництва автомобільних магістралей. На даний час в усіх країнах світу для забезпечення стійкості земляного полотна і дорожнього одягу використовують геосинтетичні матеріали. Завдяки застосуванню нових геосинтетичних матеріалів зростають темпи будівельних робіт, підвищується якість та надійність дорожніх

конструкцій, заощаджуються матеріальні ресурси за рахунок збільшення міжремонтних термінів, зменшення транспортних витрат та техніки [12,13].

Застосування геосинтетичних матеріалів при будівництві земляного полотна автомобільних магістралей дозволяє досягти: підвищення стійкості основи й укосів земляного полотна; зменшення площі землі, відведеної для будівництва; зменшення обсягу земляних робіт (при зменшенні кута закладання укосу); зниження витрат традиційних дорожньо-будівельних матеріалів; зниження нерівномірності деформацій; зниження строків будівництва за рахунок швидшого осідання насипу; поліпшення умов відсіпання і ущільнення насипу; підвищення експлуатаційної надійності, якості виконання робіт і збільшення строків служби дорожніх конструкцій.

Метою застосування синтетичних матеріалів в якості армування асфальтобетонних шарів є перерозподіл зусиль в конструкції дорожнього одягу для підвищення живучості і запобігання тріщиноутворенню в асфальтобетонних шарах, підвищення несучої здатності та збільшення строку служби конструкції в цілому [14,15].

Високі вимоги пред'являються до дорожнього покриття автомобільних магістралей. Дорожній одяг повинен відповідати сучасним світовим вимогам. Найбільшим деформаціям схильний верхній шар дорожнього одягу, тому перерозподіл горизонтальних та зниження вертикальних напружень в асфальтобетонному шарі та в результаті не допущення утворення тріщин за допомогою армуючих елементів є актуальною задачею сьогодення.

Метою досліджень є пошук ресурсозберігаючих матеріалів, нових конструктивних рішень для підвищення довговічності конструкцій дорожнього одягу та зменшення зайвих витрат із державного бюджету країни за рахунок збільшення міжремонтних строків.

Для досліджень було використано чотири види асфальтобетону:

- асфальтобетон щільний I марки на бітумі БНД 40/60;
- асфальтобетон щільний I марки на бітумі БНД 60/90;
- асфальтобетон щільний II марки на бітумі БНД 90/130;
- асфальтобетон щільний II марки на бітумі БНД 130/200.

У якості армуючого матеріалу для посилення верхнього шару дорожнього одягу було використано три види геосинтетичного матеріалу: Armatex RSR, Hatelit, Poliyfelt PGM – 14.

Вартість кожного виду асфальтобетону розраховувалася в компоновці з трьома видами геосинтетичного матеріалу. Шар посилення при розрахунках змінювався від 4 до 9 см. Отримані результати вартості армованого асфальтобетону I марки на бітумі БНД 40/60 та БНД 60/90 для різної товщини наведені на рис. 4, 5.

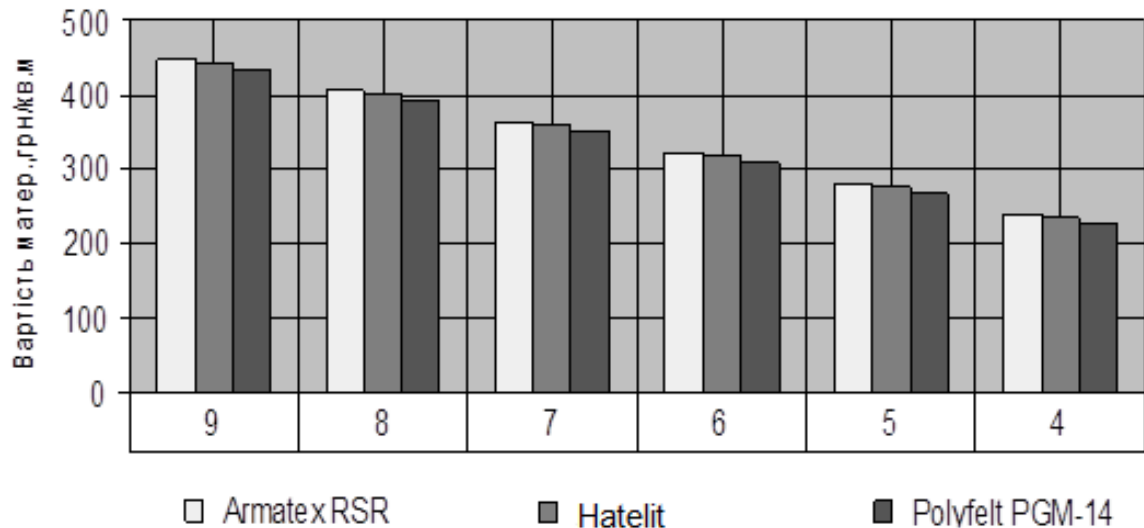


Рисунок 4 – Діаграма вартості армованого асфальтобетону I марки на бітумі БНД 40/60

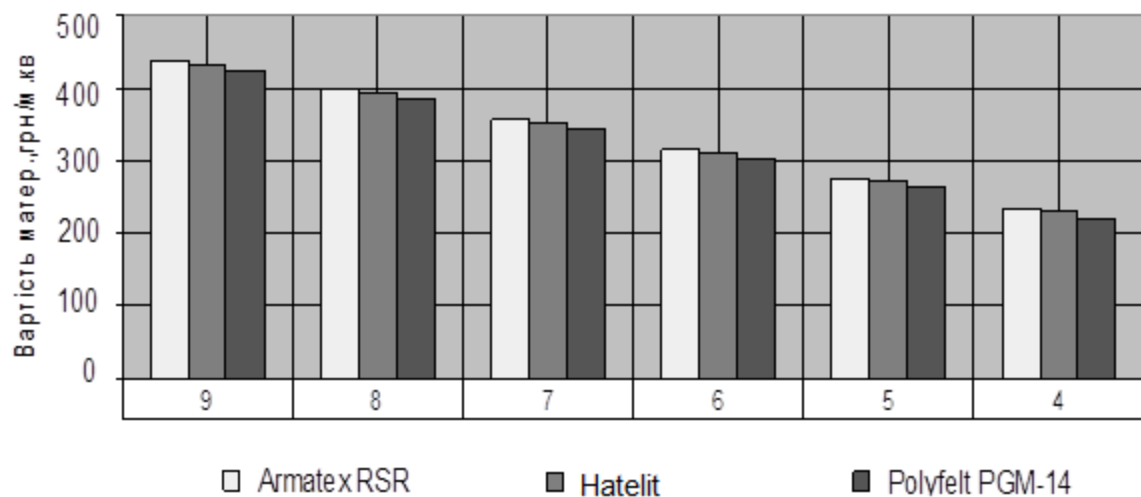


Рисунок 5 – Діаграма вартості армованого асфальтобетону I марки на бітумі БНД 60/90

Аналогічні результати отримані для асфальтобетону II марки на бітумі БНД 90/130 та 130/200.

Висновки

В результаті проведених розрахунків отримано потрібний модуль пружності для неармованого дорожнього одягу, а також коефіцієнти міцності і

модуль пружності армованого дорожнього одягу для різної товщини асфальтобетону. Результати розрахунків зальних модулів пружності показують, що армування верхнього шару посилення геосинтетичними матеріалами значно підвищує характеристики міцності дорожнього одягу. Дослідження коефіцієнту міцності показали, що рекомендована товщина неармованого асфальтобетону складатиме 8-9 см, армованого 6-7 см. Розрахунок вартості неармованого асфальтобетону товщиною 8-9 см у порівнянні з вартістю армованого геосинтетичними матеріалами Armatex RSR, Hatelit, Poliyfelt PGM асфальтобетону товщиною 6-7 см, показав подорожчання конструкції на 10-30 %. Однак, незважаючи на подорожчання довговічність армованої конструкції значно підвищується і міжремонтні строки значно зростають.

Проведені дослідження показали ефективність застосування геосинтетичних матеріалів для підвищення характеристик міцності і деформаційності різних видів асфальтобетону. Зростання витрат на будівництво армованого дорожнього одягу є окупним за рахунок зменшення бюджетних коштів на ремонт і утримання дорожнього покриття.

Література

1. Деякі питання реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р. [Електронний ресурс] – Доступно з: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/432-2015-%D1%80>
2. Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортно-дорожнього комплексу України / [Собкевич О. В., Михайличенко К. М., Ємельянова О. Ю.]. – К.: НІСД, 2014. – 60 с.
3. Транспортна стратегія України на період до 2020 року Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. N 2174-р [Електронний ресурс]. – Доступно з: http://new.mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf
4. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/Ukraine.pdf>
5. Технічний стан автомобільних доріг загального використання / Міністерство інфраструктури України [Електронний ресурс] – Доступно з: <http://new.mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stand-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html>
6. Апостроф «Где в Украине самые плохие дороги» [Електронний ресурс] – Доступно з: <http://apostrophe.com.ua/article/society/2016-03-23/gde-v-ukraine-samyie-plohie-dorogi-infografika-karta-stoimost-remonta/3820>

7. Виконання Державного бюджету України [Електронний ресурс] – Доступно з: <http://www.treasury.gov.ua/main/uk/doccatalog/list?currDir=257806>
8. Звіт Державного агентства автомобільних доріг України про виконання Державного бюджету України за 2014 рік [Електронний ресурс] – Доступно з: http://www.ukravtodor.gov.ua/diyalnist-golovnogo-rozporyadnika-byudzhethnikh-koshtiv-zviti-pro-vikoristannya-koshtiv/%D1%81_zvit-derzhavnogo-agentstva-avtomobilnikh-dorig-ukraini-pro-vikonannya-derzhavnogo-byudzhetu-ukraini-za-2014-rik.html
9. Дорожня галузь і система управління нею до і після реформи [Електронний ресурс] – Доступно з: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=248391825&cat_id=246711250
10. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування на 2013 - 2018 роки/Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2012 р. № 719-р // Офіційний вісник України від 05.10.2012. - 2012. - № 73. - С. 2943.
11. Пояснювальна записка до Проекту Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про автомобільні дороги». - [Електронний ресурс] – Доступно з: <http://www.ukravtodor.gov.ua/uploads/files/2015-01-16-09-57-41-zapiska.pdf>.
12. Споруди транспорту. ВБН В.2.3-218-544:2008: Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві. - [чинний від 2008-10-14]. – Київ: Укравтодор, 2008. – 122 с.
13. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. – К.: Укравтодор, 2014. – 144 с.
14. Савенко В.Я. Теоретичні основи розрахунку асфальтобетонних шарів, армованих синтетичними прошарками / В.Я. Савенко, О.В. Василевич // Автошляховик України. – 2002. – № 4. – С. 37-39.
15. Василевич О.В. До питання взаємодії геосинтетичного армуючого прошарку у вигляді сітки із асфальтобетонним шаром / О.В. Василевич // Вісник НТУ, ТАУ. - Київ: НТУ, 2002. - Вип. 7. – С. 125-126.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдипроддор".

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **21.07.2016 р.**

ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ

УДК 691.32

Дворкін Л.Й., д-р техн. наук, **Марчук В.В.**, канд. техн. наук,
Фурсович М.О., канд. техн. наук.

РОЗРАХУНОК СКЛАДІВ ДОРОЖНИХ БЕТОНІВ З ЗАДАНОЮ МОРОЗОСТІЙКІСТЮ

Анотація. У статті пропонується методика проектування складу дорожніх бетонів. Розглянуті основні особливості, шляхи досягнення і регулювання властивостей дорожніх бетонів, які направлені на підвищення їх довговічності й ефективності

Ключові слова: довговічність, дорожний бетон, морозостійкість, суперпластифікатор.

Аннотация. В статье предложена методика проектирования состава дорожных бетонов. Рассмотрены основные особенности, пути достижения и регулирования свойств дорожных бетонов, направленных на повышение их долговечности и эффективности

Ключевые слова: долговечность, дорожный бетон, морозостойкость, суперпластификатор.

Abstract. The method of designing the composition of road concrete. The main features, achieving and controlling the properties of concrete road, aimed at increasing their efficiency and durability

Keywords: durability, frost-resistance, road concrete, superplasticizer.

Вступ

Покриття автомобільних доріг і аеродромів експлуатуються у складних умовах і повинні відповідати ряду спеціальних вимог. Дорожні бетони працюють на згин як плита на пружній основі, тому поряд з міцністю при

стиску важливим показником механічних властивостей дорожніх бетонів є міцність на розтяг при згині.

Основна частина

Класи бетонів за міцністю на розтяг при згині і стиску призначаються залежно від виду покриття і положення шару бетону в конструкції покриття дороги, а також інтенсивності розрахункового навантаження (табл.1).

Таблиця 1 – Мінімальні проектні класи за міцністю для дорожнього бетону

Призначення шару	Інтенсивність розрахункового навантаження, од/діб	Мінімальна проектна міцність бетону, МПа	
		на стиск	на розтяг при згині
Одношарове покриття або верхній шар двошарового покриття	більше 2000	45	5,5
	від 1000 до 2000	40	5,0
	від 500 до 1000	30	4,5
	менше 500	25	4,0
Нижній шар двошарового покриття	більше 2000	-	4,5
	від 1000 до 2000	-	4,0
	від 500 до 1000	-	3,5
	менше 500	-	3,0
Монолітна основа під покриття цементобетонне	—	5	10
		10	15
		15	20

Показник міцності на стиск є непрямою характеристикою його зносостійкості. Опір зношуванню при експлуатації дорожніх покриттів є зазвичай достатнім при міцності бетону на стиск вище 30 МПа.

Між міцністю цементного бетону на стиск і розтягом при згині є стійкий кореляційний зв'язок (рис.1).

Для важкого бетону міцність бетону на розтяг при згині $f_{c,tf}$ залежно від міцності на стиск f_{cm} у МПа орієнтовно можна визначити за формулою:

$$f_{c,tf} = 0.08(10 f_{cm})^{2/3}. \quad (1)$$

Міцність важкого цементного бетону при згині коливається, як правило, в інтервалі 0,1...0,2 міцності при стиску.

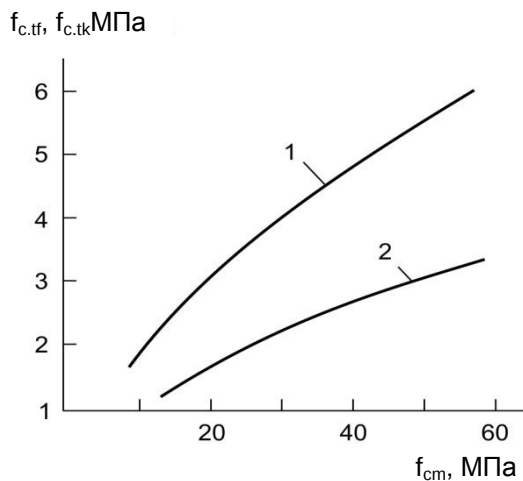


Рисунок 1 – Залежність міцності бетону на розтяг при згині $f_{c,tf}$ (1) і осьовий розтяг $f_{c,tk}$ (2) від міцності при стиску f_{cm}

Співвідношення

$f_{cm}/f_{c,tf}$ підвищується зі збільшенням міцності на стиск. Зі збільшенням віку бетону його міцність при згині зростає більш повільно, ніж міцність при стиску і співвідношення $f_{cm}/f_{c,tf}$ збільшується. Суттєвий

вплив на опір бетону розтягу і згину чинять вид заповнювачів і характер їх поверхні: міцність підвищується при застосуванні чистих заповнювачів із гострими і шорсткуватими зернами. Міцність при згині бетону на основі щебеню на 15...20 % вища ніж бетону на гравію. Вона також збільшується при застосуванні досить міцних пористих заповнювачів, що пояснюється їх хорошим зчепленням із цементним каменем. Значний ефект збільшення міцності бетону на згин досягається при застосуванні полімерних добавок.

Морозостійкість дорожнього бетону забезпечується застосуванням відповідних вихідних матеріалів, повітровтягувальних і пластифікуючих добавок, правильним призначенням складів бетонної суміші з необхідними обмеженнями витрати води і водоцементного відношення, а також достатнім ущільненням бетону і доглядом за ним. Одним з основних способів досягнення достатньо високої морозостійкості дорожнього також як і інших видів бетону є введення необхідної кількості втягнутого повітря. Бетони марки за морозостійкістю F100 і вище для дорожніх і аеродромних покриттів варто виготовляти з обов'язковим застосуванням повітровтягувальних або газоутворювальних добавок.

Для розрахунку необхідного об'єму втягнутого повітря може бути використана емпірична формула:

$$V_{ng} = \frac{\ln\left(\frac{F}{A_1 \cdot f_{cm}^{A_2}}\right)}{A_3}, \quad (2)$$

де F і f_{cm} – відповідно нормовані показники критичного числа циклів заморожування і відтавання і міцності бетону при стиску; A_1 і A_2 – коефіцієнти,

обумовлені відповідно водовмістом і легкоукладальністю бетонної суміші; A_3 – коефіцієнт, що враховує особливості вихідних матеріалів (для важких бетонів на щільних морозостійких заповнювачах і середньоалюмінатних портландцементях $A_3 \approx 0,35$).

Дорожні цементні бетони з необхідними експлуатаційними властивостями і високою довговічністю виготовляють із застосуванням відповідних цементів, заповнювачів і добавок. Цемент у бетоні для дорожніх і аеродромних покриттів повинен протистояти дії різноманітних агресивних факторів, що створюють досить важкі умови для його служби. У зв'язку з цим у клінкері обмежують вміст найбільш “вразливого” мінералу – трикальцієвого алюмінату (C_3A) у кількості не більше 8%. Вміст у портландцементі доменних гранульованих шлаків повинен бути не більше 15%, інші мінеральні добавки не застосовуються. Питома поверхня портландцементу з добавкою шлаків повинна бути не менше $2800 \text{ см}^2/\text{г}$. До складу цементу або безпосередньо бетонних сумішей ефективно введення пластифікуючих і гідрофобізуючих добавок.

Для бетонів дорожніх покриттів доріг і аеродромів застосовують портландцемент марок М400 і М500. Початок тужавлення ПЦ повинен наступати не раніше 2 год. від початку замішування, за узгодженням із споживачем допускаються й інші строки тужавлення. Для бетону дорожніх основ допускається застосування шлакопортландцементу.

Заповнювачі для виробництва дорожніх бетонів повинні відповідати загальним вимогам до заповнювачів для важких бетонів за ДСТУ Б В.2.7-43-96 і ряду додаткових умов. Зокрема, вміст пилоподібних і глинистих частинок у щебені з осадових порід не повинен перевищувати:

для одношарових і верхнього шару двошарових покриттів доріг – 2%

для нижнього шару двошарових покриттів і основ удосконалених капітальних покриттів доріг – 3%.

Поряд із природним кварцовим піском у дорожніх бетонах застосовують пісок із відсівів подрібнення. При застосуванні такого піску пред'являються вимоги до марки за міцністю вихідних порід. Вона повинна бути не менше 800, для осадових порід може бути не менше 400, якщо пісок застосовують для нижнього шару двошарових покриттів, а також основ.

Забезпечення заданих у проекті нормативних характеристик дорожнього бетону досягається проектуванням необхідного складу бетонної суміші, вибором необхідних технологічних режимів при її виготовленні, транспортуванні й ущільненні, а також догляді за бетоном [1, 2].. На якість ущільнення бетонної суміші суттєвий вплив здійснює легкоукладальність бетонної суміші, яка вибирається з урахуванням прийнятого способу й обладнання для бетонування [1...4].

Для будівництва дорожніх основ і покриттів на ділянках, де використання бетоноукладальних машин неможливо або недоцільно через їх малу площу, важкі умови будівництва і т.д. застосовують литі бетонні суміші, що самоущільнюються.

Добавки суперпластифікаторів можуть вводитися як у заводських умовах, так і безпосередньо в бетонну суміш до бетонування. Застосовують також різні комплексні добавки для досягнення поряд з високим водоредукуючим ефектом достатнього повітровтягування, забезпечення необхідної рухомості з урахуванням часу транспортування та ін.

Підвищення температури бетонної суміші, особливо вище 30°C, призводить до суттєвого збільшення темпу падіння рухомості. При підвищенні температури бетонної суміші на кожні 5°C у діапазоні 20...35°C водопотреба, яка необхідна для забезпечення сталої легкоукладальності, зростає на 2...4%. При збільшенні рухомості суміші підвищення водопотреби з ростом температури зростає.

Рекомендована тривалість транспортування бетонної суміші для будівництва автомобільних доріг не перевищує 30 хв при температурі повітря від 20 °C до 30 °C і 60 хв при температурі повітря нижче 20°C.

Із розрахунково-експериментальних методів проектування складу дорожніх бетонів найпоширеніший метод СоюзДорНДІ. Цей метод дає можливість при заданому вмісті залученого повітря визначити склад бетонної суміші з необхідною рухомістю чи жорсткістю, що забезпечує проектну міцність на розтяг при згині.

При підборі складу дорожнього бетону визначення показників рухомості і жорсткості суміші, об'єму залученого повітря, а також виготовлення контрольних зразків виконується не раніше 30 хв і не пізніше 60 хв після приготування бетонної суміші.

Необхідне орієнтовне Ц/В при заданому об'ємі залученого повітря розраховують за формулою:

$$C / B = \frac{f_{c,tf}}{0,39R_{c,tf}(1 - 0,025V_{n,6})} + 0,1, \quad (3)$$

де $f_{c,tf}$ – необхідна міцність бетону на розтяг при згині, МПа;

$R_{c,tf}$ – міцність цементу при згині, МПа;

$V_{n,6}$ – необхідний об'єм залученого повітря, %.

При проектуванні складів дорожнього бетону за умови забезпечення необхідної легкооброблюваності, зв'язності, повітряутримувальної здатності бетонної суміші передбачаються більш високі значення коефіцієнта розсунення зерен щебеню α , ніж при розрахунках складів звичайного важкого бетону (для останнього зазвичай $\alpha \leq 1,5$). Мінімальне значення α для дорожнього бетону рекомендується приймати: 1,7 – для дрібних пісків з модулем крупності ($M_{кр}$) від 1,5 до 2; 1,8 – для середніх пісків із $M_{кр}$ від 2 до 2,5; 1,9 – 2,0 для крупних пісків із $M_{кр} > 2,5$.

При нормуванні для дорожнього бетону міцності на розтяг при згині, а також міцності на стиск і морозостійкості для розрахунків складів бетонних сумішей може бути використаний алгоритм, схема якою наведена в табл.2.

Таблиця 2 – Алгоритм проектування складу дорожнього бетону

1. Визначають необхідний середній рівень міцності (f_{cm1}) бетону, що забезпечує заданий клас бетону за міцністю на стиск.
2. Визначають міцність бетону на стиск (f_{cm2}), що забезпечує значення інших нормованих властивостей бетону.
3. Для подальшого розрахунку вибирають порівнянням f_{cm1} і f_{cm2} більше значення міцності бетону на стиск. $f_{cm'}$
4. За формулою (2) визначають об'єм втягнутого (емульгованого за допомогою повітрявтягувальної добавки) повітря $V_{n,6.1}$, що забезпечує при заданій міцності необхідну марку за морозостійкістю, %.
5. Уточнюють необхідне значення міцності бетону з урахуванням впливу втягнутого повітря на міцність, приймаючи, що введення в бетонну суміш 1% втягнутого повітря знижує міцність бетону в середньому на 5%.
6. Уточнюють об'єм втягнутого повітря $V_{n,6.2}$, що забезпечує при розрахованій міцності необхідну марку за морозостійкістю.
7. Розраховують В/Ц бетонної суміші, що забезпечує задану міцність бетону на стиск.
8. Знаходять витрату води з урахуванням легкоукладальності бетонної суміші й особливостей заповнювачів.
9. Визначають витрату цементу та інших компонентів бетонної суміші.

Приклад розрахунку складу.

Розрахувати склад бетону для одношарового покриття автомобільної дороги з заданими показниками міцності на стиск $f_{cm}=30$ МПа і згин $f_{c,tf} = 4,4$ МПа. Марка бетону за морозостійкістю F300. Бетонна суміш укладається в покриття бетоноукладальною машиною (ОК=2 см).

Вихідні матеріали: портландцемент М500, НГ=25,5%; кварцовий пісок із модулем крупності $M_{кр}=2,2$, вмістом відмулюваних домішок 2,5%, густиною $\rho_n=2,67$ кг/л, $\rho_{н.п}=1,55$ кг/л; гранітний щебінь фракції 5-40 мм, $\rho_{щ}=2,7$ кг/л, $\rho_{н.щ}=1,4$ кг/л; вміст відмулюваних частинок 0,8%. Вводиться повітрявтягувальна добавка.

Для розрахунку використовуємо алгоритм, наведений в табл. 2.

1. Визначаємо за формулою (1) необхідну міцність при стиску (f_{cm_1}), що забезпечує нормовану міцність при згині:

$$f_{cm_1} = \left(\frac{4,4}{0,08} \right)^{1,5} / 10 = 40,8 \text{ МПа.}$$

2. Оскільки $f_{cm_1} > f_{cm}$ приймаємо її для розрахунків ($f_{cm} = 40,8$ МПа).

3. За формулою (2) визначаємо необхідний об'єм втягнутого повітря, v_{n_1} , що забезпечує при заданій міцності задану марку за морозостійкістю. Коефіцієнти A_1 , A_2 вибираємо з врахуванням рухомості суміші (ОК=2 см):

$$V_{n.в} = \frac{\ln\left(\frac{F}{0,91 \cdot f_{cm}^{1,47}}\right)}{0,35} = \frac{\ln\left(\frac{300}{0,91 \cdot 40,8^{1,47}}\right)}{0,35} \approx 1\%.$$

4. Уточнюємо значення міцності бетону з урахуванням впливу втягнутого повітря:

$$f'_{cm} = 40,8 - 0,05 \cdot 1 \cdot 40,8 = 38,8 \text{ МПа.}$$

5. Необхідна міцність бетону на стиск, що забезпечує задані міцність при згині і морозостійкість із врахуванням втягнутого повітря:

$$f''_{cm} = 40,8 \frac{40,8}{38,8} \approx 43 \text{ МПа}$$

6. Розраховуємо В/Ц бетонної суміші, що забезпечує розрахункову міцність бетону на стиск. Приймаємо коефіцієнт $A=0,55$:

$$B / Ц = \frac{AR_c}{f_{cm} + 0,5Af_{cm}} = \frac{0,55 \cdot 50}{43 + 0,5 \cdot 0,55 \cdot 50} = 0,49.$$

7. Витрата води для заданої рухомості бетонної суміші з урахуванням особливостей заповнювачів складе 180 л/м³[3].

8. Витрата цементу:

$$Ц = \frac{B}{B / Ц} = \frac{180}{0,49} = 368 \text{ кг} / \text{м}^3$$

9. Витрата щебеню (коефіцієнт розсунення $\alpha_p=1,39$; пустотність $\Pi_{щ}=0,48$):

$$\Pi_{щ} = \frac{1000}{\frac{1}{2,7} + 1,39 \cdot 0,48 \frac{1}{1,4}} = 1181 \text{ кг} / \text{м}^3$$

10. Витрату піску знайдемо з урахуванням втягнутого повітря:

$$\Pi = \left(1000 - \frac{368}{3,1} - \frac{1181}{2,7} - 180 - 10 \right) 2,67 = 680 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Розрахунковий склад бетону: $\Pi=368 \text{ кг} / \text{м}^3$; $B=180 \text{ кг} / \text{м}^3$; $\Pi_{щ}=1181 \text{ кг} / \text{м}^3$; $\Pi=680 \text{ кг} / \text{м}^3$; $V_{п}=10 \text{ л} / \text{м}^3$.

Література

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Специальные бетоны: Москва: Инфра-Инженерия, 2012. – 368 с.
2. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Проектування складів бетонів. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2015. – 358 с.
3. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л., Горячих М. В., Шмигальський В. М. Проектування і аналіз ефективності складів бетону. – Рівне, НУВГП, 2009. – 173 с.

Рецензенти:

Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:

Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **21.08.2016 р.**

УДК 691.3

Чиженко Н.П.

ОЦІНКА ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ МОДИФІКОВАНОГО ДОРОЖНЬОГО БЕТОНУ

Анотація. В статті наведено результати дослідження впливу комплексної добавки поліфункціональної дії на тріщиностійкість дорожнього бетону. Отримано силові та енергетичні характеристики тріщиностійкості дорожнього бетону.

Ключові слова: дорожній бетон, комплексні хімічні добавки, тріщиностійкість, структура.

Аннотация. В статье приведены результаты исследования влияния комплексной добавки полифункционального действия на трещиностойкость дорожного бетона. Получены силовые и энергетические характеристики трещиностойкости дорожного бетона.

Ключевые слова: дорожный бетон, комплексные химические добавки, трещиностойкость, структура.

Annotation. The article presents the results of research of influence of complex multifunctional additive effect on the crack of road concrete. Obtained power and energy parameters of fracture toughness of concrete road.

Keywords: concrete road, complex chemical additives, crack resistance, structure.

Постановка проблеми. Стрімке зростання інтенсивності руху (більше як у два рази за десять років) та навантаження на вісь (115...180 кН) викликає підвищені вимоги щодо якості автомобільних доріг. Світовий досвід будівництва і експлуатації автомобільних доріг вказує на те, що в сучасних умовах кращі показники довговічності і економічної ефективності мають дорожні одяги жорсткого типу.

До бетонного покриття доріг, яке працює в умовах складного напруженого стану під дією повторних динамічних навантажень від

автомобілів і агресивних впливів довкілля, висуваються особливі вимоги щодо фізико – механічних властивостей та тріщиностійкості.

Одним із методів підвищення тріщиностійкості бетону є модифікація його структури хімічними добавками поліфункціональної дії. Внаслідок формування відповідної порової структури із зменшеним вмістом капілярних пор, збільшенням сферичних, замкнених, рівномірно розподілених пор, що зумовлює збільшення в'язкості руйнування та енергетичних характеристик тріщиностійкості.

Мета роботи. Отримати силові та енергетичні характеристики тріщиностійкості дорожнього бетону методом механіки руйнування. Здійснити порівняльний аналіз характеристик контрольного складу та із оптимальним вмістом комплексної добавки поліфункціональної дії ШАГ [1, 2].

Об'єкт досліджень. Цементобетон з комплексною добавкою (B50 P1 F200 W10).

Механічні і деформативні властивості контрольного складу і з комплексною добавкою наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Механічні і деформативні властивості бетонів

	Міцність у віці 28 діб, МПа		$K=R_{btb}/R_b$	Модуль пружності, МПа	Модуль деформації, МПа
	стиск, R_b	згин, R_{btb}			
Контрольний склад	53,67	5,80	0,108	41110	34097
З вмістом добавки ШАГ	69,60	7,03	0,101	39405	34325

Існує чотири основні групи методів визначення тріщиностійкості бетонів:

- 1) непрямі методи оцінки за фізико – механічними властивостями;
- 2) методи безпосереднього оцінювання, що базуються на візуальному спостереженні за появою і розвитком тріщини;
- 3) методи, що базуються на моделюванні структури бетону;
- 4) методи механіки руйнування, які дозволяють отримати якісні і кількісні характеристики тріщиностійкості.

Дослідження тріщиностійкості даних складів дорожніх бетонів проводилися на кафедрі автомобільних шляхів Національного університету “Львівська політехніка” на установці, яка забезпечує контрольований режим

руху тріщини. Характеристики тріщиностійкості бетону визначали при рівноважних механічних випробуваннях із записом повної діаграми «навантаження- прогин» ($F-V$).

Рівноважні механічні випробування на стадії локальної деформації зразка характеризуються забезпеченням адекватності зміни зовнішніх сил внутрішнім зусиллям матеріалу з відповідним статичним розвитком магістральної тріщини. Навантаження розподіляється між пружно-деформованим сталевим кільцем і бетонним зразком пропорційно до їхньої жорсткості. Під час кожного одиничного дискретного просування тріщини у зразку зменшується жорсткість у перерізі з перерозподілом навантаження між пружним пристроєм і зразком. Рівноважні випробування зразків із штучною тріщиною дають змогу зупиняти завантаження на будь-якій стадії поширення макротріщини, а також отримати стабільний характер розвитку та просування магістральної тріщини аж до повного їх руйнування. Про це свідчать плавніспадні вітки повністю рівноважних діаграм деформування (ПРДД). Важливою перевагою концепції рівноважних випробувань є те, що розраховані за ПРДД енергетичні та силові характеристики руйнування бетону інваріантні до умов випробувань [1].

Випробування зразків проводилися за схемою триточкового згину за допомогою 200-тонного гідравлічного пресу. Загальний вигляд випробувальної установки наведено на рис. 1. та схему випробування - рис.2.

При рівноважних випробуваннях зразки навантажували безперервно до їх розділення на частини з фіксацією повної діаграми стану матеріалу $F-V$. Перед початком випробувань проводили два цикли навантаження та розвантаження зразків до навантаження, що становить 10 % очікуваного максимального.

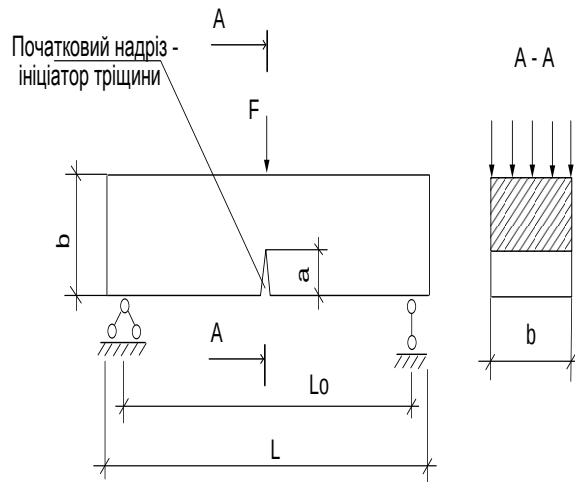
При випробуваннях використовували зразки розміром $0,10 \times 0,10 \times 0,40$ м із початковим надрізом висотою 0,04 м і шириною 0,002 м (рис. 2).

Початкові надрізи створювали за допомогою ріжучого інструменту. Кожна серія складалася з чотирьох зразків.

Аналіз характеристик тріщиностійкості було проведено із врахуванням двох стадій деформування і руйнування дорожнього бетону: I – докритична стадія руйнування (до моменту початку руху магістральної тріщини) за параметрами W_m, W_i, G_i, J_i, K_i ; II – закритична стадія руйнування (з моменту старту тріщини і до повного руйнування зразка) за параметрами W_l, G_F, K_c . [3, 4].



Рисунок 1 – Загальний вигляд випробувальної установки



a – довжина початкового надрізу, м; b , L , L_0 – розміри зразка, м; F – навантаження на зразок, кН

Рисунок 2 – Схема випробувань зразка-призми на згин із ініційованою тріщиною нормального відриву

На рис.3 представлені ПРДД дорожніх бетонів контрольного складу (зразки серії К) та з вмістом комплексної добавки ШАГ (зразки серії D), а результати розрахунку на їх основі параметрів тріщиностійкості наведено в табл. 2.

Аналіз першого етапу деформування (зростаюча вітка на діаграмі) на рис. 3 показує, що витрати енергії на стадії мікротріщиноутворення і формування кінцевої зони магістральної тріщини бетону (W_m) серії Dc становить 15,48 Нм і перевищує відповідні значення для бетонів серії Kc на 29%. Енерговитрати на пружне деформування бетону (W_e) серії Dc - 68,09 Нм, що перевищує значення для бетонів серії Kc на 20 %. Тобто зразки серії Dc характеризуються більшим опором мікротріщиноутворенню.

Питомі витрати енергії на статичне руйнування до моменту початку руху магістральної тріщини бетонів (G_i) серії Dc мають на 22 % вище значення за Kc. Статичний J – інтеграл, що характеризує роботу пластичної деформації та руйнування в околі вершини магістральної тріщини, для бетону серії Dc має більше значення порівняно з бетоном серії Kc на 23 %. Величина статичного критичного коефіцієнту інтенсивності напружень (K_{Ic}) у зразків серії Dc вище на 15 %.

Аналіз здатності бетону опиратися розвитку тріщин (спадаюча вітка) проводилася за параметрами W_L , G_F , K_{Ic} . Витрати енергії на локальне статичне

деформування в зоні магістральної тріщини (W_L) для бетону серії Dc становить 221,44 Нм, а для серії зразків Kc - 211,88 Нм.

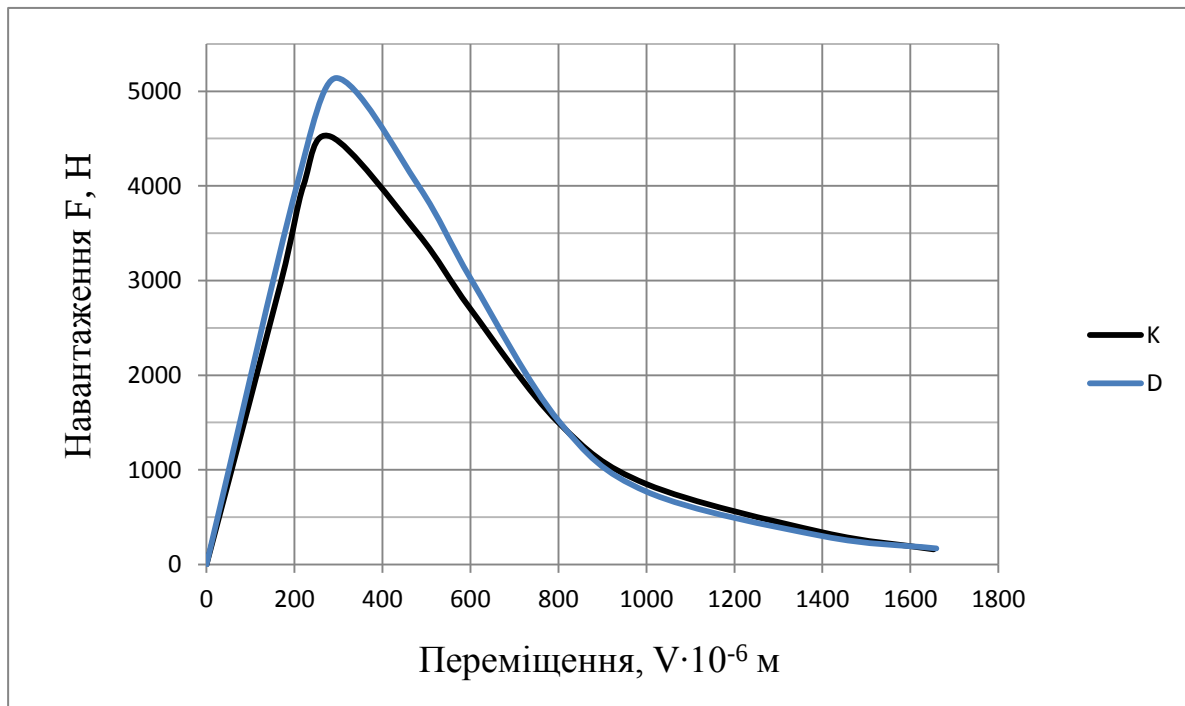


Рисунок 3 - Діаграми стану бетонів серії K і D (усереднені)

Таблиця 2 - Силкові та енергетичні характеристики тріщиностійкості бетонів

Тип та № з/п зразків	$W_m \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{OTC A})	$W_e \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{ACH})	$W_i \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{OTCH})	$W_L \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{HCCK})	$W_{ш} \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{OCu M})	$W_{CE} \cdot 10^{-2}$, Н·м (S _{OTC 'X'O})	G_i , Дж/м ²	G_F , Дж/м ²	G_{CE} , Дж/м ²	J_i , Дж/м ²	K_i , МПа·м ^{1/2}	K_c , МПа·м ^{1/2}
K1	5,49	52,58	58,07	194,24	26,04	11,44	82,95	352,59	16,35	45,75	0,63	0,28
K2	22,10	58,95	81,05	216,09	29,20	38,79	115,79	392,91	55,41	74,08	0,78	0,54
K3	24,79	47,28	72,07	201,04	23,41	42,91	102,95	354,74	61,31	69,51	0,69	0,54
K4	1,68	67,39	69,07	238,54	33,37	22,39	98,67	437,04	31,98	50,99	0,72	0,41
Kc	12,04	56,69	68,73	211,88	28,07	25,76	98,18	383,66	36,79	58,08	0,70	0,43
Ka	13,51	56,55	70,06	212,48	28,01	28,88	100,09	384,32	41,26	60,08	0,71	0,44
D2	37,89	72,96	110,84	231,98	36,13	70,37	158,35	435,62	100,53	106,73	0,97	0,77
D3	3,51	63,94	67,45	235,98	31,67	19,14	96,35	428,45	27,34	51,12	0,66	0,35
D4	5,29	67,49	72,78	189,16	33,42	6,38	103,97	366,63	9,12	56,22	0,77	0,23
Dc	15,48	68,09	83,58	221,44	33,72	27,95	119,39	413,62	39,93	71,22	0,80	0,46
Da	15,56	68,13	83,69	219,04	33,74	31,96	119,56	410,24	45,66	71,36	0,80	0,45

Примітка: Kc, Dc – це дані на основі усередненої діаграми; Ka, Da – середні арифметичні дані на основі отриманих результатів розрахунків.

Питомі ефективні витрати енергії на статичне руйнування бетону (G_F) серії Dc становить 413,62 Дж/м², а для серії Kc - 383,66 Дж/м². Це узгоджується

з конфігурацією спадної вітки діаграми (рис. 3). За показником в'язкості руйнування з урахуванням закритичної стадії деформування (K_c) незначну перевагу зберігає бетон серії Dc. Отже, здатність бетону опиратися розвитку макротріщин для серії Dc вища ніж у бетонах серії Kc.

Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що розроблена комплексна добавка поліфункціональної дії ШАГ покращує ключеві показниками якості дорожнього бетону – міцність на розтяг при згині та характеристики тріщиностійкості бетону:

1. Зростання ординати точки зламу діаграми свідчить про більшу міцність на розтяг при згині і більші енерговитрати в докритичній стадії деформування до моменту зрушування макротріщини;
2. Більша площа діаграми під спадною віткою свідчить про більші можливості бетону серії D чинити опір поширенню макротріщини.
3. Граничний прогин (точка дефрагментації) практично однакові у серій K і D.

За енергетичними показниками тріщиностійкості (робота і питома енергія) і силовими показниками (критичні коефіцієнти інтенсивності напружень) перевагу має бетон із вмістом комплексної добавки. Це, вочевидь, пов'язано із особливостями впливу комплексної добавки на мікро- і макропоказників бетону.

Література

1. Чистяков В.В. Модифицированные цементобетоны для покрытия дорог / А.Г.Шургая, Ю.М. Дорошенко, Н.П. Чиженко // Строительные материалы, изделия и санитарная техника. – 2012. – Вып. № 43. – С. 212.
2. Гамеляк І.П. Порівняння сучасних добавок для високоміцного дорожнього бетону / А.Г. Шургая, Я.М. Якименко, Н.П. Чиженко, О.А. Карпюк // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво – 2014. - Випуск 92 - С. 38 – 49.
2. Солодкий С.Й. Тріщиностійкість бетонів на модифікованих цементах: Монографія / С.Й. Солодкий. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008.– 144 с.
4. ДСТУ Б В.2.7 – 227:2009 Бетони. Методи визначення характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування) при статичному навантаженні. – М.: Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. – 23 с.

Рецензенти:

Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:

Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **13.07.2016 р.**

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 625.8

Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Карафізі Л.М.

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ ІЗ ЕЛЕМЕНТІВ МОЩЕННЯ

Анотація. В статті розглянуто досвід впровадження брукованих дорожніх покриттів міських вулиць і площадок логістичних центрів.

Об'єкт дослідження – дорожнє покриття із елементів брукування.

Мета роботи – аналіз досвіду впровадження конструкцій дорожніх одягів із брукованими покриттями на міських вулицях та логістичних центрах.

Метод дослідження – візуальне обстеження дослідних ділянок.

Для можливості масового влаштування брукованих покриттів дорожніх одягів потрібно підвищити їх надійність та довговічність. Влаштування дослідних ділянок дозволяє на практиці виявити доцільність або недоліки інженерних рішень проектування та будівництва. Для влаштування дослідних ділянок брукованих дорожніх покриттів міських вулиць та площадок логістичних центрів запроектовано раціональні конструкції згідно існуючих методик. Надано рекомендації щодо їх влаштування. Протягом експлуатації проводилися візуальні обстеження.

Результати статті повинні використовуватися у подальшому при влаштуванні дорожніх одягів із каменів брукування для попередження утворені дефектів та руйнувань.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – збільшення висоти каменів брукування і влаштування дорожніх покриттів під великовагові транспортні засоби із навантаженням на вісь 115-130 кН і більше, в тому числі для аеродромів.

Ключові слова: елементи мощення, конструкція дорожнього одягу, дорожнє покриття, міські вулиці та дороги, площадки логістичних центрів, дефект, деформація, надійність.

Аннотация. В статье рассмотрен опыт внедрения мощеных дорожных покрытий городских улиц и площадок логистических центров.

Объект исследования – дорожное покрытие из элементов мощения.

Цель работы – анализ опыта внедрения конструкций дорожных одежд с мощеными покрытиями на городских улицах и логистических центрах.

Метод исследования - визуальное обследование опытных участков.

Для возможности массового устройства мощеных покрытий дорожных одежд нужно повысить их надежность и долговечность. Устройство опытных участков позволяет на практике выявить целесообразность или недостатки инженерных решений проектирования и строительства. Для устройства опытных участков мощеных дорожных покрытий городских улиц и площадок логистических центров запроектированы рациональные конструкции согласно существующих методик. Даны рекомендации по их устройству. В течение эксплуатации проводились визуальные обследования.

Результаты статьи должны использоваться в дальнейшем при устройстве дорожных одежд из камней мощения для предупреждения образованные дефектов и разрушений.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – увеличение высоты камней мощения и устройство дорожных покрытий под тяжеловесные транспортные средства с нагрузкой на ось 115-130 кН и более, в том числе для аэродромов.

Ключевые слова: элементы мощения, конструкция дорожной одежды, дорожное покрытие, городские улицы и дороги, площадки логистических центров, дефект, деформация, надежность.

Abstract. The article describes the experience of introduction road pavements of paving blocks on city streets and areas of logistics centers.

The object of study – the road pavement of paving blocks.

Purpose – to analyse experience of introduction road constructions with pavements of paving blocks on city streets and logistics centers.

Method research – a visual examination of test areas.

To be able to mass build road pavements of paving blocks need to improve their reliability and durability. The test areas allows in practice to detect flaws engineering solutions of design and construction. For build test areas road pavements of city streets and areas of logistics centers was designed rational constructions by according

to existing design methods. Was provided the recommendations to their build. During the maintenance conducted visual inspection.

The results of the article should be used in the future when constructing pavements with Paving stones to prevent defects and damage.

Forecast assumptions about the object of study – to increase the height of Paving stones and to build of road pavement under heavy vehicles with axle load 115-130 kN or more, including the airports.

Key words: paving blocks, construction of road pavement, road pavement, city streets and roads, areas logistics centers, defects, deformations, reliability.

Вступ

Історія будівництва мощених доріг бере свій початок з глибокої давнини. Яскравим прикладом є дороги стародавнього Риму, що краще інших збереглися до нашого часу. Мережа доріг була одним з найбільших досягнень Римської імперії. В епоху розквіту імперії загальна протяжність доріг складала, за різними оцінками істориків, від 80 до 300 тисяч кілометрів. Знаменита Аппієва дорога, що була збудована в 312 році до нашої ери служила століттями і частково збереглася до нашого часу [1].

Із появою нових технологій (виробництво бетонних елементів мощення методом вібропресування та машин для влаштування брукованих покриттів) використання елементів мощення в конструкціях дорожніх одягів (КДО) отримало подальший розвиток. У країнах з розвиненою економікою із середини 80-х років XX століття бруковані покриття замінюють монолітні покриття і займають свою долю ринку маючи ряд переваг. Основним недоліком асфальтобетонних покриттів є залежність експлуатаційних властивостей від температури та незначний строк служби. Перевагою, яка зумовлює широке використання асфальтобетону є технологічність і ремонтпридатність. Монолітні цементобетонні покриття, навпаки, значно більш стійкіші до впливу перепадів температур та довговічніші, але основний їхній недолік труднощі при виконанні ремонтних робіт. Покриття із штучних елементів мощення мають переваги цементобетонних покриттів і можуть легко бути відновлені при появі руйнувань чи необхідності аварійних ремонтів інженерних мереж. Даний вид покриття дозволяє добитися архітектурної виразності об'єктів інфраструктури, не виділяє в атмосферу канцерогенні речовини (летючі похідні нафти).

Водопроникні КДО забезпечують природну потребу ґрунту в газо- і водообміні, що є важливим фактором для зелених насаджень в населених пунктах.

За характером дорожнього руху умовно можна виділити три основні зони дорожніх покриттів: населених пунктів, поза населеними пунктами та виробничого призначення. Особливістю умов в населених пунктах є рух транспорту із відносно невисокою швидкістю, та із частими розгонами і гальмуванням, що призводить до значних перевантажень від коліс транспортних засобів [2, 3, 4]. Даний характер дорожнього руху не стосується міських магістралей. Ще однією особливістю доріг в населених пунктах є те, що під ними зазвичай проходять інженерні комунікації, які часто потребують ремонтних заходів з розбиранням покриття. Друга зона, дороги поза населеними пунктами, характеризуються рухом транспортних засобів із стабільними високими швидкостями, гальмування та розгони є незначними та рідкісними. До зони виробничого призначення віднесено покриття під технологічні транспортні засоби (зазвичай вони є великоваговими), рух яких здійснюється з невисокими швидкостями але із частими різкими змінами напрямку руху. Приймаючи до уваги характеристики брукованих покриттів можна з упевненістю стверджувати, що їх доцільно використовувати в конструкціях дорожніх одягів населених пунктів місцевого значення та ділянок із рухом великовагових транспортних засобів. Для підвищення довговічності та надійності брукованих покриттів можливе використання елементів мощення більшої висоти та із високоміцних бетонів.

Постановка проблеми. У 70-80-ті роки минулого століття на території Радянського союзу використання брукованих покриттів звелось до мінімуму, тому досвід влаштування брукованих покриттів, що накопичувався попередніми поколіннями будівельників доріг був частково втрачений та не відповідає вимогам сучасності. Нові технології мають певні особливості, котрі вітчизняні фахівці часто не враховували при проектуванні, будівництві та експлуатації КДО із використанням елементів мощення. Хоча в Україні камені брукування використовуються переважно для покриттів пішохідних тротуарів та площ, які сприймають неінтенсивне навантаження від транспортних засобів. Проте, навіть на них у процесі експлуатації часто виникають і накопичуються дефекти та руйнування. Вище сказане є причиною того, що дорожники намагаються уникати каменів мощення як матеріалу для дорожніх покриттів. І влаштування конструкцій даного типу є поодиноким явищем для України.

Для можливості масового влаштування брукованих покриттів дорожніх одягів потрібно підвищити їх надійність та довговічність. Першим кроком є аналіз дефектів та руйнувань, які є характерними для КДО із елементами мощення. У статті [5] нами проаналізовано основні дефекти та руйнування існуючих мощених покриттів, виділено імовірні причини виникнення та наведено рекомендації для їх запобігання. При використанні рекомендацій, які надавалися нами, щодо конструювання або будівництва конструкцій дорожніх одягів було влаштовано дослідні ділянки. Спостереження за ними дозволяє нам виявити доцільність або недоліки інженерних рішень проектування та будівництва і подальшого вдосконалення технології дорожніх брукованих покриттів.

Аналіз досліджень та публікацій. З метою підвищення надійності та довговічності мощених покриттів фахівцями різних країн удосконалюються методи проектування, регламенти спорудження, методи та засоби контролю виконання робіт, що враховують досвід та особливості конкретних регіонів. Створена нормативно-технічна база по даному профілю [6].

Так в 1988 році був представлений універсальний голландський метод проектування блочних покриттів з піщаними підстилаючими шарами [7]. Метод ґрунтується головним чином на визначенні механічного розвитку колії. Для цього методу визначають властивості пісків, що використовуються в основі. На основі даних властивостей та ряду параметрів (частина з яких встановлена емпіричним шляхом для матеріалів, що застосовуються в Голландії, а інша частина розраховується з їх властивостей) визначається міцність піску, пружна поведінка та залишкова деформація.

Німеччина, як один із світових лідерів у використанні брукованих покриттів, активно накопичує та аналізує досвід. Ґрунтуючись на накопиченому досвіді з врахуванням кліматичних особливостей та ґрунтів підстилаючої основи, в 2001 р. було видано рекомендації по влаштуванню верхніх шарів дорожнього одягу об'єктів транспортного будівництва. В даних рекомендаціях наводяться каталоги КДО для велосипедних та пішохідних доріжок, для доріг III-VI категорій з сумарним прикладанням навантаження розрахункових осей 10 тон до 3 млн. проходів (дороги та вулиці житлових районів, дороги, що з'єднують житлові квартали з магістральними дорогами, автобусні зупинки, паркувальні площадки з легковим та вантажним рухом, пішохідні зони з рухом обслуговуючого транспорту). Висота елементів мощення, що використані для

даних покриттів становить 8 та 10 см. Мінімальний модуль пружності під покриттям із каменів брукування має становити не менше 120 МПа [8].

2007 року в Кельні за авторства професора Хорста Ментлейна вийшло в світ уже друге видання «Атласу бруківки». В атласі висвітлюються сучасні аспекти планування, проектування та будівництва брукованих покриттів [9].

Ціль статті. Маючи ряд індивідуальних якостей бруківка впевнено потісняє монолітні покриття і займає свою долю в дорожньому будівництві. Для прикладу, за даними Concrete manufacturers association, що були опубліковані 2009 року, тенденція росту влаштування покриттів із бетонних елементів мощення в Південноафриканській республіці із середини ХХ ст. підчиняється експоненціальній залежності [10]. Україна також не є виключенням і в населених пунктах площа брукованих покриттів постійно збільшується.

Дослідні ділянки мощених покриттів влаштовано при реконструкції НСК «Олімпійський» в 2011 р., реконструкції Андріївського узвозу – 2012 р., та при будівництві комплексу будівель житлового, торгівельного і офісного призначення з паркінгом по вул. Саперно-Слобідській, 93 – 2013 р. В даній статті висвітлюються особливості проблем при будівництві, прийняті рішення та аналізується сьогодиншній стан дорожнього покриття дослідних ділянок. Також приводяться результати випробувань несучої здатності брукованих покриттів, що виконані в 2013 році.

Основний матеріал. При реконструкції Національного спортивного комплексу «Олімпійський», в рамках підготовки до чемпіонату Європи з футболу 2012, на прилеглий території НСК виконували влаштування брукованого покриття з використанням гранітної бруківки (рис. 1). Конструкція дорожнього одягу прийнята наступною:

- гранітна бруківка розміром 120Ч120Ч100 мм з шириною швів 5 мм.
- піщаний підстилаючий шар вирівнювання, $h = 5$ см;
- залізобетонна плита з бетону В 15, армована двома стальними сітками із стержнів Ш8 А 400 С з кроком 150Ч150 мм, відстань між деформаційними швами в осях 662,5 см, $h = 20$ см;
- утрамбований щебенем ґрунт, $h = 6$ см;

Суть проблеми, що виникла при вимощенні бруківки, полягає в наступному. Вимощене покриття до початку трамбування повинне бути таким, щоб окремі камені в ньому не хитались і не осідали під тиском ноги робочого, а

також не могли бути витягнуті рукою [11]. Задля забезпечення цієї умови необхідно виконати початкове заповнення швів між елементами мощення. Заповнення швів піском виконують з поливом водою або без поливу. Перший спосіб дає змогу прискорити заповнення швів і ущільнення матеріалу в них, що в свою чергу забезпечує кращу фіксацію елементів мощення перед трамбуванням. Для цього після вкладання брукованого покриття його покривають шаром піску товщиною в 2-3 см і добре поливають водою. Заповнення без поливки виконується, якщо вода може призвести до негативного впливу на несну здатність основи. Роботи по вкладанні бруківки почали виконувати в січні 2011 року. У період укладки були морози та часті переходи температури від мінусових до плюсових і навпаки. Ці погодні умови виключали можливість використання води при заповненні швів, а роботи потрібно було виконувати високими темпами для забезпечення необхідних строків будівництва. Тому виникла проблема яким чином забезпечити технологічні вимоги та необхідні терміни будівництва.

Керівництвом генпідрядної організації було вирішено випробувати різні матеріали для заповнення швів окремими субпідрядними організаціями. Використовували гранітні відсівки різних гранулометричних складів та річковий пісок а також суміші цих матеріалів в певних співвідношеннях. В результаті виявилось, що найкращим розклинюючим ефектом для бруківки з шириною швів 5 мм став гранітний відсів.

Модуль крупності гранітного відсіву, котрий використовували для заповнення швів становив:

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16(0,14)}}{100} = \frac{0,40 + 17,96 + 77,72 + 96,36 + 98,85}{100} = 2,91 \quad (1)$$

де $A_{2,5}$; $A_{1,25}$; $A_{0,63}$; $A_{0,315}$; $A_{0,16(0,14)}$ – повні залишки у відсотках на ситах з розміром отворів 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 (0,14) мм.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-29 даний матеріал за модулем крупності ($2,5 < 2,91 < 3,0$) відноситься до крупного піску. Відсів промитий тому вміст глинистих і пиловатих часток $< 0,1$ %.

Для того, щоб охарактеризувати конструкцію потрібно розглянути ті дефекти, які виникли в процесі експлуатації. Загальний стан та дефекти брукованого покриття на прилеглий території НСК «Олімпійський» показано на рис. 1.



а)



б)

в)

г)



д)



е)

Рисунок 1 – Загальний вигляд та дефекти брукованого покриття на прилеглий території НСК «Олімпійський»

На даній дослідній ділянці можна виділити наступні дефекти: пустотність швів (рис. 1б), сколювання країв бруківки (рис. 1в), розколювання та втрата

елементів брукування (рис. 1г), здимання покриття в місці примикання до водостічного жолоба (рис. 1д), просідання покриття в місцях примикання до елементів вбудованих конструкцій, а саме: каналізаційні люки, водостічні жолоби, освітлювальні прожектори (рис. 1е).

Пустотність швів брукованого покриття виникає з причин: доущільнення матеріалу заповнення в нещодавно влаштованому покритті, видалення заповнювача, наприклад під дією потоку води, та сумісна дія двох факторів. Доущільнення відбувається протягом першого року експлуатації, тому цей період за покриттям спостерігають і у разі необхідності проводять додаткове заповнення швів. Для запобігання вимивання заповнювача із швів водовідведення проектують таким чином, щоб потік води не мав сили для вимивання (незначні похили покриття, перехоплення потоку води). У разі не доцільності такого водовідведення шви заповнюють матеріалом обробленим в'язучим (цемент, бітумна емульсія, полімерно-бітумне в'язуче, тощо). Нами зафіксовано вимивання заповнювача в місці в'їзду на територію комплексу, куди прибуває вода із вище розташованого покриття. Імовірно, що сила потоку води разом із сумісною дією транспортних засобів зумовлюють вимивання заповнювача швів.

Сколювання країв бруківки відбувається в місцях руху транспортних засобів, внаслідок концентрації напружень на кутах бруківки. Це звичне явище для бруківки. Тому в бетонних елементах мощення влаштовують заокруглену фаску, що дає можливість зменшити і уникнути даного дефекту в процесі експлуатації покриттів.

Розколювання та втрата елементів брукування, здимання покриття в місці примикання до водостічного жолоба, просідання покриття в місцях примикання до вбудованих елементів імовірно спричинені недоліками стикування покриття з даними конструкціями. Це недоліки і проектних і будівельних помилок.

При наявності круглих колодязів до них потрібно підмоцуватися, Елементом мощення надається конусоподібна форма, щоб при вкладанні їх шви проходили по центру колодязя [11]. Також доцільно влаштовувати контурний шов із пластичного матеріалу (бітумно-полімерна стрічка, екструдований пінополістирол, тощо) для сприймання різнорідних температурних деформацій конструкцій колодязя і покриття. Аналіз деформації випинання бруківки біля жолоба показує, що бруківці надали клиноподібної форми (верхня грань широка, а нижня вузька). Очевидно таким чином намагалися приховати

недоліки при виконанні робіт, що й проявилось в даному дефекті. Задля попередження вимивання матеріалу вирівнюючого шару і наступного просідання покриття, потрібно забезпечувати суцільність стінок колодязів та влаштовувати розділяючий прошарок, котрий би унеможлиблював перенос мінеральних зерен матеріалу.

Дані дефекти носять локальний характер. Стан покриття можна оцінити як задовільний, однак потребує незначних відновлювальних робіт.

У 2012 році була проведена реконструкція Андріївського узвозу в м. Київ. Важливими факторами, які впливали на конструювання дорожнього одягу було те, що попередньо проводився ремонт інженерних мереж та значний поздовжній похил вулиці, який місцями досягає 130 ‰. При виборі раціональної КДО враховувалося, що по завершенні робіт із влаштування підземних мереж не буде забезпечена однорідність основи.

За результатами розрахунків прийнята наступна конструкція:

- покриття із бруківки, розміром 150-300x150x150 мм, $h = 15$ см;
- шар вирівнювання із цементно-піщаної суміші із витратою цементу $M_{400} - 150$ кг/м³, $h = 5$ см;
- пісний бетон з класом за міцністю на стиск $B 10$ та на розтяг при згині $B_{btb} 1,6$, марка за морозостійкістю не менше $F 150$, $h = 25$ см;
- щебенево-піщана суміш оптимального складу С-7 фр. 0-40 мм, $h = 20$ см;
- протизсувна армуюча ґратка вкрита ПВХ типу Armatex® G 55/55 (з міцністю на розрив в поздовжньому та поперечному напрямку 55 кН/м та відносним видовженням $13 \pm 2,5$ %);
- пісок середньої крупності, $h = 20$ см;
- протизсувна армуюча ґратка вкрита ПВХ типу Armatex® G 55/55 (з міцністю на розрив в поздовжньому та поперечному напрямку 55 кН/м та відносним видовженням $13 \pm 2,5$ %);
- шар вирівнювання із відсіву (крупний пісок) фракції 0,5-5 мм, $h = 12$ см;
- ґрунт (суглинок легкий пилуватий) ущільнений до $K_{ущ} = 1,0$ (щебнеґрунт, влаштований з розсипом та втопленням щебеню фракції 20-40 мм з витратою 150 кг/м²).

Для забезпечення стійкості матеріалу швів до вимивання під дією потоку води, заповнення швів рекомендовано проводити в два етапи. Спочатку розклинити бруківку і виконати трамбування та ущільнення покриття. Потім очистити шви на глибину 5-7 см і заповнити їх цементно-піщаним розчином

(марка за морозостійкістю не нижче F 150) з попередньою поливкою водою.

Склад розчину для заповнення швів з розрахунку на сухий матеріал:

- цемент М 400 ПЦІ – 470 кг/м³;
- пісок річковий – 1450 кг/м³;
- вода згідно – 275 л/м³;
- добавка АС-1 за технологічним регламентом виробника – 14,1 кг/м³ (3 % від маси цементу).

Розчин мав здатність до розтікання до 6 год.

Через чотири роки експлуатації виявлено наступні дефекти: руйнування і вимивання заповнювача швів (рис. 2а, 2б, 2в) та втрата елементів мощення в місцях примикання до колодязів підземних мереж (рис. 2г). Руйнування матеріалу швів проходить наступними етапами: спершу він розтріскується (рис. 2а), розпадається на окремі агрегати, які поступово під дією потоку води від опадів та руху транспортних засобів видаляються зі швів (рис. 2б). На наступному етапі відбувається вимивання зернистого матеріалу заповнення швів та оголення елементів мощення (рис. 2в). Це в свою чергу в майбутньому призведе до видалення каменів брукування. Тому задля запобігання подальшого руйнування, при появі ознак втрати стійкості каменів потрібно проводити заповнення швів. Причиною даного дефекту вірогідно є неякісне виконання робіт, а саме: не виконане заповнення швів цементно-піщаними розчином на глибину 5-7 см, втрата легкоукладальності розчину для заповнення швів за рахунок некоректного використання добавки АС-1 та надлишкове додавання води у розчин під час заповнення швів.

Наступний дефект (рис. 2г) як і на площі біля НСК «Олімпійський» також викликаний недосконалістю конструкції примикання брукованого покриття до колодязів та водостічних люків.

Загалом стан покриття можна оцінити на добре (рис. 3). Дане конструктивне рішення себе виправдало, хоча є певні недоліки, які в майбутньому необхідно брати до уваги.

Також дослідне влаштування дорожнього покриття було виконано при будівництві комплексу будівель житлового, торговельного і офісного призначення з паркінгом за адресою: м. Київ, вул. Саперно-Слобідська, 93. Особливість умов будівництва заключалася в наступному. Частина площадки під будівництво отримана завдяки зрізанню схилу пагорба, з попереднім відсіканням стіною із бурових паль. Інша площа на техногенних ґрунтах з

вмістом будівельного сміття. В тому місці, де було виконане зрізання пагорба площадка опинялася на суглинку насиченому ґрунтовими водами. Тому при визначенні деформативних характеристик підстилаючої основи перед початком робіт по зведенню дорожнього одягу значення динамічного модуля пружності коливалися в межах від 3 до 70 МПа.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 – Дефекти брукованого покриття по вулиці Андріївський узвіз

Влаштована наступна конструкція дорожнього одягу, яка включає наступні конструктивні шари:

- бетонна бруківка типу «подвійне Т» без фаски, розміри в мм (200x165x80), клас міцності на розтяг при згині B_{btb} 3,2 (40) та при стиску B 20, морозостійкість F 200 при насиченні 5 %-вим розчином $NaCl$, $h = 8$ см;
- цементно-піщана суміш (150 кг цементу на 1 м³ піску), $h = 4$ см;
- відсів гранітний фр. 0-5 мм, $h = 5$ см;
- щебенево-піщана суміш ЦПС С 5 фр. 0-70 мм неукріплена оптимального складу із міцних гранітних порід М 1000...1200, $h = 25$ см;
- щебенево-піщана суміш ЦПС С 5 фр. 0-70 мм неукріплена оптимального складу із міцних гранітних порід М 1000...1200, $h = 25$ см;

- термоскріплений розділяючий та армуючий геотекстильний матеріал TYPAR SF 56 з міцністю на розрив 13,5 кН/м, відносним видовженням 55%;
- ущільнений ґрунт земляного полотна - суглинок легкий пилуватий з коефіцієнтом ущільнення не менше 0,98, $E_{zp} = 40,0$ МПа, $\varphi = 18$ град, $c = 0,012$ МПа.

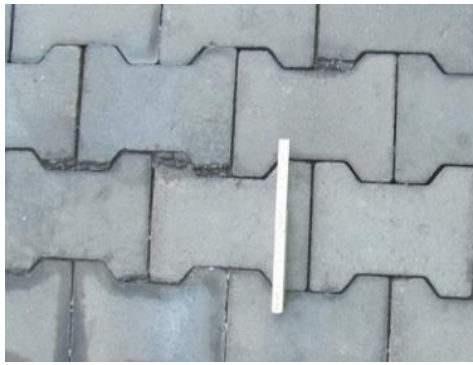


Рисунок 3 – Загальний вигляд брукованого покриття по вулиці Андріївський узвіз

При поетапному прийманні шарів дорожнього одягу рекомендувалося виконувати контроль за допомогою падаючого динамічного навантаження. Остаточне визначення динамічного модуля пружності по верх брукованого покриття дало результати в межах 800...1400 МПа.

При останньому огляді покриття виявлено наступні дефекти: розкришування кромки (рис. 4а) та утворення тріщин розтягу в бетонних елементах мощення (рис. 4б). Обидва дефекти виявлені лише на ділянці заїзду автомобілів до виходу з торгового центру на другому поверсі, мають незначний обсяг. На основній частині покриття паркінгу дефектів не виявлено (рис. 4в).

Розкришування кромки бетонних елементів мощення імовірно спровоковано відсутністю фаски по периметру лицевої поверхні. При влаштуванні покриття використовувалися елементи мощення без фаски, оскільки таке побажання висловив замовник, з метою зменшення шуму і вібрації під час руху магазинних візків з колесами малого радіусу по покриттю.



а)



б)

в)



Рисунок 4 – Загальний вигляд та дефекти брукованого покриття по вулиці Саперно-Слобідська, 93, в Києві

Дані тріщини характерні для каменів мощення даної форми. Оскільки під час сприймання навантаження в них виникають розтягуючі напруження. А бетонні елементи брукування не мають армування.

На покритті паркінгу, що знаходиться на горизонтальній площині і під накриттям, таких руйнувань не виявлено. Можливо руйнуючий вплив на бетонні елементи був підсилений впливом атмосферних чинників та підвищеними зусиллями від коліс транспортних засобів, що рухаються на підйом або спускаються із пригальмовуванням і викликають надмірний контактний тиск на гранях бруківки.

Загалом стан покриття можна оцінити на відмінно. Також хотілося б підкреслити доцільність застосування армування дорожніх одягів геотекстильними матеріалами на площадках з неоднорідною підстилаючою основою для забезпечення рівномірності конструкції в цілому.

Для розрахунку КДО необхідно мати розрахунковий модуль пружності шару дорожнього одягу. Для визначення $E_{брук}$ 28 вересня 2013 року проведено випробування несної здатності КДО із брукованими покриттями. Випробування проводилися на території ТОВ «Бетон Комплекс» за адресою: м. Київ, вул. Резервна, 8. Випробування проводили на чотирьох ділянках. Дві ділянки складської території, одна з ділянок в місці без руху транспортних засобів, а інша з рухом автотранспорту загальною масою 5 т, покриття влаштоване з елементів брукування «фалка» (300x150x100 мм). Та дві ділянки для паркування легкових автомобілів, покриття однієї влаштоване з елементів брукування «фалка» (240x130x80 мм), а іншої – «подвійне Т» (200x165x80 мм).

Із розрахунків, що проведені за результатами експериментального вимірювання модуля пружності приладом INSPECTOR 3, отримано наступні деформативні характеристики покриттів із бетонних елементів брукування. Модуль пружності шару покриття з бетонної бруківки типу «фалка» розміри в мм (300x150x100), по котрій відсутній рух транспортних засобів становить 495,7 МПа. Однак шар покриття з такої ж бруківки («фалка» розміри в мм (300x150x100)), який регулярно сприймає навантаження рухомого транспорту (автотранспорт масою 5 т) становить 952,7 МПа. Очевидно дане явище спровоковане ущільненням матеріалу швів та ліпшій роботі механізму заземлення. Модуль пружності шару покриття з бетонної бруківки типу «фалка» розміри в мм (240x130x80), що сприймає навантаження від легкових автомобілів, становить 680,6 МПа. А модуль пружності шару покриття з бетонної бруківки типу «подвійне Т» розміри в мм (200x165x80), що сприймає навантаження від легкових автомобілів, становить 1008 МПа.

Після статистичної обробки результатів випробувань рекомендовано прийняти наступні розрахункові значення модулів пружності для шарів із бетонних елементів брукування:

- бетонна бруківка «фалка» розміри в мм (300x150x100) – 900 МПа;
- бетонна бруківка «фалка» розміри в мм (240x130x80) – 650 МПа;
- бетонна бруківка «подвійне Т» розміри в мм (200x165x80) – 900 МПа.

Ці характеристики рекомендується внести в норми по проектуванню дорожніх одягів нежорсткого типу.

Висновки

Бруковані покриття необхідно використовувати в якості покриттів в конструкціях дорожніх одягів населених пунктів місцевого значення та ділянок

із рухом великовагових транспортних засобів. Для підвищення надійності та довговічності даного типу покриттів на всіх етапах життєвого циклу (проектування, будівництво та експлуатація) необхідно удосконалити нормативно-технічну базу. Дана база має ґрунтуватися на поєднанні теоретичного та практичного досвіду як вітчизняного так і закордонного. Дефекти, що виникають у процесі експлуатації КДО повинні аналізуватися з послідовним коригуванням норм проектування, будівництва, експлуатації. На прикладі дослідних ділянок нами було виявлено ряд недоліків, які в майбутньому необхідно враховувати для запобігання їх подальшого повторення. За результатами випробувань визначено розрахункові деформативні характеристики брукованих шарів, що дає можливість розраховувати КДО із заданою надійністю.

На даний момент бруковані покриття влаштовуються переважно із бетонних елементів мощення висотою до 10 см. В подальшому необхідно збільшувати висоту каменів брукування для дорожніх покриттів під великовагові транспортні засоби із навантаженням на вісь 115-130 кН і більше, в тому числі для аеродромів. Це дасть можливість визначити їх розрахункові характеристики, та практично порівняти їх з монолітними цементобетонними покриттями.

Література

1. Grant M. History of Rome. – New York : Charles Scribner, 1978. – 537 p.
2. Рудюк В.В. Проектирование дорожных одежд многополосных городских улиц и дорог с учетом распределения транспортных нагрузок по проезжей части : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.14. – К., 1998. – 271 с.
3. Бабков В.Ф., Афанасьев М.Б., Васильев А.П., Дивочкин О.А., Залуга В.П., Иванов В.Н., Кашкин С.К., Кременец Ю.А., и др. Дорожные условия и режимы движения автомобилей. – М. : Транспорт, 1967. – 24 с.
4. Бесараб О.М. Підвищення тріщиностійкості асфальтобетонних шарів з врахуванням часу дії навантаження : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.11. – К., 2003. – 252 с.
5. Гамеляк І.П., Карафізі Л.М. Попередження руйнувань та деформацій брукованих покриттів // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К. : НТУ, Випуск 90, Науково-технічний збірник, 2013. – С. 106–117.
6. СТБ ЕН 1338-2007. Камни мощения бетонные. Требования и методы испытаний. – Минск : Госстандарт, 2007. – 49с.
7. Huurman, M. Houben, L.J.M., Geense, C.W.A. and J.J.M. van der Vring. The upgraded dutch design method for concrete block road pavements. The 7th International Conference on Concrete Block Paving, Sun City, South Africa. Pave 2003. – 20 p.
8. РСВДО 01. Рекомендації по стандартизації влаштування верхніх шарів дорожнього одягу об'єктів транспортного будівництва. – Дрезден : Наукове товариство доріг і транспорту, 2001. – 71 с.
9. Mentlein H. Pflaster atlas. Planung, konstruktion und herstellung. – 2 Auflage. – Koln : Rudolf Muller, 2007. – 208 p.
10. Concrete block paving. – Midrand, South Africa: Concrete Manufacturers Association, 2009. – 32 p.
11. Иванов А.М. Моя профессия мостовщик. – Ленинград. : Стройиздат, 1970. – 88 с.

Рецензенти:

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **10.08.2016 р.**

УДК 625.717

Perova Elena, Ugnenko Evgeniya, Gubareva Olga

METHODS AND TECHNIQUES FOR DETERMINING ADHESION COEFFICIENTS ON AIRFIELD PAVEMENTS

Анотація. У статті проаналізовані найбільш популярні методи визначення коефіцієнта зчеплення в Україні і за кордоном. Наведено їхні переваги й недоліки. Показано порівняння приладів для вимірювання фрикційних властивостей аеродромів. Розглянуто способи визначення коефіцієнта зчеплення поверхні аеродромного покриття.

Ключові слова. коефіцієнт зчеплення, злітно-посадкова смуга, аеродром, метод вимірювання коефіцієнта зчеплення, вимірювальне колесо, деселерометри, повітряне судно, шорсткість, мікропрофіль.

Аннотация. В статье проанализированы наиболее популярные методы определения коэффициента сцепления в Украине и зарубежом. Приведены их достоинства и недостатки. Показано сравнение приборов для измерения фрикционных свойств аэродромов. Рассмотрены способы определения коэффициента сцепления поверхности аэродромного покрытия.

Ключевые слова. коэффициент сцепления, взлетно-посадочная полоса, аэродром, метод измерения коэффициента сцепления, измерительное колесо, деселерометры, воздушное судно, шероховатость, микропрофиль.

Abstract. The most popular methods of determining the coefficient of friction in Ukraine and abroad are analyzed in the given article. Their advantages and disadvantages are given. A comparison of instruments for measuring the frictional properties of airfields is shown. The methods of determining the coefficient of friction of the road surface are considered.

Key words: coefficient of friction, runway, aerodrome, method for measuring the friction coefficient, measuring wheel, decelerometer, aircraft, surface roughness, microprofile.

Introduction

The coefficient of adhesion (CA) of the surface of pavement that determines the measure of its adhesion with the wheels of the vehicle is all over the world the subject of research and production of works directed to measure and increase it on the surface of runways of airfields and road pavements by applying a transverse incision and the use of highly frictional materials in order to improve the safety of aircraft landing as well as transportation.

Pre-landing measurement of adhesion properties of surface coatings with the wheels of aircrafts is currently being implemented at airports all over the world by rolling with a constant skidding of measuring wheels, using mobile (self-propelled or towed) installations.

World experience of measuring the friction coefficient

The world leader in the measurement of the coefficient of friction on airfield pavements is the Swedish company ASFT (Airport Surface Friction Tester). Mobile units of this company are used by more than 200 airports in Europe and America.

All ASFT units contain an electro-hydraulic hoist device of the measuring wheel with a system that ensures its constant downward pressure to the surface. Another competitive product on the world market is towed installation model Skiddometer BV 11 manufactured by the Finnish company «Patria Industries Oyj». It is easy to use by ground personnel, reliable in operation and has been many times recognized at international conferences, exhibitions as the best measuring device in the world. Installations Grip Tester and Mu-Meter of British companies Tradewind Scientific and Specialist Electronic Services, respectively, equipped with electronic measuring systems with computer control also rank high up among other companies. All these installations are usually provided with modern computer systems, data processing and data broadcast to the airport control service in real-time, distance traveled sensors, monitors and printers. There are about two dozen brands of COP meters that have firmly entrenched at the global market (1).

Equipment for measuring the constant friction coefficient

DFT equipment can be used under various weather conditions and in contrast to the previous system for measurement the constant friction coefficient it is compatible with more than 80 vehicles servicing the airport. In addition, new DFT equipment was also attractive in terms of finance.



Figure 1 - Dynamic Friction Tester, (DFT)

Information from both measuring systems (DFD and DFT) is ultimately transmitted to the system of providing information to flight crews (Notice to Airmen System, NOTAM). These data can also be used in air traffic control services to provide pilots with information on the state of the runway and the nominal values of the coefficient of adhesion of the airfield pavement. Pilots take account of these data coupled with certain features of aircrafts for optimization of modes and securing safety during the takeoff and landing of aircrafts. (2)

Measurement of the friction coefficient in Russia

Measurement of the friction coefficient in the Russian Federation is carried out by special devices. These devices include:

- Measuring the friction coefficient AT-EM;
- Aerodrome truck brake ATT-2.



Figure 2 – Friction coefficient measuring device AT-EM

Friction coefficient measuring device AT-EM is used for:

- determination of friction properties of the runway with artificial pavement according to the friction coefficient value, calculated as the average arithmetic value of the ratio of measured values of the longitudinal traction force to the normal reaction, acting at each of the two measuring wheels when electromechanical braking occurs for each of the two MW;

- calculated as the ratio of the measured values of the longitudinal traction force to the normal reaction at each of the two measuring wheels when the electromechanical braking occurs.

- binding of measuring indicators of the friction coefficient to a particular point of measurement on artificial airfield pavements;

- creating an archive of measurement results of the friction coefficient;

- transfer of measurement parameters via a secure radio link to the command and control center (ATC tower), FOD, or AS.

Experience of AT-EM friction coefficient measuring devices in aviation enterprises of CA of Russia has shown that information about the dynamics of change of values K_{fric} makes it possible for allows the ground services to take timely measures to maintain the surface of artificial runways in operational condition. For example, regular measurement of the friction coefficient and prevention of only ice formation on airfields of class A provides savings of up to 250 - 300 tons of anti-icing chemicals per year (data obtained from the Office of the Federal Air Transport Agency of Airport Operations of Russian Federation).

According to performance and measurement accuracy, the AT-EM friction coefficient measuring device corresponds to the requirements of the ICAO (Doc. №9137-AN/898, 1994), it is cost-effective, which is not typical for friction coefficient measuring devices applied at Russian and foreign aviation enterprises.

Currently, the airfield complex AT-EM (AT-EM - Air Force) is the only friction coefficient measuring device both in Russia and abroad, meeting the requirements of the ICAO (Doc. №9137-AN/898, Part 2, Ch. 5), which can be used to predict the braking performance of aircrafts. (3)

Measurement of the friction coefficient in Ukraine

Ukrainian civil aerodromes have employed for more than 30 years the only national friction coefficient measuring device - towed aerodrome brake trolley ATT-2, which presents a simple implementation of the principle of mechanical braking in the form of a two-wheeled trailer with driving and measuring wheels of different diameters, and this provides constant skidding of the measurement wheel relative to

the drive wheel, equal to the difference quotient of wheels diameter with respect to the larger diameter of the drive wheel. Strain values of the friction coefficient in ATT-2 are amplified and displayed by a galvanometer and registered by the operator who checks the readings. Obviously, such a setting does not currently meet the international standards; it is obsolete and requires replacement. The aerodrome brake truck ATT-2 is designed for calculation of the regulatory friction coefficient to determine the braking conditions of aircraft chassis operated in 50 - 60 years of the last century (4).

The principle of measuring C_f (friction coefficient) by the brake trolley ATT-2 in foreign countries is based on kinematic rigidity of the measuring wheel coupling with the reference one through the driveline and does not maintain a constant measuring mode of the friction coefficient due to the lack of possibilities to keep a predetermined slip rate of the measuring wheels at surface irregularities of the artificial runway (ice, snow, water, pollution, etc.). There is carried out indirect measurement of standard values of the friction coefficient. For these reasons, the error of standard values of the friction coefficient constitutes up to 30% (5).

Of all the devices of this kind the most perfect is the Swedish trolley "Skiddometer BV 11: 2". It is a three-wheeled trailer weighing 360 kg, designed for towing vehicles. The braking effect is created by the movement of the middle measuring wheel with a constant slippage of about 17% under all states of coatings. This allows obtaining the values of friction coefficients proximately to their limit values.

The measured friction coefficients are continuously recorded by the recorder, the paper tape of which is stretched in proportion to the distance traveled. Simultaneously, the integrator automatically calculates mean values of the coefficients for distances predetermined in the device software, and prints them on the paper tape indicating the direction of movement of the trolley (the direction of the runway), the date and time of measurement.

Among other instruments used to assess the conditions of braking on the runway there should be noted mu-meter, designed and manufactured in England. It is a three-wheeled trailer, used for towing cars. Unlike the skiddometer, the braking effect in it is created by the installation of two wheels with a slip angle. The third wheel is used to measure the distance traveled. The resultant in the course of motion force of the side clutch is measured by a hydraulic sensor, and the ratio obtained in such a way is adopted as the longitudinal coefficient of coupling. This principle of

truck operation is less successful, because it allows you to evaluate the lateral grip of tires and does not meet the conditions of hindered movement of the wheel.

In the process of measuring, the coefficient of friction is recorded on the paper tape, stretched proportionally to the distance traveled.

At present, at domestic and foreign airports assessment of braking conditions on the runway, using dynamometric trolleys of type "Skiddometer BV 11: 2" and the mu-meter is carried out by the method of the International Civil Aviation Organization (ICAO), contained in Annex 14 "Aerodromes". In accordance with this, measurements are performed by means of two driveways of the trolley at the speed of 60 km/h on the runway at a distance of about 10 m from the center line. Based on the data obtained they calculate the average values of friction coefficients for each third part of the length and the entire runway.

Imperfection of the existing state of the fleet of vehicles for continuous control of frictional properties of airfield and road coatings is also partly due to the common and necessary for both foreign and national products requirement, impairing their access to the Ukrainian market - mandatory state certification (6).

Methods of determining the friction coefficient of the road surface

Due to the fact that all previous methods present the availability of instruments for measuring the friction coefficient that significantly increases the cost of measurement, the State Enterprise "ROSDORNII" obtained a patent for the method of determining the friction coefficient of the road surface. The authors of the method I question are N. Lushnikov, P. Lushnikov, Yu. Gvozdkov.

The invention can be used to control the geometrical characteristics of coatings in the construction and repair, as well as to determine the coupling properties of the road surface. The method consists in measuring the parameters of the road surface and calculation of the friction coefficient. Initially, they measure the ordinates of the microprofile of the coating surface, according to which they determine the dependence $y = f(x)$, describing the microprofile at a fixed interval. Using this dependence, they determine the length of the curve of the microprofile and parameters K_i of the roughness of the road surface by calculating formulas. The invention makes it possible to simplify and reduce the cost of the measurement method, as well as eliminate the need for wetting the coating. (7).

Method of determining the coefficient of wheel coupling with the surface of artificial coating

The invention relates to measurement methods and is used to assess the state of the surface of the airfield runway, but can also be used to determine the coefficient of friction of road coatings.

The aim of the method offered lies in increasing the accuracy of measurement of friction coefficient of the wheel with the road surface by registering the maximum braking force $R_{\text{break.max}}$ between the measuring wheel and the surface of the coating, according to which they calculate the rate of wheel friction with the surface of the artificial pavement with no slip of the measuring wheel.

Solution of the goal set concerning "The method of determining the coefficient of friction of the wheel with the surface of the artificial pavement" is achieved by the fact that using this method the coefficient of wheel friction with the surface of the artificial pavement is determined by the method of braking, when they roll the measuring wheel on the surface of the artificial pavement, the brakes being applied in accordance with the state of the coating surface, wherein the normal force F of the measuring wheel load onto the coating surface is determined.

In the inventive method, regardless of the speed of movement they further determine the braking torque (M), generated by the electromagnetic brake, and the friction torque (M_g) of the measuring wheel with the surface coating. Thereafter, the equality of the braking force moment (M) and the time of friction force (M_g) ($M = M_g$) are constantly maintained. At the same time, the maximum braking force $R_{\text{break.max}}$, which is equal to the force of friction R_{fric} of the measuring wheel with the surface coating, is obtained between the measuring wheel and the surface of the pavement ($R_{\text{break.max}} = R_{\text{fric}}$, $R_{\text{fric}} = RK_{\text{fric}}$). The coefficient of friction is calculated by the following formula:

$$K_{\text{fric}} = \frac{M_g}{P \cdot R}, \quad (1)$$

where K_{fric} - coefficient of friction of the measuring wheel with the surface of pavement;

M - braking torque, generated by the electromagnetic brake or other braking device, N_m ;

M_g - friction torque of the measuring wheel with the coating surface N_m ;

P - normal load of the measuring wheel on the surface of coating, H;

R_{fric} – friction force of the measuring wheel with the coating surface, H;

$R_{\text{break.max}}$ - maximum braking force between the measuring wheel and the surface of the coating, H;

R - radius of the measuring wheel, m.

The use of this method during its implementation will make it possible to increase the safety of aircraft landing by improving the accuracy of determining the coefficient of friction of the landing gear with the surface of the runway, as well as determine more accurately the state of highways.

Conclusions

Imperfection of the existing state of the fleet of vehicles for continuous control of frictional properties of airfield and coatings has lead to the need for a uniform method of determining the frictional properties of airfield pavements.

On example of the International Baltimore Airport/Washington it was shown that to obtain more accurate data on the friction coefficient, it is necessary to use several devices, which can cover a wider range of information.

Implementation of these methods makes it possible to determine the coefficient of friction at any speed, which allows measuring the coefficient of friction on the runway, on the aircraft parking place, when taxiing, in hangars, on the highways in use at any time (observing all the traffic rules), while maintaining or commissioning new highways, in all turns and a small extension of the coating surface.

References

1. Airfield Pavement Condition Assessment by J. Greene Tyndall Air Force Base, FL & M. Shuhin US Army Construction Engineering Research Laboratories, Champaign, IL
2. <http://airportworks.ru/izmerenie-koefficienta-scepleniya-v-mezhdunarodnom-aeroportu-baltimorvashington/>
3. <http://planeta.yomu.ru/koefficient-scepleniya-vpp/at-em/>
4. А.А. Богоявленский Исследование метрологических характеристик измерителей коэффициента сцепления на примере тележки типа АТТ-2 НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК МГТУГА №187 серия Аэромеханика, прочность, поддержание летной годности 2013 [Bogoyavlenskiy A.A. Research of metrological characteristics of the meter coefficient of friction on the example of the cart type АТТ-2]
5. <http://www.zavod31ga.ru/catalog/?id=4026c1e1&page0>
6. А.А. Богоявленский, кандидат технических наук А.Е. Боков ФГУП ГосНИИ ГА, Москва Особенности метрологического обеспечения средств и методов измерений коэффициента сцепления на воздушном транспорте Мир измерений 8/2012 17-29 стр. [Bogoyavlenskiy A.A, Bokov A.I Features of metrological provision of means and methods of measuring the coefficient of friction on air transport]
7. <http://www.findpatent.ru/patent/244/2442136.html>

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Кизима С.С., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kyzyma S.C., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: 22.08.2016 р.

ТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТА ОЦІНКА МАЙНА

УДК 332.6: 625.7/.8

Bubela A.V., Candidate of Engineering Science (Ph.D.)

PROJECT MANAGEMENT OF ESTIMATES OF THE ROADS BASED ON CONSIDERSTION OF THE TECHNICAL STATE

Анотація. Для оцінки рівня техніко-функціонального стану ділянки автомобільної дороги необхідно визначити коефіцієнти значимості або вагомості. Від правильності їх призначення у великій мірі залежить достовірність оцінки. Найбільш коректно враховувати відмінності стану об'єкту оцінки шляхом коригування його кошторисної вартості коефіцієнтами, що визначають технічний рівень та експлуатаційний стан елементів дорожньої конструкції.

Ключові слова: автомобільна дорога, техніко-функціональний стан дороги, коефіцієнти вагомості конструктивних елементів.

Аннотация. Для оценки уровня технико-функционального состояния участка автомобильной дороги необходимо определить коэффициенты значимости или весомости. От правильности их назначения в большой степени зависит достоверность оценки. Наиболее корректно учитывать различия в состоянии объекта оценки путем корректировки его сметной стоимости коэффициентами, определяющих технический уровень и эксплуатационное состояние элементов дорожной конструкции.

Ключевые слова: автомобильная дорога, технико-функциональное состояние дороги, коэффициенты значимости конструктивных элементов.

Abstract. To assess the level of technical and functional condition of the road section must identify the factors of significance or importance. From the correctness of their appointment to a large extent depends on the reliability of estimates. Most properly take into account differences facility condition assessment by adjusting its estimated

cost coefficients that determine the level of technical and operational elements of state road construction.

Keywords: road, technical and functional condition of the road, the weight ratios structural elements.

Formulation of the problem

As part of the national policy of attracting private sector participation in state programs of public-private, partnership is slowly becoming part of a national program of infrastructure. Thus formed experience between public and private sectors, which in the future will meet European traditions related to the participation of the private sector in the design, construction and maintenance of public roads. The basic regulations that define the process of assessing state and municipal property in the privatization method of valuation of property [1], to clarify its provisions [2] and national standards of Ukraine [3, 4]. Methods of assessment [1] is fundamental that allows you to interpret generic assessment of state and municipal property.

The process of alienation of state and municipal property accompanied into account many proprietary features and characteristics. Modern road is a complex engineering structure, intended for the performance of transport and travel services customer service - drivers and passengers [5]. From the standpoint of the consumer is the most important transport-performance roads. They provide continuity, optimum speed, convenience and safety of traffic, high bandwidth, the possibility of movement of vehicles with acceptable dimensions and axial loads, high level of road service, compliance with aesthetic and environmental requirements.

Presenting main material

Transport-operating facilities of roads determined the speed and cost of transport, safety and convenience of road travel, its bandwidth. Fees can't be expressed as a generalized measure. Therefore, during the assessment of certain road sections need to use methods that define these properties is to diagnose the road. Diagnostics roads - the definition of consumer properties [5]. Diagnosis involves research, collection and analysis of information on geometrical parameters, characteristics, conditions of operation of roads and road structures, defects and the causes of their appearance, traffic characteristics and other information needed to assess and forecast the state of the roads and road facilities.

The key question of assessing state and municipal ownership is the use of classical methods of evaluation. Cost-effective approach to determining the value of

fundamentally different from the income and comparative and is crucial to assess the highways. Most properly take into account differences facility condition assessment by adjusting its estimated cost coefficients that determine the level of technical and operational elements of state road construction.

Integrated property technical and functional state structure is a simple sum of properties in view of their importance [6]:

$$K_k = \sum_{i=1}^n K_i m_i, \quad (1)$$

where K_i - relative rate differential properties (operational status) by a factor of significance m_i ; n - the number of elements of the road.

A comprehensive index of technical and functional condition of the road is estimated on the basis of at least six elements of the road.

To assess the level of technical and functional condition of the road section must identify the factors of significance or importance. From the correctness of their appointment to a large extent depends on the reliability of estimates. Set these factors can be different methods: cost, limit values, statistics, expertise, combined [6,7].

Technical evaluation of the road of the second category expert method is based on visual inspection of operational status. Established by this method weight ratios of elements of the road the second category, according to [8], presented in Fig. 1. Identified factors for the following elements road: m_1 - pavement; m_2 - roadbed; m_3 - landscaping and gardening; m_4 - Man-made structures; m_5 - construction and furnishings; m_6 - Buildings and structures of road and road services. For each item scale developed by the estimated defect [6].

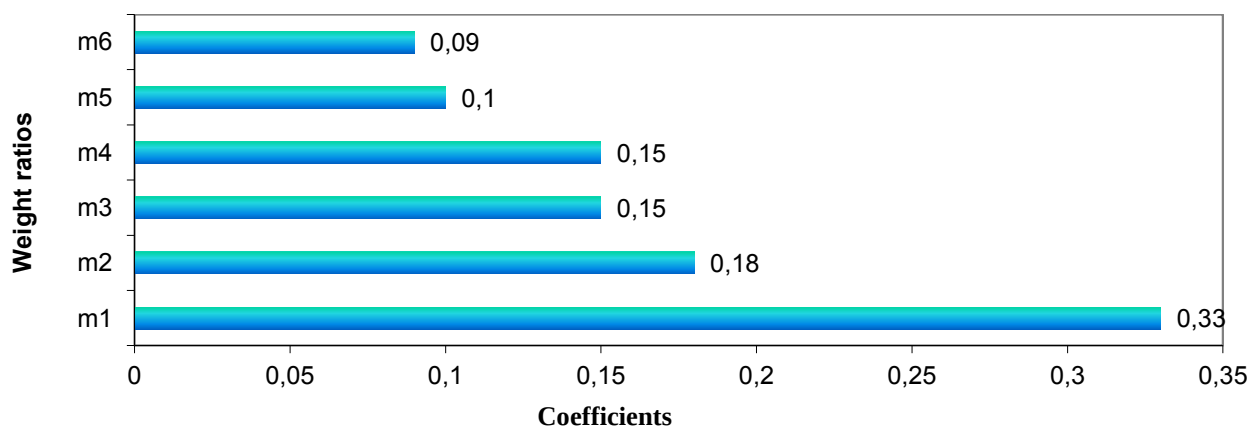


Figure 1 – Factors weight elements of the road the second category established by the expert

Value method is based on the assumption that the technical and functional state transport facilities proportional value m_i and importance properties C_i identical costs, between the weight and the estimated value functional relationship exists

$$m_i = f(C_i), \text{ if } C_i > C_{i-1} \text{ and } m_i > m_{i-1}.$$

thus

$$m_i = \frac{C_i}{\sum_i^n C_i}, \quad (2)$$

where $\sum C_i$ - total estimated cost of production.

Based on the estimated cost of six basic elements of road, which is shown in the Table. 1, calculation of weights. Factors identified two areas of road category Ib length of 3 km from the overpass without it.

Table 1 – Estimated cost of the basic elements of the road

Road parts	The estimated cost of the basic elements, C_i thousand grn					
	Pavement	Roadbed	Landscaping and gardening	Artificial structures	Construction and conditions	Buildings and road traffic services
with overpass	50630,332	51443,947	13773,008	335686,253	11585,015	1562,778
without overpass	59876,656	71885,782	10471,875	5686,276	12987,189	1709,329

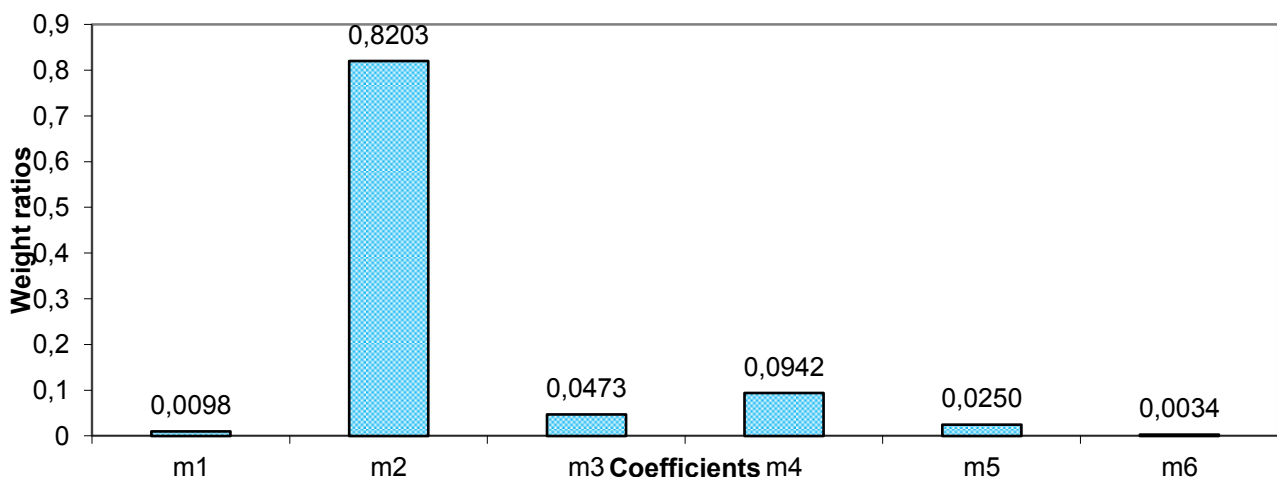


Figure 2 – Factors weight elements of the road category of the overpass installed costly in method

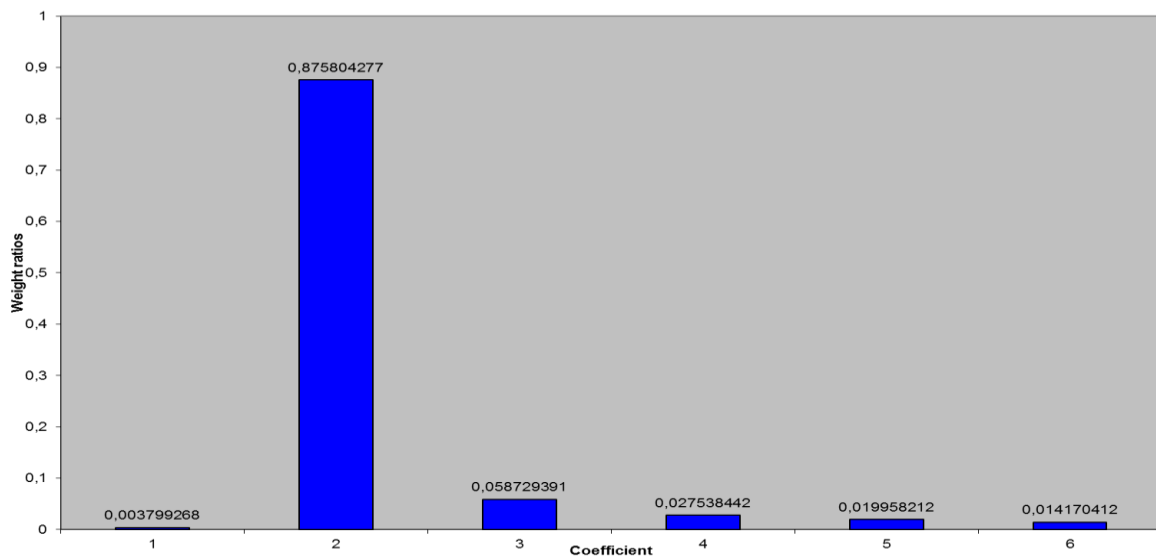


Figure 3 – Factors weight category Ib elements of the road without trestles set costly in method

Conclusions

According to the schedule of distribution of weight coefficients for rice. 1, 2 and 3 can be concluded that the expensive method is more reliable for monetary valuation of the road section as opposed to expert. Expert method allows an objective evaluation of the actual road conditions, providing effective solutions for the reconstruction of roads, current and planned measures to repair. But such assessment based on an analysis of traffic patterns of single cars, traffic, bandwidth roads, the results of research into the causes of accidents and deteriorating working conditions of drivers and do not include cost component elements of the road. Also important is the presence of artificial structures, bridges, overpasses on the road, which significantly alter the weight distribution of the structural elements of the road, which is important when making adjustments to their cost during repair work.

References

1. Methods of assessment, approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 10.12.2003 №1891 (in the wording of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 25.11.2015 №1033).
2. Clarification of certain provisions of the Methodology property valuation approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine of 10.12.2003 N 1891 letter provided the State Property Fund of Ukraine of 23.01.2004 N 10-36-835 and on 25.10.2010 was. N 10-36 -14,537.
3. National standard: № 1 "General Principles of valuation of property and property rights" (with amended according to KM N 146 (146-2015-P) on 25.03.2015 and N 168 (168-2015-p) of 31.03 .2015).
4. National Standard: № 2 "Real Estate Valuation" (with amended according to KM N 146 (146-2015-P) on 25.03.2015 and N 168 (168-2015-p) of 03.31.2015).
5. Transportation and operational properties highways: Textbook / V. Savenko VV Lip. - Donetsk: SHEE "National Technical University", 2011. - 229 p.
6. Quality Management in road construction. / VM Sydenko Rokas S. .. - Moscow: Transport. 1981. - 252 p.
7. Standardization and quality control in road construction. V.M.Sydenko. Kiev: High shkola.Yzd-in at Kiev. un-te, 1985. 256p.
8. DBN V.2.3-4: 2015 Highways. Part I. Design. Part II. Construction.

Рецензенти:

Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдіпроддор".

Reviewers:

Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: 07.07.2016 р.

УДК 624.1 : 332.54

Мамонов К. А., д.е.н., професор

ВИЗНАЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ У СИСТЕМІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті розглянуті теоретичні підходи до визначення моніторингу земель у системі формування землеустрою в Україні. Визначені напрями його формування та реалізації, враховуючи особливості земельних відносин. Встановлені проблемні аспекти щодо здійснення моніторингу земель в системі землеустрою в Україні. Запропоновано авторське визначення моніторингу земель у системі землеустрою.

Ключові слова: моніторинг землі, землеустрій, теоретичні підходи, проблеми формування та реалізації моніторингу землі.

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические подходы к определению мониторинга земель в системе формирования землеустройства в Украине. Определены направления его формирования и реализации, учитывая особенности земельных отношений. Установленные проблемные аспекты по осуществлению мониторинга земель в системе землеустройства в Украине. Предложено авторское определение мониторинга земель в системе землеустройства.

Ключевые слова: мониторинг земли, землеустройство, теоретические подходы, проблемы формирования и реализации мониторинга земли.

Abstract. In the article theoretical approaches to determining land monitoring system formation in Ukraine land. The directions of its formation and implementation, taking into account land relations. Established problematic aspects of monitoring land system land in Ukraine. The author determining land monitoring system of land management.

Keywords: monitoring of land, land management, theoretical approaches, problems of formation and implementation of monitoring ground.

Постановка проблеми

Сучасний розвиток України визначається накопиченням негативних процесів, які характеризуються зниженням основних соціально-економічних показників, загостренням політичних диспропорцій, відсутністю ефективної політики щодо формування та розподілу земель населених пунктів. Слід вказати на необґрунтоване розширення меж міст, що впливає на містобудівний та територіальний розвиток. У таких умовах особливого значення набуває переосмислення підходів здійснення та використання моніторингу земель у сучасній системі землеустрою.

Проблемам моніторингу земель, застосування відповідних інструментів його реалізації присвячені роботи: Ю. Гавриленка [1, 2], О. Дамдина [3], Г. Землякової [4], Ю. Петлюка [5], Ю. Палехи [6], О. Пиркової [7, 8] та ін.

Проте, залишаються не вирішеними проблеми визначення моніторингу земель у системі землеустрою України.

Метою статті є систематизація теоретико-методичних положень та визначення моніторингу земель у системі землеустрою України.

Основна частина

В існуючих наукових розробках відсутні єдині підходи до визначення моніторингу земель у системі землеустрою України.

Так, на проблемні аспекти щодо формування та використання моніторингу використання земель України вказує Ю. Петлюк, що впливає на землеустрій, землекористування та управління земельними ресурсами, фокусуючи увагу на низькому рівні інформаційно-аналітичного забезпечення [5].

У контексті визначення моніторингу земель застосовується відповідна нормативно-правова база. У Земельному кодексі України статей 191 моніторинг земель характеризується як система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів [9].

У Земельному кодексі України визначені основні функції і завдання моніторингу, які пов'язані із збором, аналізом та використанням інформації про формування й використання земель, розробкою відповідних рішень, прогнозом еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів.

У Положенні про моніторинг земель, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 охарактеризовані напрями його здійснення відповідно до:

- стану використання земельних ділянок;
- процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів (розвиток водної і вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення і засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;
- стану берегових ліній річок, морів, озер, заток, водосховищ, лиманів, гідротехнічних споруд;
- процесів, пов'язаних з утворенням ярів, зсувів, сільовими потоками, землетрусами, карстовими, кріогенними та іншими явищами;
- стану земель населених пунктів, територій, зайнятих нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливно-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, захороненням токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловими об'єктами [10].

Крім того, у контексті визначення та особливостей використання моніторингу земель застосовується наступне нормативно-правове забезпечення:

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [11];

Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» [12];

Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження положення про моніторинг земель» від 20 серпня 1993 р. № 661 [13],

Постанова Кабінету Міністрів України «Про Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30 березня 1998 р. № 391 [14].

Положення про Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів „Центрдержродючість” від 1 вересня 2000 р. № 167 [15].

Наказ „ Про здійснення повноважень у галузі охорони земель” від 16 грудня 2003 р. № 451 [16].

Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського

призначення Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України від 26 лютого 2004 року № 51 [17].

При визначенні моніторингу земель деякі фахівці враховують стан антропогенного навантаження в динамічному розвитку для прийняття рішень, пов'язуючи його із навколишнім природним середовищем [18].

Розділяючи подібну точку зору, Ю. Петлюк вказує на те, що "моніторинг земель – це частина державного моніторингу довкілля, який є системою спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендації для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки" [5].

На функціональні аспекти здійснення моніторингу земель вказує О. Дамдин, який його визначає з позиції реалізації функціональних дій, спрямованих на забезпечення технічної та інформаційно-аналітичної роботи для контролю за рівнем формування й використання земельного фонду [3].

Фокусуючи увагу на функціональних аспектах В. Медведєв та Т. Лактіонова характеризують моніторинг земель через наступні напрями:

- визначення завдань системи моніторингу земель і вимог до інформації, необхідної для їх виконання;
- створення організаційної структури моніторингу земель;
- розробка проекту мережі режимних спостережень за об'єктами моніторингу і розробка порядку проведення цих спостережень;
- розробка технології отримання і передання даних, надання інформації споживачам;
- створення системи перевірки отриманої інформації на відповідність початковим вимогам і перегляду, за необхідності, системи моніторингу [19].

Формуючи комплексний підхід, Р. Романко і О. Петраковська визначають моніторинг земель як систему спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів [20].

Розділяючи положення представлених авторів, В. Цветков характеризує моніторинг земель через багато параметричну систему, що включає:

- наявність, якість і кількість невикористовуваних і нераціонально використовуваних земель;

- відповідність фактичного використання земель їх встановленим категоріям;
- ефективність використання земель;
- баланс земель за основними видами земельних угідь;
- факти трансформації земельних угідь;
- факти переведення земель з однієї категорії в іншу;
- факти не дозволеного використання земель;
- раціональність існуючого використання земельних угідь;
- склад і динаміка основних груп землекористувачів [21].

Розділяючи положення комплексного підходу, А. Черниш визначає моніторинг земель як систему спостережень за станом земельного фонду для своєчасного виявлення відповідних змін, їх оцінок, прогнозу, попередження та усунення наслідків негативних процесів [22].

Крім того, він визначає основні завдання здійснення моніторингу земель, які полягають у:

- перманентному і своєчасному виявленні змін у стані земельного фонду, їх оцінка прогноз, розробка рекомендацій щодо їх попередження;
- інформаційному забезпеченні державного земельного кадастру, моніторингу у інших сферах та кадастрів іншого середовища, раціональне і ефективне природокористування й землеустрій;
- забезпеченні контролю за використанням і охороною земель [22].

Визначаючи моніторинг земель, деякі автори фокусують увагу на цільових характеристиках представленого процесу. Зокрема, визначається, що метою моніторингу земель є оперативне виявленні змін у стані земель, їх оцінка, розробка рекомендацій та управлінських рішень для попередження та усунення наслідків негативних процесів, в інформаційному забезпеченні державного кадастру нерухомості, раціонального землекористування, землеустрою та контролю за використанням та охороною земель, а також забезпеченні громадян інформацією про стан навколишнього середовища в частині стану земель [23].

Слід зазначити, що у системі моніторингу землі деякі вчені фокусують увагу на інформаційній складовій цього процесу. Зокрема, С. Шарапова визначає його як інформаційну систему із збору, обробки та аналізу інформації про стан довкілля, що включає оцінку й прогноз навколишнього природного

середовища [24]. Такий підхід є обмеженим, оскільки моніторинг земель в основному пов'язується тільки із природним середовищем, знижуючи значення інших сфер та напрямів його реалізації.

У сучасних наукових розробках моніторинг земель пов'язують із формуванням та реалізацією управлінських рішень і є важливою функцією у сфері використання та охорони земель [25].

У системі моніторингу земель важливе значення мають розробки Л. Перович, Л. Винарчик, які вводять поняття кадастрового моніторингу земель і визначають його з позиції багатофункціональної інформаційної системи, яка в динаміці відтворює процеси комплексних (правових, фізичних, фіскальних тощо) змін земельних ресурсів [26]. Представлені автори визначаються завдання кадастрового моніторингу земель, характеризуючи його комплексний процес, що дозволяє “систематизувати кадастрові дані та створити відповідну картографічну документацію, яка б дала змогу приймати відповідні управлінські рішення щодо раціонального та ефективного використання територій з врахуванням забезпечення охорони земель та культурної спадщини, їх естетичної привабливості та задоволення вимог і потреб територіальних громад, робити переоцінку нерухомості та зміну оподаткування” [26].

Висновки

Отже, враховуючи вищезазначене, автором запропоновано визначення моніторингу земель у системі землеустрою, як комплексної постійно трансформуючої категорії, що включає сукупність взаємопов'язаних дій, спрямованих на забезпечення контролю за станом та використанням земельних ресурсів, нівелювання негативних явищ і їх попередження на різних територіальних рівнях, які реалізуються на основі інформаційно-аналітичного й нормативно-правового забезпечення, включаючи якісні, функціональні, соціально-економічні, природні, інфраструктурні, містобудівні характеристики.

Література

1. Гавриленко Ю.Н. Анализ подходов к оценке недвижимости с учетом влияния вредных факторов на стоимость недвижимости / Ю. Н. Гавриленко, Д. С. Кузнецова // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : збірн. наук. праць. — Львів. : Видавництво національного університету „Львівська політехніка”. — 2007. — № I (13). — С. 229 -235.

2. Гавриленко Ю. Н. Нормативная денежная оценка земель населенных пунктов на угленосных территориях / Ю. Н. Гавриленко, Д. С. Кузнецова // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». — Донецьк: ДонНТУ. — 2009. — № 9 (143). — С. 77-85.
3. Дамдын О. С. Понятие, задачи и виды мониторинга земель [Текст] / О. С. Дамдын // Молодой ученый. — 2012. — №1. Т.2. — С. 165-166.
4. Землякова Г.Л. Государственный мониторинг земель в Российской Федерации : проблемы правового регулирования / Г.Л. Землякова // Аграрное и земельное право. — 2006. — № 3. — С.62 - 69.
5. Петлюк Ю. С. Правові аспекти здійснення моніторингу земель в Україні / Ю. С. Петлюк. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?.
6. Палеха Ю. Містобудівний кадастр — інформаційна основа оновлення містобудівної документації у місті Києві / Ю. Палеха, Т. Нечаєва, В. Смілка. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=>.
7. Пиркова О.В. Земельне адміністрування в Україні: напрями та особливості впровадження / К. А. Мамонов, Вень Мінмін, О. В. Пиркова // Науково-практичний журнал. «Регіональна економіка та управління» 3 (06) серпень 2015 р. м. Запоріжжя. — С. 130 – 133.
8. Pyrkova O. V. Theoretical aspects for use technologies formation and implementation of urban development and monitoring / O. V. Pyrkova // Науковий журнал "Молодий вчений" № 10 (25) жовтень, 2015 р. Ч. 1. С.18 - 20.
9. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
10. Положення про моніторинг земель, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/661-93-п>.
11. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-XII // Відомості Верховної Ради України. — 1991. — № 41. — Ст. 546.
12. Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України від 19 червня 2003 р. № 963-VI // Відомості Верховної Ради. — 2003. — № 39. — Ст. 350.
13. Про затвердження Положення про моніторинг земель : Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 // Зібрання урядових нормативних актів України. — 1994. — № 1. — Ст. 5.
14. Про Положення про державну систему моніторингу довкілля : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391 // Збірник урядових нормативних актів України. — 1998. — № 9. — Ст. 211.
15. Положення про Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів „Центрдержродючість”. Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України від 1 вересня 2000 р. №167.
16. Про здійснення повноважень у галузі охорони земель. Наказ від 16 грудня 2003 р. № 451.
17. Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України від 26 лютого 2004 року № 51. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 березня 2004 р. за №383/8982.
18. Моніторинг земельних ресурсів та його значення. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://pidruchniki.com/12120124/pravo/monitoring_zemelnih_resursiv_yogo_znachennya.
19. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Концепция почвенного мониторинга // Вісник аграрної науки. — 1992. — № 9. — с.46–52.

20. Романко Р.М. Методи і моделі моніторингу земель, що зазнають впливу екзогенних геологічних процесів / Романко Р.М., Петраковська О.С. Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Sciences, I(2), Issue: 15, 2013. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/romanko_r.m._petrakovska_o.s._methods_and_models_of_land_monitoring_affected_by_the_exogenous_geological_processes.pdf.

21. Цветков В.Я. Мониторинг земель / В.Я. Цветков // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 4 – С. 49-50. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/25-983>.

22. Черныш А.Ф. Мониторинг земель / А.Ф. Черныш. Учебное пособие для студентов Географического факультета специальности □ G 31 02 01-02 «География (геоинформационные системы)», [SEP] Н 33 01 03. «Геоэкология». – Минск : БГУ, 2002. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/44249/1/monitorzem.pdf>.

23. Ильиных А. Л. Разработка базы геопространственных данных мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» / А. Л. Ильиных. – Новосибирск: Сибирская государственная геодезическая академия. – 140 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-bazy-geoprostranstvennykh-dannykh-monitoringa-zemel-selskokhozyaistvennogo-naznac>.

24. Шарапова С.В. Питання інформаційного забезпечення землекористування та охорони земель / С.В. Шарапова – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nauka.jur-academy.kharkov.ua/download/el_zbirnik/2.2014/12.pdf.

25. Корнеев Ю.В. Мониторинг земельных ресурсов та його значення. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://westudents.com.ua/glavy/60061-8-montoring-zemelnih-resursv-ta-yogo-znachennya.html>.

26. Перович Л.М. Кадастровый мониторинг земель / Л.М. Перович, Л.В. Винарчик. Геодезия, картография и аерофотознiмання. Вип. 72. 2009. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/7159/1/15.pdf>.

Рецензенти:

Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Харченко А.М., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kharchenko A.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.07.2016 р.**

УДК 332.6:625.7/.8

Савенко В.Я., д-р техн. наук, проф.

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДЕФЕКТІВ ПРИ МАЙНОВІ ОЦІНЦІ

Анотація. При проведенні майнової оцінки автомобільної дороги комплексну оцінку якісного стану споруди доцільно проводити на основі індексного методу дефектів. Представлений метод базується на застосуванні коефіцієнтів дефектності, що визначається за результатами виявлення дефектів. Коефіцієнти вагомості дефектів пропонується визначати вартісним або експертним способом.

Ключові слова: майнова оцінка, автомобільна дорога, індексний метод дефектів, коефіцієнти вагомості дефектів

Аннотация. При проведении имущественной оценки автомобильной дороги комплексную оценку качественного состояния сооружения целесообразно проводить на основе индексного метода дефектов. Представленный метод основан на применении коэффициентов дефектности, что определяется по результатам выявления дефектов. Коэффициенты весомости дефектов предлагается определять стоимостным или экспертным способом.

Ключевые слова: имущественная оценка, автомобильная дорога, индексный метод дефектов, коэффициенты весомости дефектов.

Abstract. In conducting property evaluations road comprehensive assessment of the quality of facilities appropriate to index method based on defects. The method is based on a rate of defects, as determined by the results of defects. Factors of importance proposes that the defects or costly in an expert way.

Keywords: property valuation, road, index method defects, defects weight ratios.

Вступ

Транспортно-експлуатаційний стан дороги є домінуючим фактором ефективної роботи як автомобільної дороги, так і транспортних засобів [1]. На теперішній час існуюча мережа автомобільних доріг побудована за старими нормативами,

тому виникає потреба в проведенні майнової оцінки автомобільної дороги з урахуванням їх експлуатаційного стану, а також у встановленні придатності тих чи інших окремих ділянок доріг для експлуатації з урахуванням безпеки руху.

Основна частина

Дорожня служба через нестачу ресурсів не завжди виконує ремонтні роботи відповідно до нормативних термінів. Тому виникає потреба, насамперед, у встановленні черговості середніх і капітальних ремонтів ділянок, особливо місцевої мережі доріг. Впровадження з цією метою методів комплексної оцінки стану якості доріг для проведення майнової оцінки забезпечить отримання значного економічного ефекту.

Річний ефект в одній дорожньо-експлуатаційній організації за рахунок більш об'єктивної оцінки стану якості доріг і встановлення черговості середнього та капітального ремонту дорожнього одягу визначається як:

$$E = Q \cdot L \cdot \Delta C, \quad (1)$$

де L - протяжність дороги, на якій в певному році проведено середній ремонт; Q - кількість перевезеного вантажу в обох напрямках на ділянці L за рік; ΔC - різниця в собівартості перевезень вантажів, викликана підвищенням швидкості руху ΔV на ділянці L в зв'язку з покращенням стану якості. Швидкість руху ΔV на ділянці автомобільної дороги залежить від K_K комплексного показника якісного стану покриття [2].

Відхилення розмірів геометричних елементів, технологічні порушення, які були допущені при будівництві автомобільних доріг, суттєво збільшуються в процесі їх експлуатації.

Комплексну оцінку якісного стану автомобільної дороги доцільно проводити на основі індексного методу дефектів, який базується на застосуванні коефіцієнтів дефектності, що визначаються за результатами обстеження доріг і виявлення дефектів.

У процесі виробництва продукції виникають ті чи інші відхилення фактичних значень показників від нормативних. Ці відхилення, як правило, обумовлені наявністю дефектів.

Дефект - це кожна окрема невідповідність продукції встановленим вимогам. Дефект називається критичним тоді коли об'єкт, зокрема

автомобільну дорогу, використовувати за призначенням практично неможливо або неприпустимо.

Значний дефект істотно впливає на використання об'єкта оцінки за призначенням та його довговічність, але не є критичним. Дефекти можуть бути усувними і неусувними[3].

Рівень дефектності визначається коефіцієнтом дефектності. Під коефіцієнтом дефектності K_d розуміється характеристика середніх втрат, які віднесені до одиниці об'єкта оцінки в вартісному, натуральному виразі або в індексній оцінці.

Розглянемо ділянку автомобільної дороги, для якої потрібно зробити комплексну оцінку якісного стану, при цьому коефіцієнт дефектності K_d :

$$K_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m d_i b_i, \quad (2)$$

де d_i - кількість дефектів даного виду у всій вибірці; b_i - коефіцієнт вагомості дефекту даного виду; m - сумарна кількість дефектів у вибірці; n - обсяг вибірки, тобто кількість проконтрольованих одиниць продукції за конкретний період часу.

Застосування цього методу вимагає попередньої розробки класифікатора дефектів, які часто зустрічаються, для оцінки стану автомобільної дороги і кожному з яких присвоюється свій коефіцієнт вагомості b_i .

Коефіцієнт вагомості даного дефекту є чисельною числовою характеристикою, яка виражається у відсотках по відношенню до інших дефектів, що зустрічаються при виробництві контрольованої продукції. За розглядуваного методу дефектів коефіцієнти b_i визначаються вартісним або експертним способом. У першому випадку коефіцієнт вагомості характеризує витрати на усунення даного виду дефекту. Чим вище значення b_i і більше d_i тим вище K_d . Отже, при вартісному методі чим вище K_d , тим нижче (гірше) якісний стан автомобільної дороги. За другого експертного методу b_i виражається в балах. Попередньо, на основі експертної оцінки всіх можливих дефектів даної ділянки автомобільної дороги групуються і ранжируються так,

щоб найбільш трудомістким, щодо усунення дефектів в найбільшій мірі впливає на довговічність, міцність, стійкість, естетичність та економічність об'єкту (споруди) були присвоєні найвищі бали. Чим вище бал дефектності, тим нижче якість продукції. Таким чином, чим менше дефектів має об'єкт оцінки і вагомість їх менша, тим нижче значення K_d і вище якість продукції.

Таблиця 1 – Значення кількості та вагомості дефектів об'єкта оцінки

Вид дефекту	Вагомість дефекту %	Число дефектів у вибірках		$d_i b_i$	
		№1	№2	№1	№2
1 Колійність	50	0	1	0	50
2 Сітка тріщин	20	2	3	40	60
3 Гребінка	15	5	4	75	60
4 Вибойни	10	2	3	20	30
5 Викришування	5	3	4	15	20
Всього				150	220

За формулою (2), коефіцієнт дефектності для вибірки № 1 $K_d = 150/20=7,5$; для вибірки № 2 $K_d = 220/20=11,0$, де $n = 20$.

За коефіцієнтами дефектності можна обчислити рівень якості продукції

$$K_K = 1 - K_d / K_{d,б}, \quad (3)$$

де $K_{d,б}$ - базовий рівень дефектності в грошовому чи натуральному вираженні.

Як впливає з виразу (3), якість продукції найкраща, коли $K_K = 1$, і гранично низька, коли $K_K = 0$.

При оцінці якості проектів транспортного будівництва застосовуються експертний метод або метод дефектів. У першому випадку оцінку проектів здійснюють фахівці підрозділів експертизи відповідного підпорядкування. У другому випадку, за дефектної оцінки якості проектно-кошторисної документації застосовується залежність:

$$K_K = K_{\max} - \sum_{i=1}^n D_i \quad (4)$$

де $K_{\max}$ - найвищий бал, який приймається в оцінці проекту при повній відсутності дефектів, наприклад, 100, 10, 5; D_i - рівень дефектності i -ї групи стандартизованих дефектів, що виражається в тих же балах, що і $K_{\max}$; n - число встановлених груп дефектів.

Нижче наведено рівні дефектності для комплексної оцінки проектно-кошторисної документації, для якої прийнята п'ятибальна система ($K_{\max} = 5$, $n = 6$).

Рівень дефектності $D_1 = 0,3 \dots 0,5$ призначається у випадку, коли проект на будівництво об'єкта, реконструкцію або капітальний ремонт має недостатньо повне техніко-економічне обґрунтування; відсутній глибокий аналіз ТЕП; термінів окупності капіталовкладень; недостатньо повно проаналізовані вихідні дані, які не справляють суттєвого впливу на кінцевий результат; відсутні дані про порівняння з ТЕП проектів-аналогів; недостатньо повно визначено ТЕП різних дорожніх споруд.

$D_2 = 0,2 \dots 0,4$ - такий рівень дефектності призначається при відсутності досить глибоких варіантних пророблень. Ця оцінка може бути застосована при неповному обліку або відсутності глибокого варіантного опрацювання природно-кліматичних факторів району дороги (рельєфу місцевості, клімату, ґрунтів, ґрунтово-гідрогеологічних умов, рослинності, місцевих дорожньо - будівельних матеріалів); за обмеженої кількості варіантів основних штучних споруд (мости, шляхопроводи і т.д.), а також дорожніх одягів (не застосовується одяг з прошарками, що регулюють водно-тепловий режим, а саме гідропароізоляція, термоізоляція і інші, і що дозволяють раціонально використовувати місцеві дренажні і морозостійкі матеріали).

$D_3 = 0,3 \dots 0,5$ цей рівень дефектності призначається, якщо в проектах мало використані закінчені науково дослідні роботи, які могли б бути застосовані при створенні даного проекту, наприклад: конструкції земляного полотна з використанням місцевих слабо-міцних ґрунтів; сучасні, прогресивні конструкції дорожнього одягу з мінімальною кількістю шарів і застосуванням нетрадиційних дорожньо-будівельних матеріалів; винаходи, досягнення передового вітчизняного та зарубіжного досвіду з будівництва полотна, одягу, штучних споруд.

Рівень дефектності $D_4 = 0,1 \dots 0,2$ призначається в разі, коли в проекті недостатньо відпрацьовані питання організації будівництва дороги, відсутня

техніко-економічне обґрунтування оптимального варіанта технології будівництва об'єкта, вибору раціональних ланок дорожніх машин, недостатньо враховані природно-кліматичні умови, не використано прогресивні технологічні карти і карти трудових процесів, відсутні графіки ув'язки роботи дорожніх машин, недільно-добові (часові) графіки планування різних процесів, схеми операційного контролю якості робіт, а також невикористані методи наукової організації праці.

$D_5 = 0,1 \dots 0,2$ - така дефектність приймається за недостатньої розробки питань охорони праці, промислової санітарії, пожежної профілактики, вимог охорони навколишнього середовища, естетичності, безпеки руху, ергономічності.

Рівень дефектності $D_6 = 0,1 \dots 0,2$ призначається за низької якості оформлення проекту: помилки в пояснювальній записці, робочих кресленнях, погана компоновка графічного матеріалу, весь проект має неохайний зовнішній вигляд та ін.

Для оцінки рівня дефектності створюється комісія. При повній відсутності дефектів, згідно з формулою (4), комплексна оцінка проекту - 5 балів ($K_K = K_{\max} = 5$). При наявності в групі чітко виражених дефектів приймається більше значення розкиду дефектності в кожній групі, а при менш виражених - менше. Після підсумовування дефектів $\sum D_i$ - встановлюється комплексна оцінка якості: «відмінно» - при $K_K \geq 4,6$; «добре» - при $4,6 > K_K \geq 3,6$; «задовільно» при $K_K = 3,6$.

Крім того, щоб отримати оцінку «відмінно» необхідно вкластися у встановлені обсяги і вартість будівельно-монтажних робіт, а визначені проектом організації будівництва терміни повинні відповідати директивним. Прийняті в проекті рішення повинні забезпечувати необхідну надійність, довговічність, технологічність об'єкта.

До теперішнього часу ще не розроблена методика оцінки стану якості утримання доріг. Для прискореної по кілометрової оцінки якості утримання доріг пропонується наступна шкала, за якою утримання доріг і споруд на ній оцінюється: балом 5 («відмінно»), якщо роботи по всіх елементах виконані з особливою ретельністю, а технічні, естетичні і гігієнічні показники повністю відповідають вимогам нормативних документів на утримання та поточний ремонт; балом 4 («добре»), якщо роботи по всіх елементах дороги виконані

досить ретельно, а за експедиційної оцінки технічні, естетичні і гігієнічні показники відхиляються від нормативних значень не більше ніж в 25% випадках; балом 3 («задовільно»), якщо роботи виконані з частковими відхиленнями, але не знижують встановлену для даної ділянки швидкість руху і безпеку за умови, що технічні, естетичні і гігієнічні показники за експедиційної оцінки відхиляються від нормативних значень не більше, ніж в 50% випадках.

Найбільш ретельно оцінка експлуатаційного стану доріг може бути виконана дефектним методом. Коефіцієнти значимості дефектів, встановлені експертним методом, наведені в [4]. Знаючи кількість дефектів і їх вагомість, можна розрахувати D_p , D_s і D_y і за їх значеннями оцінити якість змісту дороги в балах.

Висновки

Сучасний стан мережі автомобільних доріг України та дорожніх умов для забезпечення ефективної роботи автомобільної дороги і транспортних засобів вимагають істотного поліпшення транспортно-експлуатаційних показників, умов безпеки руху і будуть суттєво впливати на проведення майнової оцінки об'єктів транспортного будівництва. Ці обставини обумовлюють необхідність розробки сучасних методів управління якістю технічного стану автомобільної дороги. Запропонована шкала рівнів дефектності, а також оцінки якості утримання дороги дозволяє виконувати прискорену експертизу технічного стану споруди, встановлювати черговість проведення ремонтних робіт та проводити грошову оцінку вартості ділянок автомобільних доріг.

Література

1. Транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг: навчальний посібник / В.Я. Савенко, В.В. Губа. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 229 с.
2. Стандартизація и контроль качества в дорожном строительстве. В.М.Сиденко. Киев: Вища школа.Изд-во при Киев. ун-те, 1985. 256с.
3. Експлуатація автомобільних доріг : навч. посіб. / С. С. Кизима; Нац. трансп. ун-т. - К., 2009. - 272 с. - укр.
4. Управление качеством в дорожном строительстве./ Сиденко В.М., Рокас С.Ю. – М.:Транспорт. 1981. – 252 с.

Рецензенти:

Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Харченко А.М., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Kharchenko A.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **01.07.2016 р.**

УДК 332.6:625.7/.8

Славінська О.С., д-р техн. наук

МЕТОДОЛОГІЯ МАЙНОВОЇ ОЦІНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, ЯК ОБ'ЄКТА ДЕРЖАВНОЇ ВЛАСНОСТІ

Анотація. В роботі представлено методологію проведення оцінки ділянки автомобільної дороги з врахуванням спеціалізованого характеру об'єкта. Оцінка спеціалізованого активу полягає у використанні витратного підходу на основі амортизованих витрат заміщення. Величина витрат заміщення враховує всі затрати, обґрунтовані відповідними техніко-економічними розрахунками. При проведенні оцінки автомобільної дороги виникає необхідність у перетворенні номенклатури якісних ознак у кількісну оцінку, в залежності від стадії будівництва або експлуатації дороги. Стан автомобільної дороги, як об'єкта майнової оцінки, можна представити у вигляді ієрархічної моделі сукупності властивостей.

Ключові слова: майнова оцінка автомобільної дороги, метод амортизованих витрат заміщення, оцінка спеціалізованих активів.

Abstract. In the article presents a methodology of evaluation of highway section in view of the specialized nature of the subject. Evaluation of specialized asset is to use the cost approach based on the depreciated replacement cost. The value of the replacement cost takes into account all costs, proved relevant technical and economic calculations. When assessing the road there is a need in the transformation range of quality features in a quantitative assessment, depending on the stage of construction or operation of the road. State road as an object of property valuation can be represented as a hierarchical model set of properties.

Keywords: road property assessment method depreciated replacement costs, valuation of specialized assets.

Аннотация. В работе представлены методологию проведения оценки участка автомобильной дороги с учетом специализированного характера объекта. Оценка специализированного актива заключается в использовании затратного подхода на основе амортизированных затрат замещения. Величина издержек

замещения учитывает все затраты, обоснованные соответствующими технико-экономическими расчетами. При проведении оценки автомобильной дороги возникает необходимость в преобразовании номенклатуры качественных признаков в количественную оценку, в зависимости от стадии строительства или эксплуатации дороги. Состояние автомобильной дороги, как объекта имущественного оценки, можно представить в виде иерархической модели совокупности свойств.

Ключевые слова: имущественная оценка автомобильной дороги, метод амортизированных затрат замещения, оценка специализированных активов.

Постановка проблеми

Автомобільний транспорт в Україні обслуговує всі галузі економіки і займає одне з домінуючих місць в транспортній інфраструктурі країни. В той же час вантажообіг та пасажирооборот автомобільного транспорту порівняно з іншими видами – невеликий і, відповідно, складає 11% та 35% [1,2]. Це зумовлено малими відстанями перевезень та постійним накопиченням проблем, з якими стикається дорожньо-транспортна галузь: збільшенням інтенсивності руху, перезавантаженістю існуючої дорожньої мережі, її вкрай незадовільним станом, пов'язаним з хронічним недофінансуванням на нове будівництво, ремонт та утримання доріг.

Спроможність або готовність держави забезпечити належне фінансування дорожньої галузі не відповідає більш швидкому зростанню інвестиційних потреб для її розвитку. Це потребує раціоналізації та модернізації в області організації дорожньої системи, її управління та підштовхує до пошуку альтернативних джерел фінансування. Залучення приватного сектору, закордонних інвесторів звичайно не замінить державне фінансування, але може ефективно використовуватись для окремих проектів як з будівництва, так і утримання певних ділянок автомобільних доріг. Направленість на розвиток та утримання дорожньої мережі є довгостроковим процесом, що потребує змін в державному адмініструванні та передбачає партнерські підходи з дотриманням чітких, стабільних та об'єктивних правил, відповідного розподілу ризиків та проведення технічної експертизи і майнової оцінки автомобільної дороги, як об'єкта державної власності.

Основна частина

На теперішній час в світі існують кілька центрів, що займаються розробкою і впровадженням фундаментальної і прикладної методології оцінки.

На жаль, в Україні відсутні національні стандарти оцінки таких потужних державних об'єктів, як автомобільні дороги, для цілей бухгалтерського обліку, тому рекомендується використовувати міжнародні стандарти оцінки (МСО) [3,4,5,6]. Особливість використання міжнародних стандартів полягає в тому, що при оцінці об'єкта для фінансової звітності існуючі підходи застосовуються ієрархічно: спочатку – порівняльний або дохідний, потім витратний. При оцінці об'єктів для відображення в бухгалтерському обліку з використанням декількох підходів, з однаковим ступенем надійності, результат по вартості приймається на рівні найменшого значення.

Автомобільна дорога є лінійно-протяжним об'єктом з великою номенклатурою показників якісного стану, як на стадії будівництва, так і експлуатації. Враховуючи специфіку оцінки дороги, як державного активу, не можливо користуватися звичайними стандартними підходами і методами оцінки з подальшим зважуванням отриманих результатів для визначення справедливої вартості об'єкта. Порівняльний підхід є переважним, але його можна використовувати лише при наявності ринкових пропозицій до продажу аналогічних об'єктів. Згідно міжнародних стандартів бухгалтерського обліку та фінансової звітності існують категорії активів спеціалізованого характеру, для яких зіставні ринкові дані відсутні. Це обумовлює необхідність застосування для оцінки вартості таких об'єктів або дохідного підходу, або підходу, заснованого на амортизованих витратах заміщення. Вибір конкретного підходу залежить від наявності або відсутності даних ринку.

Дохідний підхід застосовується у разі неможливості оцінки об'єкта порівняльним підходом в силу його спеціалізації або відсутності достовірної інформації про продаж аналогічних активів. При цьому дані об'єкти можуть самотійно генерувати дохід від здачі їх в оренду. Такий підхід є перспективним для концесійних доріг. Тому при проведенні оцінки ділянки автомобільної дороги, враховуючи спеціалізований характер об'єкта, найбільш доцільним є використання витратного підходу на основі амортизованих витрат заміщення.

Суть методу амортизованих витрат заміщення полягає у визначенні собівартості сучасного рівноцінного активу на дату оцінки. Величина витрат заміщення повинна враховувати всі затрати, які необхідно здійснити для створення подібного майна, тобто затрати на проектування та влаштування або на ремонт певної ділянки автомобільної дороги. У випадках оцінки

автомобільної дороги, як спеціалізованого нерухомого майна до складу витрат включається також ринкова вартість земельної ділянки на смузі відводу автомобільної дороги. При визначенні вартості амортизованих витрат заміщення землі на смузі відводу також визначаються обмеження на використання землі, що накладаються існуючими поліпшеннями. Згідно [7,8] МСО слід звернути особливу увагу на той факт, що на вартість таких земельних ділянок не впливають будь-які види знецінення, властиві спеціалізованим активам.

При проведенні оцінки активу необхідно відобразити терміни корисного використання об'єкта. За стандартами бухгалтерського обліку одним із критеріїв визначення строку корисного використання автомобільної дороги - це очікуваний фізичний знос, який залежить від транспортно-експлуатаційного стану дороги.

Величина зносу ділянки автомобільної дороги, як об'єкта оцінки, визначається шляхом порівняння якісних характеристик сучасного еквівалентного (базового) з аналогічними показниками активу, який оцінюється. Розрахунок величини зносу може бути узагальненим - наприклад, в рамках використання методу за строком служби дороги або виконаним на підставі аналізу ступеня наявності ознак фізичного, функціонального і зовнішнього старіння.

При оцінці величини фізичного зносу, накопиченого під впливом часу та умов експлуатації, можуть бути використані оцінки окремих елементів зносу (дорожнього покриття, шарів дорожнього одягу, земляного полотна, штучних споруд, облаштування та обстановка дороги), вартість підрядних робіт, необхідних для усунення даного зносу, а також при наявності даних - пряме порівняння з вартістю подібних об'єктів, що знаходяться в аналогічному стані. Функціональний знос, обумовлений розвитком технічного прогресу, виражається в меншій ефективності функціонування старіших об'єктів в порівнянні з сучасним еквівалентом. Зовнішній знос активу може бути обумовлений змінами в економічних умовах господарювання, під впливом яких може збільшитись собівартість функціонування ділянки автомобільної дороги.

Однією з найважливіших задач при проведенні майнової оцінки автомобільної дороги є оптимальний вибір номенклатури показників якісного стану об'єкту, які встановлюються в залежності від стадії будівництва або експлуатації дороги. Залежно від різних ознак, показники якісного стану дороги

можна класифікувати за видами - цільові (за призначенням), надійності, технологічні, техніко-економічні, економічні, експлуатаційні.

При проведенні оцінки автомобільної дороги виникає необхідність у перетворенні номенклатури якісних ознак у кількісну оцінку, що виконується за допомогою кваліметричних моделей [9,10]. Стан автомобільної дороги, як об'єкта майнової оцінки можна представити у вигляді ієрархічної моделі сукупності властивостей. Під такою моделлю розуміється штучна багаторівнева система показників, яка всебічно і раціонально характеризує якісні ознаки. Комплексний показник розташований на нульовому рівні і включає суму всіх диференційованих показників, простих властивостей продукції, які розташовані на найвищому n -му рівні моделі.

Як попередньо зазначалося, вибір кількості рівнів залежить від мети оцінки, значення (державна або місцева) і категорії дороги. Із зростанням числа рівнів n збільшується інформація про якісні ознаки об'єкта, складові його властивості. У той же час вибір великої кількості рівнів, отже показників, призводить до збільшення числа вимірювань і обчислень. Тому модель, по можливості, повинна мати кількість рівнів мінімальну, проте достатню для оцінки якості із заданою точністю і відповідно до поставленої мети. Структурна схема визначення рівня якісного стану автомобільної дороги представлена на рис.1.

Крім зазначених принципів визначення якісного стану об'єкта, при проведенні майнової оцінки ділянки автомобільної дороги треба також керуватися методами симпліфікації, уніфікації та типізації. Симпліфікація полягає у виборі з існуючої номенклатури показників якісного стану раціонально обґрунтованої їх кількості. Метод симпліфікації передбачає не довільне обмеження, а лише таке, при якому виключаються деякі параметри та забезпечується номінальна сукупність ознак якісного стану.

За рахунок скорочення числа однотипних показників зростає ступінь уніфікації, що сприяє підвищенню ефективності проведення оцінки. Сутність методу уніфікації полягає в раціональному відборі певної номенклатури показників якісного стану або в додаванні нових, які в повному обсязі дозволяють оцінити функціональний знос об'єкта.

Відповідно до правил, викладених в [7], якщо є можливість, оцінку спеціалізованого майна проводять в рамках порівняльного і, або дохідного підходу. Тоді майнова оцінка дороги повинна ґрунтуватися на методі типізації,

який дозволяє з урахуванням техніко-економічних обґрунтувань і вимог взяти за основу еталонний (базовий) об'єкт та модифікувати його. Із застосуванням цього методу при проведенні оцінки дороги на стадії будівництва або експлуатації можна використовувати розроблені типові поперечні профілі земляного полотна для звичайних і спеціальних умов, конструкції дорожнього одягу, типові конструкції дорожнього одягу, штучних споруд, павільйонів, будівель дорожньої і автотранспортної служби, калькуляції витрат на типові технологічні та трудові процеси.



Рисунок 1 – Структурна схема визначення рівня якісного стану автомобільної дороги

Відповідно до вимог [7], застосування методу амортизованих витрат заміщення в процесі оцінки спеціалізованих активів обумовлює проведення процедури перевірки на адекватну прибутковість або адекватний сервісний потенціал. Це пов'язано з необхідністю оптимізації визначеної на основі методу амортизованих витрат заміщення вартості, яка може бути вище ніж вартість у використанні спеціалізованого активу. Шляхом введення корегувань скорочують витрати заміщення, щоб відобразити те, що актив може бути технічно застарілим або з надмірними властивостями або актив може мати більшу потужність, ніж потрібно.

Вартість активів можна визначити з використанням дохідного підходу методом дисконтування грошових потоків, при цьому не враховуватиметься розширення підприємства за рахунок нових виробництв і напрямків, а грошові потоки будуватимуться тільки на основі забезпечення діяльності об'єктів основних засобів та незавершеного будівництва.

В результаті можна визначити вартість у використанні та порівняти з вартістю спеціалізованих активів, отриманою за методом амортизованих витрат заміщення. Якщо показники вартості амортизованих витрат заміщення перевищуватимуть показники вартості у використанні, то необхідно буде проводити оптимізацію.

Висновок

Таким чином, майнову оцінку ділянки автомобільної дороги можливо виконати за методом амортизованих витрат заміщення, який дозволяє визначити вартість спеціалізованого нерухомого активу. При цьому показник вартості амортизованих витрат заміщення корегується, відповідно скорочуються витрати заміщення у використанні спеціалізованого активу. Отже, в результаті проведення оцінки, оптимізація мінімізує одержану вартість з врахуванням техніко-функціонального зносу споруди і дозволяє визначити необхідно мінімальні витрати заміщення.

Література

1. https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/tr/pp/pp_u/pp0616_u.htm.
2. https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/tr/vp/vp_u/vp0616_u.htm.
3. Методика оцінки майна, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 10.12.2003 №1891 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 25.11.2015 №1033).
4. Роз'яснення деяких положень Методики оцінки майна, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 10.12.2003 N 1891, наданих листом Фонду державного майна України від 23.01.2004 N 10-36-835 та від 25.10.2010 р. N 10-36-14537.
5. Національний стандарт: № 1 "Загальні засади оцінки майна і майнових прав" (з змінами, внесеними згідно з Постановами КМ N 146 (146-2015-п) від 25.03.2015 та N 168 (168-2015-п) від 31.03.2015).
6. Національний стандарт: № 2 "Оцінка нерухомого майна" (з змінами, внесеними згідно з Постановами КМ N 146 (146-2015-п) від 25.03.2015 та N 168 (168-2015-п) від 31.03.2015).
7. Міжнародний стандарт фінансової звітності 13 (МСФЗ 13). Оцінка справедливої вартості IASB; Стандарт, Міжнародний документ від 01.01.2013.
8. Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 16 (МСБО 16). Основні засоби IASB; Стандарт, Міжнародний документ від 01.01.2012.
9. Управление качеством в дорожном строительстве./ Сиденко В.М., Рокас С.Ю. – М.:Транспорт. 1981. – 252 с.
10. Стандартизация и контроль качества в дорожном строительстве. В.М.Сиденко. Киев: Вища школа.Изд-во при Киев. ун-те, 1985. 256 с.

Рецензенти:

Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдипроддор".

Reviewers:

Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **05.07.2016 р.**

УДК 332.6:625

РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ У ВИЗНАЧЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Соколова Н.М., канд. екон. наук

Анотація. У статті наведена роль екологічних факторів щодо визначення економічної оцінки земель. Економічна оцінка земель є основою при проведенні нормативної грошової оцінки земельних ділянок, аналізі ефективності використання земель порівняно з іншими природними ресурсами та визначення економічної придатності земель для вирощування сільськогосподарських культур. Розглянуті форми диференціальної ренти та показані коригувальні коефіцієнти, що визначають вплив екологічних чинників на економічну оцінку земельних ресурсів.

Ключові слова: екологічні наслідки, економічна оцінка земельних ресурсів, дорожньо-транспортний комплекс, диференціальна рента.

Аннотация. В статье приведена роль экологических факторов по определению экономической оценки земли. Экономическая оценка земли является основой при проведении нормативной денежной оценки земельных участков, анализе эффективности использования земли по сравнению с другими природными ресурсами и определение экономической пригодности земель для выращивания сельскохозяйственных культур. Рассмотрены формы дифференциальной ренты и показаны корректирующие коэффициенты, определяющие влияние экологических факторов на экономическую оценку земельных ресурсов.

Ключевые слова: экологические последствия, экономическая оценка земельных ресурсов, дорожно-транспортный комплекс, дифференциальная рента.

Annotation. In the article shown the role of environmental factors to determine the economic valuation of land. Economic valuation of land is the basis for conducting regulatory monetary value of land, analyzing the effectiveness of land use compared to other natural resources and determining economic suitability of land for growing crops. Considered the form of differential rent and indicated corrective factors that

determine the impact of environmental factors on the economic assessment of land resources.

Keywords: environmental impacts, economic valuation of land resources, road-transport complex, differential rent.

Постановка проблеми

Необхідність у проведенні об'єктивної оцінки земельних ресурсів зумовлена потребами земельної реформи в Україні та практичними потребами землевласників та землекористувачів. Як відомо, залежно від мети та методів проведення оцінка земель поділяється на бонітування ґрунтів, *(Земельний кодекс України (ЗКУ). Науково-практичний коментар. Стаття 199. Бонітування ґрунтів - це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах)* економічну та нормативно грошову оцінки. Саме економічна оцінка земельних ресурсів є основою визначення ефективності їх використання, яка відповідно до Земельного Кодексу та Закону України “Про оцінку земель” визначається оцінкою землі як природного ресурсу і засобу виробництва у сільському та лісовому господарствах і просторового базису у суспільному виробництві. [1, 2].

Одне з головних місць серед складових інфраструктурного забезпечення розвитку належить дорожньо-транспортному комплексу, який значно впливає на соціально-економічний розвиток держави. Основною його складовою є мережа автомобільних доріг. Дорожня мережа – невід’ємна складова транспортної системи України, а рівень автомобілізації вважається одним із головних показників економічного і соціального розвитку суспільства. Нині структура мережі автомобільних доріг загального користування не відповідає потребам національної економіки. До того ж катастрофічно погіршується її стан. Щорічно не виконується капітальний та поточний ремонт Термінового ремонту потребує понад 90 % мережі доріг.

Наслідком нормального функціонування транспорту є постійно присутня екологічна небезпека. Вона проявляється в підвищеному, в порівнянні з природним, рівнем забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву і шумі уздовж транспортних магістралей. Причому

найбільша небезпека з'являється при переході на аварійні режими експлуатації транспорту.

Основними забруднюючими речовинами, які потрапляють в навколишнє середовище від стаціонарних джерел є: метан, сполуки сірки, оксиди азоту, оксиди вуглецю. У структурі хімічного складу викидів шкідливих речовин від пересувних забруднювачів докільля переважають вуглеводні, оксиди азоту, оксиди вуглецю, сірчистий ангідрид та сажа.

Найбільш очевидним наслідком триваючого зростання числа автотранспортних засобів є перевантаження вулично-дорожньої мережі, зростання числа заторів і утруднення паркування, зниження швидкостей руху і як наслідок збільшення викидів, що забруднюють атмосферу міста. Крім хімічного забруднення атмосферного повітря для транспорту характерні і інші види негативного впливу на середовище проживання людини. Так, більшість викидів токсичних речовин в міське середовище зосереджуються на поверхні ґрунту, де відбувається їх поступове депонування, що веде до зміни хімічних і фізико-хімічних властивостей субстрату.

Таким чином, автомобільний транспорт є одним з основних джерел забруднення повітряного басейну великих міст і грає негативну роль у формуванні санітарних умов як на магістралях і вулицях з інтенсивним рухом, так і в місті в цілому. Практично всі сучасні автомобілі обладнані двигунами внутрішнього згоряння. На кожну машину в середньому припадає близько 3 кг викидів шкідливих інгредієнтів щодня. При згорянні моторного палива в вихлопних газах автотранспорту виявляється понад 200 різних речовин. З них найбільш поширені - свинець, оксиди азоту, сірки і вуглецю, сажа, бензин та різні види пилу [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз публікацій та досліджень з даної проблематики показав, що вагомий внесок у розвиток теоретичних та практичних засад розв'язання проблем, пов'язаних із розвитком автомобільних доріг та їх негативним впливом на навколишнє середовища зробили у своїх працях такі науковці як Угненко Є.Б., Новікова А.М., Проник Ю.Д., Луканін В.Н., Карасьова Л.О., Демішкан В. Ф., Гончаренко В. П., Прусенко Є.Д., Сизоненко В.В., та ін. Однак, питання еколого-економічного оцінювання впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище є недостатньо розробленим і потребує подальшого дослідження.

Виклад основного матеріалу

Замислюючи щось зробити, ми маємо враховувати вплив цієї дії на сім наступних поколінь.

Головний закон племені ірокезів

Провідним принципом природокористування в наш час став еколого-економічний, за якого критерій ефективності господарювання формулюється так: одержання максимальних матеріальних благ з мінімальними затратами й мінімальними порушеннями природного середовища. Але це потребує вкладання великих коштів у природоохоронну сферу, що завжди суттєво знижує прибутковість виробництва. Тому, як і раніше, стикаються екологічні та економічні інтереси, й, на жаль, здебільшого другі перемагають: вирубуванню лісів віддають перевагу над їх використанням для рекреації, розвиткові туристичного бізнесу — над збереженням рідкісного ландшафту чи озера, а морських нафтопромислів — над збереженням морських екосистем і т. д. При цьому здійснити порівняльну економічну оцінку різних природних ресурсів нині та у віддаленому майбутньому буває досить важко. Сьогодні вартість природних благ і послуг або взагалі не визначено, або її занижують, що часто призводить до прийняття антиекологічних рішень, до спотвореної оцінки економічного розвитку через традиційні показники валового національного продукту, ріст якого часто супроводжується деградацією довкілля.

Оскільки довкілля виконує такі життєво важливі функції, як забезпечення людей природними ресурсами, природними послугами (рекреація, туризм, естетичні задоволення), поглинання відходів і забруднень, то, реалізуючи заходи з охорони природи й використання її ресурсів, слід знати економічну вартість цього й ціну шкоди, заподіяної природі антропогенними забрудненнями та впливами [4].

У процесі дослідження формування дорожньої мережі враховується специфіка сільськогосподарського виробництва, що пов'язана з перевезеннями, які виконуються з метою забезпечення виробничих функцій сільськогосподарських підприємств та задоволення соціально-побутових потреб сільських жителів. Важливість автомобільних доріг в економіці України визначається головними функціями, які вони виконують, а саме:

- створенням умов для забезпечення потреб у перевезеннях пасажирів та вантажів;
- інтеграцією України до європейської транспортної системи;

- підвищенням безпеки руху та екологічної безпеки автомобільних доріг;
- збереженням та розвитком існуючої мережі доріг тощо.

До доріг сільськогосподарського призначення належать під'їзні шляхи, які необхідні для зв'язку господарського центру сільськогосподарського підприємства з існуючою мережею автомобільних доріг, із залізничними та водними шляхами, з елеваторами, нафтобазами, пунктами прийому сільськогосподарської продукції, фермами, складами, а також окремими населеними пунктами у середині цих комплексів.

Визначення екологічних наслідків функціонування дорожньої мережі потребує застосування показників, які враховують як соціально-економічні, так і екологічні фактори, зокрема, коефіцієнтів значимості окремих параметрів впливу на навколишнє середовище залежно від стану автомобільної дороги та оцінки ступеня їх впливу на навколишнє середовище. Екологічні характеристики мережі автомобільних доріг в аграрному секторі значною мірою залежать від її транспортно-експлуатаційних показників і безпосередньо пов'язані з фінансуванням дорожньої галузі. Для оцінки впливу дорожньо-транспортного комплексу на навколишнє середовище та більш детального розмежування показників, на які безпосередньо впливає дорожня мережа, пропонується дослідження екологічних наслідків функціонування автомобільної дороги та автомобільного транспорту в просторовому вимірі.

Наслідки транспортних викидів проявляються в різних масштабах:

- глобальному (потепління клімату, порушення озонового шару);
- регіональному (утворення смогу);
- локальному (вплив на здоров'я населення прилеглих до дороги територій).

Транспортне забруднення погіршує стан ґрунтів, поверхневих та підземних вод, внаслідок чого змінюються придорожні екосистеми. За рівнем впливу автомобільної дороги на навколишнє природне середовище встановлено три екологічних класи.

До першого класу належать крупні об'єкти, що значно впливають на навколишнє природне середовище – це автомобільні дороги першої та другої категорії з кількістю смуг руху не менше чотирьох, споруди на них та окремі мостові споруди завдовжки понад 500 метрів.

Другий клас – це об'єкти, що суттєво впливають на навколишнє середовище. До них належать дороги другої та третьої категорії з

розрахунковою інтенсивністю руху понад 2 тисячі одиниць на добу, споруди на них, а також окремі ділянки на територіях особливої охорони і ділянки зі складними умовами руху.

Третій клас – об'єкти, що мають незначний вплив на навколишнє середовище. До них належать автомобільні дороги з розрахунковою інтенсивністю до 2 тисяч одиниць на добу та придорожні споруди.

З метою запобігання поширення шкідливих компонентів за межі смуги відводу під автомобільні дороги, необхідно детально розробити шляхи і напрями охорони навколишнього середовища. Потребує обґрунтування розробка механізму відшкодування збитків та примусового викупу землі з метою забезпечення цільового та раціонального землекористування. Існує необхідність вдосконалення законодавчої бази України щодо фінансування дорожнього господарства, що буде спрямовано на впорядковане виділення коштів на зазначені цілі.

Землі вважаються забрудненими, якщо в їх складі виявлені негативні кількісні або якісні зміни, що сталися в результаті господарської діяльності чи впливу інших чинників. При цьому зміни можуть бути зумовлені не тільки появою в зоні аерації нових шкочинних речовин, яких раніше не було, а і збільшенням вмісту речовин, що перевищує їх граничнодопустиму концентрацію, які характерні для складу незабрудненого ґрунту або у порівнянні з даними агрохімічного паспорта (для земель сільськогосподарського призначення). Землі вважаються засміченими, якщо на відкритому ґрунті наявні сторонні предмети і матеріали, сміття без відповідних дозволів, що призвело або може призвести до забруднення навколишнього природного середовища. Факти забруднення (засмічення) земель встановлюються уповноваженими особами, які здійснюють державний контроль за додержанням вимог природоохоронного законодавства шляхом оформлення актів перевірок, протоколів про адміністративне правопорушення та інших матеріалів, що підтверджують факт забруднення та засмічення земель. *(Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2007 р. за № 422/13689).*

Визначення обсягу забруднення земельних ресурсів у кожному випадку є самостійним завданням через різноманітність геоморфологічних, геологічних

та гідрологічних умов. За наявності інформації про кількість (об'єм, маса) забруднюючої речовини, яка проникла у певний шар землі, визначаються площа, глибина проникнення.

В основу більшості сучасних підходів щодо економічної оцінки землі покладено рентну концепцію. Серед загальної кількості факторів, що впливають на утворення земельної ренти вагоме місце займають екологічні фактори. Значним негативним фактором, який впливає на якість земельних ресурсів, відповідно і на величину диференціальної ренти, є забруднення навколишнього середовища, у тому числі і земельних ресурсів, яке викликане викидами промислових підприємств, автотранспорту, житлово-комунальним господарством, а також хімізацією сільського господарства.

Розрізняють такі форми ренти:

Диференціальна рента I – додатковий прибуток, одержаний на кращих за якістю та місцезнаходженням ділянках при рівновеликих вкладеннях капіталу. Вона пов'язана з природною родючістю землі. Слід відзначити суттєвий момент – тільки поєднання властивостей землі з капіталом дає можливість одержати диференціальну ренту.

Диференціальна рента II – додатковий прибуток, який одержується на однакових за якістю ділянках за рахунок додаткових вкладень капіталу. Відмінності розміру доданого капіталу викликає одержання додаткових рентних прибутків, відмінних від прибутків на капітал. При оптимальних вкладеннях капіталу на одній і тій самій ділянці землі можна одержати максимальну ренту, в тому числі й на гіршій ділянці.

Забруднення ґрунтів змінює перебіг процесу ґрунтоутворення, різко знижує родючість ґрунтів, викликає накопичення забруднювачів у рослинах, з яких вони потрапляють в організм людини прямо чи побічно. Ще одним наслідком забруднення ґрунтів є послаблення процесів самоочищення ґрунтів. Це підвищує загрозу накопичення хвороботворних організмів і створює ризик виникнення небезпечних хвороб [5].

Сучасна економічна оцінка земельних ресурсів обов'язково повинна враховувати вплив атмосферного забруднення на якісний стан земельних ресурсів, вплив важких металів на продуктивність угідь, вплив радіоактивного забруднення та ступінь еродованості ґрунтів. Отже, є необхідність розробки коригувальних коефіцієнтів щодо зазначених факторів впливу. Значення коригувальних коефіцієнтів, які визначають вплив атмосферного забруднення

та важких металів на якісний стан земельної ділянки, залежать від ГДК забруднюючих речовин, проте проблема встановлення ГДК важких металів і досі не є вирішеною у повному обсязі. У цьому напрямку проводиться багато досліджень, але відсутність єдиного методичного підходу, різноманітність ґрунтів та інші фактори призводять до отримання суперечливих результатів [6]. Узагальнені дані щодо коригувальних коефіцієнтів, які обов'язково повинні враховуватись в економічній оцінці земельних ресурсів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Коригувальні коефіцієнти, що визначають вплив екологічних чинників на економічну оцінку земельних ресурсів

Забруднення важкими металами		Ступінь еродованості ґрунтів		Атмосферне забруднення		Радіоактивне забруднення	
Показник відносно ГДК	Кі	Показник	Кі	Показник відносно ГДК	Кі	Показник	Кі
0 – 0,3	1	Не еродовані	1,0	0 – 0,5	1,0	Цезій 137	
0,4 – 0,5	0,98	Слабо еродовані	0,84	0,5 – 1,0	0,98	0 – 0,2 0,2 – 1 Більше 1	1,0 0,96 0,96 – 0,76
0,6 – 1,0	0,9	Середньо еродовані	0,69	Більше 1,0	0,6	Стронцій 90	
Менше 1,0	0,7	Сильно еродовані	0,50			до 0,02 0,03 – 0,05 0,06 і більше	1,0 0,96 0,96 – 0,76

Використання на практиці даних коефіцієнтів дозволить отримати об'єктивну економічну оцінку земельних ресурсів сільськогосподарського призначення, а також визначити напрямки щодо поліпшення якості угідь і підвищення ефективності їх використання. Критерієм оцінки негативного впливу автомобільного транспорту може виступати екологічний збиток, що завдається навколишньому середовищу і суспільству. Для вирішення загострення екологічних і соціальних проблем необхідне вдосконалення методів проектування природоохоронних заходів та оцінки їх соціально-економічної ефективності.

Висновки

Проблема автотранспорту не ставиться в пріоритетні питання, всі дії спрямовані лише на малу компенсацію негативного впливу, а також його

уповільнення і, як правило, відповідність нормам має лише формальний характер і не відповідає дійсності.

Тому проблему з автотранспортом необхідно вирішувати, а не «компенсувати». За зростання комфорту, матеріальних і моральних благ, які дає автомобіль, людина повинна платити більшу ціну. Причому зі збільшенням темпу автомобілізації, який за останні кілька років в Україні б'є всі рекорди, ця ціна буде зростати [7].

Необхідно додаткові нормативні акти, фінансування і жорсткий контроль в області мінімізації викидів від пересувних джерел. Не можна розглядати транспорт тільки з економічної точки зору адже в сучасному світі необхідно дотримуватися сталого розвитку, де екологічний розвиток є невід'ємною частиною економіки.

Література

1. Земельний кодекс України від 25.10.2001 року № 2768-III, редакція від 31.03.2006 [Електронний ресурс] // Доступний з: <http://zakon1.rada.gov.ua/>.
2. Про оцінку земель [Електронний ресурс] : Закон України від 11.12.2003 № 1378-IV. – Доступний з: <http://zakon1.rada.gov.ua/>.
3. Аргучинцева А. В., Аргучинцев В. К., Лазарь О. В. Оценка загрязнения воздушной среды городов автотранспортом. 2008 г.
4. Білявський, Г.О. Основи екології: Підручник. - 2-ге вид. [Текст] / Г.О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. - К. : Либідь, 2005. - 408 с
5. Основи екології: Екологічна економіка та управління природокористуванням [Текст]: Підручник / За ред. Л.Г. Мельника. – Суми: Університетська книга, 2005. – 759 с.
6. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства [Текст]/ О.Ф. Балацкий, Л.Г. Мельник, С.Н. Козьменко и др.; Под ред. О.Ф. Балацкого. – К.: Урожай, 1992.
7. Буторина М.В., Дроздова Л.Ф., Иванов Н.И. и др./ Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник / Под редакцией Н.И. Иванова, И.М. Фадына. 2006.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Хрутьба В.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Hrutba V.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **18.07.2016 р.**

УДК 625.7/.8:332.6

Харченко А.М., канд. техн. наук

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙНОВИХ ПРАВ
НА ЗЕМЕЛЬНІ ДІЛЯНКИ, ВІДВЕДЕНІ ПІД ОБ'ЄКТИ
ТРАНСПОРТНОГО БУДІВНИЦТВА**

Анотація. У статті наведено основні етапи здійснення відведення земельних ділянок під будівництво автомобільних доріг та споруд на них, приведені основні проблеми та недоліки законодавства щодо регулювання майнових прав на земельні ділянки дорожнього господарства. Також у статті приведена процедура здійснення викупу земельної власності під об'єкти транспортного будівництва.

Об'єкт дослідження – майнові права на земельні ділянки, відведені під об'єкти транспортного будівництва.

Метою статті є визначення основних особливостей забезпечення майнових прав на земельні ділянки, відведені під об'єкти транспортного будівництва.

Приведені у статті основні проблеми та недоліки законодавства щодо регулювання майнових прав на земельні ділянки дорожнього господарства можуть бути використані як основа для його удосконалення.

Ключові слова: земельна ділянка, майнові права, відведення, суспільні потреби, дорожнє господарство.

Аннотация. В статье указаны основные этапы осуществления отвода земельных участков под строительство автомобильных дорог и сооружений на них, приведены основные проблемы и недостатки законодательства по регулированию имущественных прав на земельные участки дорожного хозяйства. Также в статье приведена процедура осуществления выкупа земельной собственности под объекты транспортного строительства.

Объект исследования - имущественные права на земельные участки, отведенные под объекты транспортного строительства.

Целью статьи является определение основных особенностей обеспечения имущественных прав на земельные участки, отведенные под объекты транспортного строительства.

Приведенные в статье основные проблемы и недостатки законодательства по регулированию имущественных прав на земельные участки дорожного хозяйства могут быть использованы как основа для его усовершенствования.

Ключевые слова: земельный участок, имущественные права, отвод, общественные потребности, дорожное хозяйство.

Annotation. The article presents the main stages of the implementation of land allocation for construction of roads and buildings on them, given the major problems and drawbacks of legislation on regulation of property rights to land roads. Also in the article the implementation process of redemption of land ownership in the objects of transport construction.

Object of study - the property rights to land plots allocated for transport construction. The article is to define the main features of the software property rights to land plots allocated for transport construction.

The main problems and shortcomings of legislation on regulation of property rights to land of road sector which are given in the article can be used as a basis for its improvement.

Keywords: land, property rights, allocation, social needs, road sector.

Постановка проблеми

Розбудова мережі автомобільних доріг в Україні, а також спорудження необхідних транспортних об'єктів на них, вимагають відведення та належного юридичного оформлення земельних ділянок, необхідних для здійснення проектів як нового будівництва, так і реконструкції. Нажаль, землевідведення в Україні – це довготривалий бюрократичний процес, який включає як підготовку проектної документації по землевідводу, так і вирішення правових питань з забезпечення майнових прав дорожнього господарства на необхідні земельні ділянки.

Правовий режим земель дорожнього господарства практично не досліджений. В більшості нормативно-правових актах землі дорожнього господарства не визначені як окрема категорія. Існуюче законодавче закріплення правового регулювання земель дорожнього господарства зумовлює необхідність концептуального дослідження та наведення проблем формулювання правового режиму цих земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженням в галузі забезпечення майнових прав на земельні ділянки присвячені роботи В. Андрейцевого, Г. Балюка, А. Гетьмана, В. Гуревського, М. Краснової, П. Кулинича, М. Марчука, В. Мунтяна, В. Носіка, О. Погрібного, В. Семчика, Є. Суєтнова, Н. Титової, Ю. Шемшученка, М. Шульги. Проте, слід зазначити, що питанням забезпечення правового статусу земель, відведених під транспортне будівництво, приділено дуже мало уваги.

Постановка завдання

Метою статті є визначення основних особливостей забезпечення майнових прав на земельні ділянки, відведені під об'єкти транспортного будівництва.

Виклад основного матеріалу.

Стаття 71 Земельного кодексу України [1] визначає поняття земель дорожнього господарства та характеризує їхній склад. Правовий режим земельних ділянок дорожнього господарства визначається Законом України "Про автомобільні дороги" [2]. Зокрема, у статті 14 цього Закону сказано, що у разі необхідності відчуження землі, що є приватною чи комунальною власністю, для будівництва та реконструкції автомобільних доріг загального користування створюється державна комісія, яка пропонує викуп земельних ділянок за ринковою ціною з урахуванням ринкової вартості розташованих на ній будинків чи споруд.

В юридичній літературі цей процес називається відчуження земельної власності для суспільних потреб, до яких відноситься потреба у земельних ділянках при здійсненні будівництва, ремонту, реконструкції чи утримання об'єктів транспортної інфраструктури. Окрім Закону України "Про автомобільні дороги" процедуру купівлі та відчуження земельної власності для суспільних потреб регулює Земельний кодекс України, Закон України "Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб" [3], Закон України "Про оцінку земель" [4] та ін. Згідно чинного законодавства право на купівлю земельних ділянок для суспільних потреб належить виключно державним органам та місцевим адміністраціям, а об'єктом відчуження – є земельна ділянка (або її частина), житловий будинок, споруди, інші будівлі, багаторічні насадження та інше нерухоме майно, яке знаходиться у власності фізичних або юридичних осіб.

Одним із основних ризиків є відсутність згоди власника земельної ділянки на укладення угоди про вилучення земельної ділянки для суспільних потреб. У разі незгоди власників із запропонованою ціною викуп цих земель здійснюється в судовому порядку.

Аналіз чинного законодавства дозволив визначити наступні етапи отримання земельних ділянок під будівництво автомобільних доріг загальнодержавного значення:

- 1) погодження з територіальними громадами та органами місцевого самоврядування розташування автомобільної дороги з врахуванням містобудівної або землевпорядної документації;
- 2) вибір земельної ділянки для будівництва автомобільної дороги суб'єктом, що здійснює будівництво та реалізує державну політику у сфері розвитку мережі автомобільних доріг;
- 3) проведення вилучення (викупу) приватних земельних ділянок та об'єктів нерухомості для суспільних потреб; вилучення відповідних ділянок від територіальних громад у власність чи постійне користування для будівництва та експлуатаційного утримання автомобільної дороги;
- 4) виготовлення та погодження проекту земле відводу; отримання дозволу на право будівництва та експлуатаційного утримання автомобільної дороги.

Сам процес придбання земельної власності повинен включати (рис.1).



Рисунок 1 - Процес придбання земельної власності для суспільних потреб

1. Повідомлення власнику/ користувачу земельної ділянки або майнової власності. Повідомлення передається власнику у письмовому вигляді представниками державних органів чи місцевих адміністрацій. До нього додається план земельної ділянки (або її частини), яка призначена для придбання, і копія рішення про відчуження (купівлю/обмін), засвідчена згідно з вимогами Закону України “Про відчуження земельних ділянок, інших об’єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб” [3].

2. Отримання згоди власника.

3. Оцінка вартості землі або активів для компенсації. На цьому етапі проводиться експертна грошова оцінка земельної ділянки та нерухомого майна ліцензованими організаціями, при чому власник має право виконувати одночасно експертну грошову оцінку в іншій ліцензованій установі за свій рахунок.

4. Викуп або обмін. Вартість земельної ділянки та нерухомого майна може бути компенсована власнику або у грошових коштах, або шляхом надання іншої рівноцінної земельної ділянки чи нерухомості за визначеною на момент викупу вартістю.

Слід зазначити, що на сьогодні, незалежно від сформованого законодавства щодо відведення земельних ділянок під будівництво, існує ряд проблем, починаючи від виділення земельних ділянок та погодження проектної документації і закінчуючи реєстрацією прав на них (рис. 2).

Однією з основних проблем при відведенні земельних ділянок під будівництво є те, що у чинному законодавстві не передбачено можливість автоматичного переходу права користування земельною ділянкою (оренди) при переході права власності на нерухоме майно. Новий власник нерухомості фактично повинен пройти всю процедуру відведення земельної ділянки в користування та укладення договору оренди, що при оптимістичному сценарії може тривати близько півроку. При цьому новий власник нерухомості не може ефективно користуватися своєю власністю (наприклад, здійснити реконструкцію) [5].

Також, відсутній публічний доступ до баз даних про земельні ділянки державної і комунальної власності, отже інвестори не мають можливості перевірити в публічно доступних джерелах чи вільні вони від забудови або можуть бути використані для реалізації будівельних проектів [5].



Рисунок 2 - Проблеми забезпечення майнових прав на відведені земельні ділянки під будівництво транспортних споруд

Власність в Україні ділиться на приватну, державну і комунальну. При чому останніх два види власності іноді існують нероздільно (наприклад, державні землі в зоні міст; землі, які мають культурно-історичну цінність і т.д.). Ділянка може бути одночасно під державною охороною і перебувати на балансі міста. На сучасному етапі процес законодавчого розподілу між державними і комунальними земельними ділянками поки не завершений. Тому, в цілому важко ідентифікувати власника земельних ділянок, що призводить до значних затримок при оформленні документації.

Також, слід зазначити, що повинне бути врегульовано питання відчуження земель, які перебувають у приватній власності. Підстави і порядок примусового відчуження земельних ділянок з мотивів суспільної необхідності визначаються законодавством [1, 3]. За деякими ознаками він схожий з примусовим викупом земельної ділянки для суспільних потреб за умови повного відшкодування його вартості. Загальновідомо, що власність - основа ринкової економіки. Саме тому Конституція України закріплює гарантії цього права. Так, ст. 41 Основного Закону визначає, що ніхто не може бути

протиправно позбавлений права власності [6]. Так, з одного боку, держава передбачила юридичні випадки, з настанням яких припиняється право власності на землю, а з іншого - розробила механізми примусового позбавлення юридичних або фізичних осіб права власності на земельні ділянки.

Крім того існують ризики:

- відсутності документів на земельні ділянки у громадян, які набуті за правом спадщини;
- відсутності інформації про місце знаходження власників земельних ділянок;
- відсутності кадастрових номерів земельних ділянок, які належать громадянам;
- помилок у державних правовстановлюючих актах.

Ще однією проблемою є удосконалення законодавства щодо використання для будівництва доріг земель сільськогосподарського призначення, погодження місць розташування об'єктів, так як в існуючому законодавстві, зокрема, в статті 23 Земельного кодексу України, встановлена чітка пріоритетність земель сільськогосподарського призначення при використанні цих земель для будівництва доріг (дозволяється відвід несільськогосподарських угідь або тільки тих сільськогосподарських угідь, які гіршої якості).

Також у законодавстві не чітко прописана процедура визначення правового режиму земельних ділянок, що підпадають одночасно під ознаки кількох різновидів зі складу земель промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення (наприклад, земельних ділянок на перехрещенні лінійних мереж та автомобільної дороги).

Не в повній мірі забезпечено захист земель дорожнього господарства, зокрема, не чітко прописаний правовий режим використання та охорони смуг відведення; використання земель з метою захисту земляного полотна від зсувів, вітрової ерозії, снігопадів та інших природних явищ; не визначено порядок резервування земель для перспективного планування розбудови мережі автомобільних доріг.

Подолання цих проблем напряму впливає на процес відведення земельних ділянок для будівництва автомобільних доріг та потребує скоординованих дій як представників галузі, так і законодавців.

Висновки

Суспільна необхідність розвитку мережі автомобільних доріг, пов'язана з підвищенням інтенсивності руху та недостатнім забезпеченням функціонування міжнародних коридорів на території України, утворює потребу щодо організаційної координації спільних дій декількома суб'єктами владних повноважень щодо процедури викупу та вилучення земельних ділянок та нерухомих об'єктів (майна) на них для суспільних потреб. Проведене дослідження проблем забезпечення майнових прав на земельні ділянки під час відведення для потреб дорожнього господарства визначило недосконалість діючого в цій сфері законодавства та необхідність подальших досліджень у цій сфері з метою визначення правового режиму земель дорожнього господарства та виведення злагодженого алгоритму відведення земельних ділянок під об'єкти транспортного будівництва.

Література

1. Земельний кодекс України. Верховна Рада України: Кодекс України, Кодекс, Закон від 25.10.2001. - № 2768-III. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Про автомобільні дороги: Закон України. Верховна Рада України: Закон від 08.09.2005. - № 2862-IV. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>
3. Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб: Закон України. Верховна Рада України: Закон від 17.11.2009. - № 1559-VI. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1559-17>
4. Про оцінку земель: Закон України. Верховна Рада України: Закон від 11.12.2003. - № 1378-IV [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/ru/1378-15>
5. Зменшення корупційних ризиків та створення умов для залучення інвестицій в будівництві: системний звіт / Рада бізнес-омбудсмена України. - Київ, 2016. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://boi.org.ua/media/uploads/q2_2016/system_01_ua.pdf.
6. Конституція України: [з зм. і доп., внесеними Законом України від 1 лютого 2011 р. № 2952-VI]. - Харків: Фактор, 2011. - 118 с.

Рецензенти:

Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.

Казачков І.В., д-р тех. наук, Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя.

Reviewers:

Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kazachkov I.V., Dr. Tech. Sci., State University of Nizhyn M. Gogol.

Стаття надійшла до редакції: **08.08.2016 р.**

УДК 332.6:625.7/.8

Шпиг А.Ю., канд. техн. наук

НОРМАТИВНА ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК, ВІДВЕДЕНИХ ПІД КОНЦЕСІЙНІ АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ

Анотація. Сьогодні, в умовах бюджетного дефіциту, дорожній галузі України слід звернути увагу на механізм державно-приватного партнерства (ДПП). Однією з форм такого партнерства є концесійні угоди. Під час укладання зазначених угод на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг необхідно виконати нормативну грошову оцінку земельних ділянок, які надаються для дорожнього господарства.

У даній роботі проведено узагальнення основних принципів здійснення нормативної грошової оцінки земельних ділянок населених пунктів, сільськогосподарського призначення та несільськогосподарського призначення, крім земель населених пунктів.

Ключові слова: дорожнє господарство, автомобільна дорога, нормативна грошова оцінка, земельні ділянки.

Аннотация. Сегодня, в условиях бюджетного дефицита, дорожной отрасли Украины следует обратить внимание на механизм государственно-частного партнерства (ГЧП). Одной из форм такого партнерства являются концессионные соглашения. При заключении этого соглашения на строительство и эксплуатацию автомобильных дорог необходимо выполнить нормативную денежную оценку земельных участков, предоставляемых для дорожного хозяйства.

В данной работе проведено обобщение основных принципов осуществления нормативной денежной оценки земельных участков населенных пунктов, сельскохозяйственного назначения и несельскохозяйственного назначения, кроме земель населенных пунктов.

Ключевые слова: дорожное хозяйство, автомобильная дорога, нормативная денежная оценка, земельные участки.

Annotation. Today the road sector of Ukraine should pay attention to the mechanism of public-private partnership (PPP) in the budget deficit condition. One form of such a partnership is the concession agreement. At the conclusion of these agreements for the construction and operation of highways, follow the normative monetary value of land provided for roads.

In this paper summarizing the main principles of normative monetary value of land settlements, agricultural land and non-agricultural land, except land settlements.

Keywords: road economy, highway, normative monetary evaluation, parcel of land.

Постановка проблеми

Земельні ресурси відіграють визначальну роль в існуванні нашої планети. Для дорожнього господарства земля виконує роль просторового базису, на якому розміщується сама автомобільна дорога, а також будівлі і споруди в межах та за межами смуги відведення.

На сьогоднішній день, однією з форм поширення державно-приватного партнерства в Україні є концесійні угоди.

Земельні ділянки для будівництва платних автомобільних доріг надає держава. Відповідно до ст. 94 Земельного Кодексу України [1], концесіонеру надаються в оренду земельні ділянки у встановленому порядку для здійснення концесійної діяльності. У сфері будівництва та експлуатації автомобільних доріг (Закону України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг», ст. 2) концесіонеру передається право на будівництво автомобільної дороги на основі концесійного договору [2].

Оцінка землі є обов'язковим елементом в механізмі регулювання земельних відносин. При одночасній оцінці великої кількості земельних ділянок виникає необхідність проведення нормативної грошової оцінки. Слід зазначити, що підставою для прийняття рішення про будівництво та експлуатацію автомобільної дороги на умовах концесії є техніко-економічне обґрунтування, однією із складових якого є проведення нормативної грошової оцінки земельних ділянок.

Тому проведення нормативної оцінки землі при укладанні концесійних угод на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг є досить актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанню проведення нормативної грошової оцінки та забезпечення відповідних науково-методичних засад присвячені роботи таких учених як Ю.М. Манцевича, Ю.М. Палехи, М.Г. Лихогруда, Ю.Ф. Дехтяренка [3], А.Г. Мартина [4] та інших. Дослідженням проблеми передачі земельних ділянок для здійснення різної господарської діяльності займалися Б.В. Носік [5], В.І. Андрейцев [6]. Поряд з цим, залишається відкритим питання процедури обґрунтування вартості земельних ділянок при наданні їх в оренду за договором концесії, хоча питанню концесійних відносин в дорожній галузі приділяли увагу вітчизняні науковці, зокрема, слід зазначити роботи І.В. Богдана [7], О.В Жулин [8].

Метою статті є узагальнення процедури проведення нормативної грошової оцінки земельних ділянок для цілей обґрунтування вартості земельних ділянок при наданні їх в оренду за договором концесії.

Виклад основного матеріалу

Правовою основою для будівництва та експлуатації автомобільних доріг на концесійних засадах є Конституція України, Земельний Кодекс та Закони України «Про автомобільні дороги», «Про концесію», «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг», «Про оренду землі» й інші.

Згідно із Земельним кодексом України [1], земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави. До земельних ресурсів України належать усі землі в межах її території, в тому числі острови та землі, зайняті водними об'єктами.

Класифікація земель передбачає їхній розподіл за найбільш характерними ознаками. Згідно земельного законодавства основною ознакою є цільове призначення земель – нормативне цільове використання, встановлене у нормативному порядку правовий режим використання, залежно від видів діяльності суб'єктів права власності на землю та права користування землею або суспільних інтересів [9].

Відповідно до статті 19 Земельного кодексу України [1], землі України за основним цільовим призначенням поділяються на такі категорії:

- а) землі сільськогосподарського призначення;
- б) землі житлової та громадської забудови;
- в) землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;
- г) землі оздоровчого призначення;

- г) землі рекреаційного призначення;
- д) землі історико-культурного призначення;
- е) землі лісогосподарського призначення;
- є) землі водного фонду;
- ж) землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Як відомо, залежно від мети та методів проведення, оцінка земель поділяється на такі види: бонітування ґрунтів; економічна оцінка земель; грошова оцінка земельних ділянок. У статті 5 Закону України «Про оцінку земель» [10] зазначено, що грошова оцінка земельних ділянок залежно від призначення та порядку проведення може бути нормативною і експертною.

Одним із ключових моментів укладання концесійних угод на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг в Україні є проведення нормативної грошової оцінки земель, що підпадають під смугу відведення.

Нормативна грошова оцінка земельних ділянок використовується для визначення розміру земельного податку, державного мита при міні, спадкуванні та даруванні земельних ділянок згідно із законом, орендної плати за земельні ділянки державної та комунальної власності, втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, вартості земельних ділянок площею понад 50 гектарів для розміщення відкритих спортивних і фізкультурно-оздоровчих споруд, а також при розробці показників та механізмів економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель.

Право проводити нормативну грошову оцінку земель мають юридичні особи, які є розробниками документації із землеустрою. Дана оцінка затверджується на підставі договору або за рішенням органу виконавчої влади чи місцевого самоврядування.

Нормативна грошова оцінка земель проводиться для земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів [11], а також для земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів) [12].

Слід зазначити, що за даними Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, станом на 01 липня 2016 року оновлення даних нормативної грошової оцінки потребує 935 населених пунктів України [13].

Нормативна грошова оцінка земельних ділянок – це капіталізований рентний дохід земельної ділянки, визначений за установленими і затвердженими нормативами [3].

Нормативна грошова оцінка земельної ділянки несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів) ($Ц_n$) визначається за формулою [12]:

$$Ц_n = П_{\partial} \cdot P_{\partial} \cdot C_k \cdot K_m \cdot K_v \cdot K_{mц} \cdot K_i, \quad (1)$$

де $П_{\partial}$ – площа земельної ділянки;

P_{∂} – рентний дохід для відповідної категорії земель (у гривнях на рік);

C_k – строк капіталізації (у роках);

K_m – коефіцієнт, який враховує місце розташування земель;

K_v – коефіцієнт, який враховує вид використання земельної ділянки і встановлюється залежно від складу угідь земельної ділянки відповідно до даних Державного земельного кадастру;

$K_{mц}$ – коефіцієнт, який враховує належність земельної ділянки до земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного призначення;

K_i – коефіцієнт індексації нормативної грошової оцінки земель.

Більш детально про новий методичний підхід, що використовується для нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення, наведено в роботі [4].

Відповідно до [11] нормативна грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення визначається як рентний дохід, який створюється при виробництві зернових культур за даними економічної оцінки земель, проведеної в 1988 році. З урахуванням умов інфляції, рентний дохід розраховується у натуральних одиницях (у центнерах зерна) і переводиться у вартісний вираз за поточними цінами на дату оцінки.

Величина нормативної грошової оцінки представляє собою добуток річного рентного доходу і терміну його капіталізації. Термін капіталізації рентного доходу встановлюється на рівні 33 років (крім земель сільськогосподарського призначення).

Для визначення нормативної грошової оцінки земель в Україні розраховується диференціальний рентний дохід з орних земель за економічною оцінкою виробництва зернових культур (у центнерах зерна) за формулою:

$$P_{\text{дн}} = \frac{Y \cdot C - Z - Z \cdot K_{\text{нр}}}{C}, \quad (2)$$

де $P_{\text{дн}}$ – диференціальний рентний дохід з гектара орних земель (у центнерах);

Y – урожайність зернових з гектара (у центнерах);

C – ціна реалізації центнера зерна в гривнях;

Z – виробничі затрати на гектар;

$K_{\text{нр}}$ – коефіцієнт норми рентабельності.

Нормативна грошова оцінка орних земель, земель під багаторічними насадженнями, природними сіножатями і пасовищами визначається як добуток річного рентного доходу за економічною оцінкою виробництва зернових культур, ціни на зерно і терміну його капіталізації за формулою:

$$G_{\text{оз}} = P_{\text{здн}} \cdot C \cdot T_{\text{к}}, \quad (3)$$

де $G_{\text{оз}}$ – нормативна грошова оцінка гектара орних земель, земель під багаторічними насадженнями, природними сіножатями і пасовищами в Україні (у гривнях);

$P_{\text{здн}}$ – загальний рентний дохід на орних землях, землях під багаторічними насадженнями, природними сіножатями і пасовищами в Україні (у центнерах);

C – ціна центнера зерна (у гривнях);

$T_{\text{к}}$ – термін капіталізації рентного доходу (у роках), який встановлюється на рівні 33 років.

Нормативна грошова оцінка окремої земельної ділянки (території сільськогосподарських угідь, що перебувають у власності або користуванні юридичних та фізичних осіб, у тому числі земельних ділянок для ведення особистого селянського господарства, садівництва, городництва, сінокосіння та випасання худоби) розраховується на основі шкал грошової оцінки агровиробничих груп ґрунтів.

Шкали нормативної грошової оцінки агровиробничих груп ґрунтів розраховуються за формулою:

$$\Gamma_{agr} = \frac{\Gamma \cdot B_{agr}}{B}, \quad (4)$$

де Γ_{agr} – нормативна грошова оцінка гектара агровиробничої групи ґрунтів (у гривнях);

Γ – нормативна грошова оцінка гектара відповідних угідь у сільськогосподарському підприємстві (у гривнях);

B_{agr} – бал бонітету агровиробничої групи ґрунтів;

B – бал бонітету гектара відповідних угідь у сільськогосподарському підприємстві.

Загальна нормативна грошова оцінка окремої земельної ділянки визначається сумою добутків площ агровиробничих груп ґрунтів на їх нормативні грошові оцінки.

Бонітування ґрунтів – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на урожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах [3].

Бал бонітету визначається за формулою:

$$B = \frac{\Pi}{\Pi_e} \cdot 100, \quad (5)$$

де B – бал бонітету;

Π – показник властивості ґрунту, для якого визначається бал бонітету (наприклад, вміст гумусу);

Π_e – показник властивості ґрунту, прийнятого за еталон.

В основі нормативної грошової оцінки земель населених пунктів лежить капіталізація рентного доходу, що отримується залежно від місця розташування населеного пункту в загальнодержавній, регіональній і місцевій системах виробництва та розселення, облаштування його території та якості земель з урахуванням природно-кліматичних та інженерно-геологічних умов,

архітектурно-ландшафтної та історико-культурної цінності, екологічного стану, функціонального використання земель [11].

Нормативна грошова оцінка населених пунктів для всіх категорій земель та земельних ділянок (за винятком сільськогосподарських угідь) визначається згідно з формулою:

$$C_n = \frac{B \cdot H_n}{H_k} \cdot K_\phi \cdot K_m, \quad (6)$$

де C_n – нормативна грошова оцінка квадратного метра земельної ділянки (у гривнях);

B – витрати на освоєння та облаштування території в розрахунку на квадратний метр (у гривнях);

H_n – норма прибутку (6%);

H_k – норма капіталізації (3%);

K_ϕ – коефіцієнт, який характеризує функціональне використання земельної ділянки (під житлову та громадську забудову, для промисловості, транспорту тощо);

K_m – коефіцієнт, який характеризує місце розташування земельної ділянки.

Нормативна грошова оцінка земельної ділянки підлягає індексації.

При наданні землі в оренду концесіонеру для здійснення концесійної діяльності повинна бути підготовлена землепорядна документація на відповідні земельні ділянки. Проте, недоліком проведення нормативної грошової оцінки земель є необхідність проведення оцінки землі сільськогосподарського призначення, що провадиться окремо за орними землями, землями під багаторічними насадженнями, природними сіножатями і пасовищами, а також несільськогосподарських угідь, що є у їх складі.

Висновки

Оскільки результати нормативної грошової оцінки земельних ділянок є невід'ємною складовою під час укладання концесійних угод на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг, проведено аналіз стосовно її здійснення за групами: землі населених пунктів, землі сільськогосподарського призначення та землі несільськогосподарського призначення, крім земель населених пунктів.

В подальших дослідженнях передбачається розглянути питання отримання права на землю концесіонером для провадження концесійної діяльності. Однією з підстав для отримання такого права є визнання концесійного договору, що поки є недоліком чинного законодавства України

Література

1. Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III. // *Голос України*. – 2001. – 20 лист. — № 217.
2. Закон України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг» 14 грудня 1999 року N 1286-XIV. // *Відомості Верховної Ради України*. – 2000. – 21 січня. – № 3.
3. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні [Текст] / Ю.Ф. Дехтяренко, М.Г. Лихогруд, Ю.М. Манцевич, Ю.М. Палеха. – К.: Профі. – 2002. – 256 с.
4. Мартин А.Г. Новий методичний підхід до нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення [Текст] / А.Г. Мартин // *Землеустрій і кадастр*. – 2013. - № 2. – С. 37-59.
5. Носік Б.В. Правові питання державної землевпорядної експертизи [Текст] / Б.В. Носік // *Право України*. – 2003. – № 1. – С. 63-67.
6. Андрейцев В.І. Правовий режим землі як національного багатства [Текст] / В.І. Андрейцев // *Наук.-практ. коментарі*. – 2001. – № 4. – С. 15.
7. Богдан І.В. Концесії в Україні: форми та шляхи запровадження [Текст] / І.В. Богдан // *Економіка України*. – 2011. – № 3. – С. 35-45.
8. Жулин О.В. Моделі фінансів автодорожніх концесій [Текст] / О.В. Жулин // *Економіка. Фінанси. Право*. – 2011. – № 2. – С. 17-20.
9. Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник / З.П. Паньків. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с.
10. Закон України «Про оцінку земель» 11 грудня 2003 року № 1378-IV. // *Голос України*. – 2004. – 30 січня. – № 18.
11. Спільний наказ Держкомзему, Мінагрополітики, Мінбудархітектури та УААН «Про Порядок нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів» від 7 січня 2006 року № 18/15/21/11, зареєстрований у Мініюсті 05.04.06 за № 388/12262.
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1278 «Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів)».
13. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Режим доступу: http://land.gov.ua/wp-content/uploads/2016/07/%D0%9D%D0%93%D0%9E_01_07_2016.jpg

Рецензенти:

Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.

Казачков І.В., д-р тех. наук, Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя.

Reviewers:

Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kazachkov I.V., Dr. Tech. Sci., State University of Nizhyn M. Gogol.

Стаття надійшла до редакції: **05.09.2016 р.**

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ЕКОНОМІКА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 625.7/.8(0.75)

Кизима С.С., канд. техн. наук, **Лихоступ М.М.**, канд. техн. наук

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ДОВГОСТРОКОВОГО ПЛАНУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА

Анотація. В якості моделі довгострокового планування пропонується система управління станом покриття (СУСП), яка орієнтована на вирішення задач оптимізації стратегій виконання ремонтно – відновлювальних заходів з метою покращання стану дорожнього одягу.

Формування стратегій проведення дорожніх робіт визначається послідовністю виконання певних видів ремонтів при умові досягнення мінімального значення приведених сумарних середньорічних дорожньо-транспортних витрат.

Ключові слова: планування, модель управління станом покриття, оптимальні стратегії, варіантне проектування, дорожньо – транспортні витрати.

Аннотация. В качестве модели долгосрочного планирования предлагается система управления состоянием покрытия (СУСП), которая ориентирована на решение задач оптимизации стратегий выполнения ремонтно – восстановительных мероприятий с целью улучшения состояния дорожной одежды. Формирование стратегий проведения дорожных работ определяется последовательностью выполнения определенных видов ремонтов при условии достижения минимального значения приведенных суммарных среднегодовых дорожно – транспортных затрат.

Ключевые слова: планирование, модель управления состоянием покрытия, оптимальные стратегии, вариантное проектирование, дорожно – транспортные затраты.

Abstract. As a long-term planning model proposed system of state coverage (СУСП), which focuses on solving problems of optimization strategies of repair - restoration measures to improve the condition of the pavement.

Forming strategies of road works is determined by the sequence of certain types of repairs provided achieving reduced minimum average annual total road costs.

Keywords: planning, management model as coating, optimum strategy, variant design, road - transport costs.

Вступ

Серед всіх видів планування дорожнього господарства довгострокове планування займає ведуче місце, так як отримана при цьому інформація виступає основою розвитку стратегії експлуатації мереж доріг. В останні десятиріччя для вирішення задач довгострокового планування використовуються спеціальні моделі, серед яких і українська система управління станом покриттів – СУСП. В цілому СУСП дозволяє визначити оптимальні параметри довгострокових стратегій проведення ремонтів нежорстких одягів на весь період їх служби з урахуванням поточних умов та обмежень експлуатації мережі доріг державного значення. До головних параметрів системи довгострокового планування віднесені строки виконання ремонтних робіт, необхідні для цього ресурси (і в першу чергу – фінансові), інтенсивність та порядок проведення дорожніх робіт на окремих ділянках доріг.

Постановка проблеми та її зв'язки з науковими та практичними завданнями.

В СУСП в якості об'єктів планування розглядаються окремі ділянки автомобільних доріг, транспортно – експлуатаційний стан яких визначається системою показників, що накопичуються та зберігаються в спеціальних банках даних. В банках даних інформація про фактичний стан ділянок доріг складається в окремих таблицях, в яких зберігаються дані про значення геометрично – конструктивних показників, конструкції дорожнього одягу, транспортно – експлуатаційні показники (міцність, рівність, зчеплення), умови роботи ділянки дороги, показники оцінки транспортних потоків та інші дані, що визначені на певний час у відповідності із протоколом збору таких даних.

Проведення капітальних та поточних середніх ремонтів нежорстких дорожніх одягів розглядаються як група ремонтно - відновлювальних робіт по відновленню транспортно - експлуатаційних показників дорожнього одягу.

Таке ствердження зумовлене тим, що сукупні цій групі ремонтні роботи, які виконуються в процесі капітальних і середніх ремонтів одягу відносно інших елементів і об'єктів дороги, визначаються технічною необхідністю та відповідними нормативами і являються такими, що від варіантів капітальних ремонтів одягу практично не залежать.

Процес оптимізації параметрів ремонтів дорожніх одягів здійснюється в межах певних довгострокових стратегій проведення ремонтно – відновлювальних робіт по відновленню експлуатаційних якостей дорожньому одягу. При цьому необхідно відшукувати не раціональні параметри одного з ремонтів, а оптимальну стратегію проведення всієї послідовності ремонтно – відновлювальних робіт на весь період життя дорожнього одягу.

Пошук раціональних довгострокових стратегій проведення ремонтно – відновлювальних робіт використовує принципи варіантного пошуку рішень та базується на ідеї дотримання не допуску виходу стану дорожнього одягу за межі економічно доцільного рівня його транспортно – експлуатаційних якостей. В процесі формування варіантів проведення довгострокових ремонтно – відновлювальних робіт враховуються технічні і ресурсні можливості конкретних дорожніх господарств.

У кожному варіанті оптимізації параметрів ремонтів нежорстких дорожніх одягів в якості критерію використовується значення сумарних приведених середньорічних дорожньо – транспортних витрат (приведеної середньорічної дорожньо-транспортної собівартості). Мінімальне значення цих витрат визначає економічно оптимальну довгострокову стратегію проведення довгострокових ремонтно – відновлювальних заходів на ділянках доріг.

Оптимізація параметрів довгострокових стратегій ремонтно – відновлювальних робіт здійснюється за допомогою спеціально розроблених математичних та економіко – математичних моделей. При цьому структура їх включає як основні чотири групи факторів: перша – фактори, що характеризують особливості конструкції дорожнього одягу, які впливають на інтенсивність змін стану одягу з плином часу; друга – фактори, які враховують природні умови і вантажний режим роботи дорожньої конструкції; треті – фактори, що відображають фактичну транспортно – економічну обстановку на дорозі та закономірності її зміни; четверта – фактори, що відображають вартісні параметри варіантів капітальних та поточних середніх ремонтів і утримання дороги.

У процесі визначення сумарних дорожніх вкладень в капітальні і поточні середні ремонти в межах довгострокових стратегій використовуються розроблені економіко – математичні моделі, в яких ці вкладення приводяться до нульового року стратегії з використанням загальноприйнятої схеми приведення. Значення економічного ефекту від реалізації варіанту довгострокової стратегії визначають як різницю середньорічних дорожньо – транспортних собівартостей при так званій „нульовій” стратегії і стратегії по розглянутому варіанту.

Виконання всіх техніко – економічних розрахунків, передбачених у процесі формування довгострокових стратегій виконання ремонтно – відновлювальних робіт на ділянках доріг та обґрунтування кращих стратегій здійснюється із використанням спеціально створеного для цього програмного забезпечення. Структура баз даних програмного забезпечення адаптована із структурою баз даних галузевих програмних комплексів – АЕСУМ, Електронного паспорту дороги та інших програмних комплексів.

Задача оптимізації визначення раціональних параметрів системи ремонтів дорожнього одягу формується у загальному вигляді наступним чином.

Для деяких умов за техніко – економічними можливостями можна здійснити в нульовий рік планування τ варіантів удосконаленого капітального ремонту одягу, а в процесі експлуатації – n поточних середніх ремонтів за j варіантами, які можуть виконуватись в t_{ni} роки служби одягу. Позначимо через $A\tau$ вартості τ варіантів капітального ремонту в нульовий рік – i , а через B_{nj} – вартості j – х варіантів полегшених середніх ремонтів в даних регіональних умовах. Визначимо, що поєднання τ – го варіанту капітального ремонту в нульовий рік планування і необхідної кількості полегшених капітальних ремонтів – n за j – ми варіантами в t_n роки складає довгострокову стратегію капітальних ремонтів на весь період служби одягу. Очевидно, що таких стратегій може бути τ_{nj} . Оцінимо кінцевий результат реалізації довгострокової стратегії ремонтів одягів показником W_{ti} , який у зв'язку з відносно тривалим характером дії ремонтів на роботу рухомого складу, буде залежати не тільки від обсягу ресурсів, а і від часу їх вкладень, тобто:

$$W_{zi} = F(z_i; n_j; F_{zi}; B_n; t_{ni}). \quad (1)$$

Тоді суть задачі оптимізації параметрів стратегії відновлювальних ремонтів одягів полягає в тому, щоб з Z можливих для даних умов вибрати варіант стратегії, який задовольняє умові:

$$\sum_{(znji)} F(\tau_i; n_j; A_{ti}; B_n; tn_i) \rightarrow W_{zmax}. \quad (2)$$

Умова (2) формалізує в загальному вигляді задачу оптимізації параметрів довгострокових стратегій ремонтів дорожнього одягу. Згідно цій умові, оптимізації підлягають наступні параметри стратегій:

- тип стратегії;
- варіант, одяг (вартість) удосконаленого капітального ремонту одягу в нульовий рік стратегії;
- кількість, варіанти, обсягу(вартості) і сторони проведення поточних середніх ремонтів в межах стратегії.

При створенні варіантів довгострокового планування ремонтно-відновлювальних робіт на ділянках доріг використовуються так звані типові стратегії, а саме:

1. Нульова стратегія.

Це практично не реальна стратегія, згідно з якою стан дорожнього одягу підтримується в експлуатації тільки поточними ремонтами і утриманням. Стратегія практичного значення не має. Вона використовується виключно для оцінки ефективності вкладень за варіантами інших реальних довгострокових стратегій ремонтів одягів. Реалізація цієї стратегії здійснюється в інтервал часу, що дорівнює тривалості часу $-T_k$ (в роках) оцінюваних інших стратегій.

2. Перша стратегія.

Стратегія з капітальним ремонтом одягу в нульовий рік і двома поточними середніми ремонтами економічно необхідної потужності в економічно доцільні строки. Формується за умови не допуску виходу стану проїзної частини за техніко-економічно допустимі межі. Програмним комплексом відшукуються одночасно найближчі до оптимальних в даних умовах обсяги капітального і поточних середніх ремонтів одягу та строки проведення поточних середніх ремонтів.

3. Друга стратегія.

Стратегія з удосконаленням капітальним ремонтом одягу в нульовий рік і трьома менш потужним поточними середніми ремонтами в економічно

оптимальні строки. Формується за умови не допуску виходу стану проїзної частини за техніко-економічно допустимі межі. Програмно–розрахунковим комплексом одночасно оптимізуються для поточних умов обсяги капітального та поточних середніх ремонтів і строки проведення поточних середніх ремонтів одягу.

4.Третя стратегія.

Стратегія з двостадійною схемою проведення удосконаленого капітального ремонту одягу, який потребує капітального ремонту в нульовий рік, і з двома проміжниміпоточними середніми ремонтами. Формується за умови недопуску виходу стану проїзної частини за економічно допустимі межі. Програмно–розрахунковим комплексом одночасно оптимізуються за даних умов потужності (обсяги) стадій капітального і поточних середніх ремонтів та строки їх проведення.

5. Четверта стратегія.

Стратегія з двостадійною схемою проведення капітального ремонту одягу, який потребує капітального ремонту в нульовий рік, без проміжних поточних середніх ремонтів. Програмно–розрахунковим комплексом оптимізуються для завданих умов конструкції підсилення одягу на першій і другій стадіях капітального ремонту (відповідні їм обсяги) та строки служби стадій ремонту

При формуванні наведених вище довгострокових стратегій ремонтів дорожнього одягу використано ряд параметрів. Так позначення KP , $ПСР$ відповідають капітальному і поточному середньому ремонтам; T_k – строк, що обмежує тривалість довгострокової стратегії; S_0 , $S(t)$ – показники рівності проїзної частини в показаннях поштовхоміра, відповідно в нульовий і t -ий рік стратегії; S_{don} – економічно допустиме значення показника рівності проїзної частини; t_i – оптимальні строки проведення поточних середніх ремонтів з вартостями B_i ; T_1 – оптимальний строк проведення другої стадії удосконаленого капітального ремонту вартістю A_2 ; t – координата часу в роках. Кожна із стратегій проведення ремонтно – відновлювальних заходів може бути представлена у вигляді графічної моделі. Лінії на графіках показують характер погіршення з часом міцності одягу, стану проїзної частини і відповідно – характер зростання дорожньо-транспортної собівартості E_i .

На рис.1 наведено приклад графічного формування третьої стратегії ремонту дорожнього одягу.

Варіантне проектування в межах кожної стратегії є обов'язковим станом процесу оптимізації параметрів довгострокових стратегій проведення ремонтів. За його допомогою вирішується дві задачі:

а) розробка для подальшого аналізу необхідних для завданих умовконструкцій підсилення одягу при капітальному ремонті в нульовий рік стратегії;

б) визначення можливих варіантів поточних середніх ремонтів одягу і строків їх проведення для реалізації в межах відповідної стратегії.

Для вирішення першої задачі в програмно – розрахунковому комплексі реалізовано розрахунок в автоматичному режимі найбільш розповсюджених і доступних для господарств варіантів конструкцій підсилення одягу за чотирма розрахунковими схемами. Для проектування варіантів підсилення дорожнього одягу використовуються типові шари конструкцій із різноманітних матеріалів, що використовуються при будівництві нежорстких одягів.

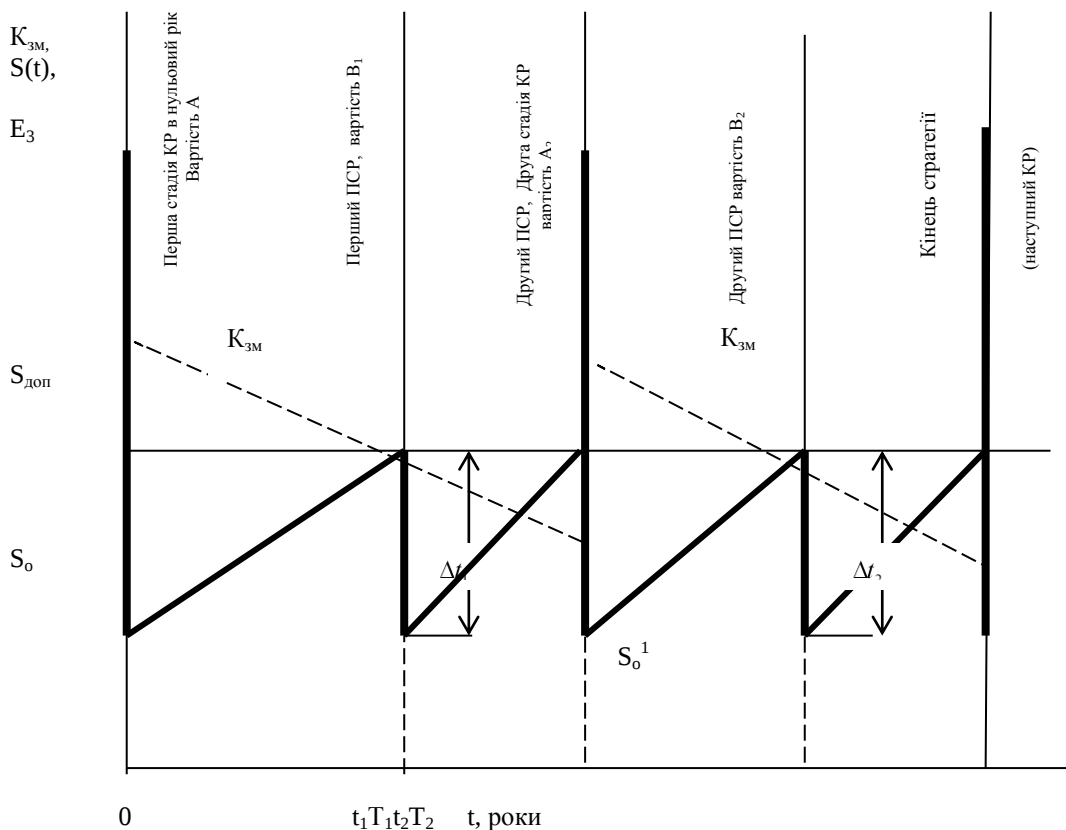


Рисунок 1 – Розрахункова схема служби дорожнього одягу за третьою стратегією.

Вирішення другої задачі варіантного проектування зводиться до виділення з числа передбачених переліком ремонтів, що визначені в програмно – методичному забезпеченні СУСП, тих видів поточних середніх ремонтів одягу, які технологічно допустимі для конкретних умов і можуть бути реалізовані даним дорожнім господарством з огляду на його оперативні і організаційні можливості.

Слід зауважити, що даний етап тільки звужує область пошуку можливих видів поточних середніх ремонтів одягів. Конкретні варіанти цих видів ремонтів для певних умов з необхідними їх параметрами визначаються розрахунками за наявними в програмі математичними моделями на етапі формування і розрахунку довгострокових стратегій ремонтів одягів. Задача користувача на даному етапі полягає лише у прийнятті рішення щодо вибору більш доцільного варіанту з числа альтернативних для даних умов варіантів, запропонованих програмно – розрахунковим комплексом.

Критерієм оптимальності довгострокових стратегій є мінімум приведених сумарних середньорічних (за період стратегії) дорожньо-транспортних витрат. Показником оптимальності варіанту стратегії є максимум коефіцієнта ефективності вкладень за варіантом

$$K_e = \frac{(E_0 - E_{ci})\lambda}{D} \quad (3)$$

де E_0 , E_{ci} – приведені до нульового року сумарні середньорічні дорожньо-транспортні витрати відповідно для нульової і оцінюваної i - ої стратегії в грн./км в рік; λ - коефіцієнт, що враховує рівень концентрації вкладень в часі.

Для стратегій з одностадайним капітальним ремонтом $\lambda=1,0$; для стратегій з капітальним ремонтом за двостадійною схемою λ вираховується за виразом

$$\lambda = \frac{A}{A_1 + \frac{A_2}{(1+m)^{T_1}}} \quad (4)$$

де A – вартість 1 км капітального ремонту в даних умовах при стратегії з одно стадійною схемою ремонту в нульовий рік, грн./км; A_1 , A_2 – вартості відповідно першої і другої стадій удосконаленого капітального ремонту при

двостадійній схемі, грн./км; T_1 – строк служби першої стадії удосконаленого капітального ремонту в роках; D – приведені до нульового року середньорічні дорожні витрати на капітальні ремонти одягу за оцінюваною довгостроковою стратегією в грн./км в рік.

$$D = \left[A + \frac{B_1}{(1+m)^{t_1}} + \frac{B_2}{(1+m)^{t_2}} + \dots \right] \cdot \frac{1}{T_k} \quad (5)$$

для стратегій з удосконаленням капітальним ремонтом за двостадійною схемою

$$D = \left\{ \left[A_1 + \frac{A_2}{(1+m)^{T_1}} \right] + \left[\frac{B_1}{(1+m)^{t_1}} + \frac{B_2}{(1+m)^{t_2}} + \dots \right] \right\} \cdot \frac{1}{T_2} \quad (6)$$

де B_1, B_2 - вартості відповідно i -х поточних середніх ремонтів, виконуваних в t_i роки довгострокової стратегії, в грн./км; T_k, T_2 – тривалості в роках довгострокових стратегій капітальних ремонтів, з використанням відповідно одно- та двостадійної схеми проведення удосконаленого капітального ремонту; m - коефіцієнт приведення різнострокових вкладень до нульового року стратегії.

Всі процедури оптимізації параметрів довгострокових стратегій ремонтів дорожнього одягу здійснюються програмним комплексом автоматично, але остаточний вибір стратегії проведення ремонтів здійснюється користувачем із використанням коефіцієнта ефективності вкладень. Результати обґрунтованих стратегій проведення ремонтів є основою для формування різноманітних звітів у розрізі окремих ділянок доріг, окремих маршрутів, областей та регіонів (областей). Також надається можливість отримати інформацію про потреби у фінансовому забезпеченні програм робіт для різних періодів планування: для довгострокової програми робіт (20 років); для перспективних програм робіт (5 років); річних програм робіт.

Особливості створеної системи довгострокового планування полягають у тому, що:

- завдяки сполученню основного програмного забезпечення по обґрунтуванню параметрів довгострокового планування стратегій проведення ремонтів доріг із програмним забезпеченням по визначенню вартості дорожніх робіт надається можливість розрахувати потребу не тільки у фінансових

ресурсах, але також і інших видах ресурсів – технічних, трудових та матеріальних;

- в програмному забезпеченні передбачений режим формування річних програм робіт з урахуванням обмежених ресурсів.

Висновки

Подальше практичне використання створеної СУСП вимагає проведення ряду науково – дослідних та практичних робіт, а саме:

- створення у кожному дорожньому господарстві спеціальної служби, функції якої були б виключно пов'язані із експлуатацією та розвитком СУСП;
- регулярне поповнення банків даних по стан елементів доріг у відповідності із встановленим протоколом та із урахуванням місцевих умов;
- проведення робіт із вивчення даних транспортних потоків, що дасть змогу встановити динамічні характеристики їх роботи;
- створення нових режимів роботи системи планування, наприклад, режиму оперативного планування програм робіт за сукупністю даних про руйнування та деформації елементів доріг;
- введення нових елементів транспортних споруд, наприклад, засобів регулювання дорожнього руху та апробація нових критеріїв прийняття рішень по проведенню ремонтно – відновлювальних робіт.

Література

1. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг. /МОН України/. - К.: НТУ, 2009. – 272 с.
2. Кизима С.С., Канін О.П., Лихоступ М.М., Андреев С.І. Загальна характеристика української системи управління станом нежорстких дорожніх одягів.// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: – 2001. – вип..62. – С.76 – 80.
3. Кизима С.С. Обґрунтування необхідності запровадження в Україні концепції стадійного проведення капітальних ремонтів нежорстких дорожніх одягів.// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: – 2001. – вип..62. – С.83 – 87.
4. Кизима С.С., Канін О.П., Лихоступ М.М. Рекомендації по використанню СУСП для планування ремонтних робіт.// Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор). – К.: – 2002. 18 с.
5. Кизима С.С., Андреев С.І. Оптимізація планування робіт по ремонту нежорстких дорожніх одягів.// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: – 1987. – вип..41. – С.78 – 86.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Кіяшко І.В., канд. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kiiashko I.V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **09.09.2016 р.**

УДК 332.6 : 625.7/.8

Козарчук І.А., канд. техн. наук

ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ ПРОЕКТІВ У ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ FIDIC

Анотація. У статті проаналізовано європейський досвід урегулювання взаємовідносин між суб'єктами інвестиційно-будівельного процесу. Досліджено відповідність чинного українського законодавства проформам FIDIC. Виконано порівняння умов цих контрактів з вітчизняними реаліями проведення ремонтно-будівельних робіт. Зроблено висновок про доцільність запровадження міжнародних стандартів FIDIC у дорожній галузі України.

Ключові слова: будівництво, контракт, міжнародний стандарт, fidic, автомобільні дороги, визначення вартості.

Аннотация. В статье проанализировано европейский опыт урегулирования взаимоотношений между субъектами инвестиционно-строительного процесса. Исследовано соответствие действующего украинского законодательства проформам FIDIC. Выполнено сравнение условий этих контрактов с отечественными реалиями проведения ремонтно-строительных работ. Сделан вывод о целесообразности внедрения международных стандартов FIDIC в дорожной отрасли Украины.

Ключевые слова: строительство, контракт, международный стандарт, fidic, автомобильные дороги, определение стоимости.

Annotation. The article analyzes the European experience of the relations settlement between the subjects of investment and construction process. The FIDIC proforms compliance with the Ukrainian legislation is investigated. The comparison of these contracts conditions and domestic realities of repair and construction works is achieved. The expediency of the international FIDIC standards introduction in the road sector of Ukraine was concluded.

Keywords: construction, contract, international standard, fidic, roads, valuation.

Постановка проблеми. З прийняттям України курсу на інтеграцію в Європейський Союз серед важливих чинників реалізації проектів будівництва є запровадження в державі європейських підходів до взаємовідносин учасників інвестиційно-будівельного процесу. Оскільки цей процес в Україні не завжди прозорий і уніфікований, а інвестиційний клімат потребує покращення, то запровадження міжнародних стандартів є досить актуальним на сьогоднішній день.

Аналіз досліджень і публікацій. Проведений аналіз досліджень та публікацій [1-4] з даної теми показав, що питанню застосування міжнародних стандартів у дорожній галузі України не приділено достатньої уваги.

Мета статті – дослідження європейського досвіду врегулювання взаємовідносин між учасниками інвестиційно-будівельного процесу і доцільності впровадження міжнародних стандартів FIDIC в дорожній галузі України.

Основна частина дослідження. Найпоширенішими у Європі є типові контракти (проформи) FIDIC (фр. *Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils* – Міжнародна федерація інженерів-консультантів), що встановлюють єдині підходи до умов і принципів взаємовідносин учасників будівництва. Застосування зазначених контрактів дозволяє зняти проблемні питання, які виникають у процесі підготовки вихідних даних для проектування, проведення тендерів, здійснення будівництва, проведення взаєморозрахунків, введення об'єктів будівництва в експлуатацію.

Особливість контрактів FIDIC полягає в тому, що вони передбачають введення незалежної ланки – юридичної особи «Інженер-консультант», яка об'єднує менеджерів-професіоналів за всіма напрямками та розділами проекту. Ця структура приймає участь у роботі на всіх стадіях будівництва – від процесу проектування до введення об'єкта в експлуатацію. Інженер-консультант забезпечує отримання замовником збудованого об'єкта, спорудженого за затвердженим проектом у встановлені строки та за затверджену вартість.

Суб'єктами інвестиційно-будівельного процесу може бути використаний будь-який з міжнародних типових контрактів (проформ) FIDIC, а саме:

- «Умови контракту на будівництво» («Червона» книга);
- «Умови субпідрядних договорів на спорудження об'єктів цивільного будівництва»;

- «Умови контракту на проектування, будівництво і здачу об'єктів «під ключ»» («Помаранчева» книга);
- «Умови контракту на поставку обладнання, проектування та будівництво» («Жовта» книга);
- «Умови контракту на проектування типу «інвестування-проектування-будівництво» і проектів, виконаних «під ключ» («Срібна» книга);
- «Скорочена форма контракту» («Зелена» книга);
- «Типовий договір на надання послуг консультантом» («Біла» книга);
- «Умови контракту на маркшейдерські і рекультиваційні роботи, а також тендерні процедури («Синя» книга);
- «Умови контракту на будівництво, проектування, експлуатацію» («Золота» книга).

Проформи FIDIC складаються з двох частин – «Загальних умов» та «Особливих умов».

«Загальні умови» – це докладно прописане зведення умов, прав й обов'язків сторін при реалізації всього інвестиційно-будівельного проекту з моменту передачі вихідних даних для проектування та/або будівельного майданчика підряднику до моменту закінчення гарантійного терміну на збудований об'єкт будівництва.

«Особливі умови» – зведення змінених сторонами редакцій статей, що містяться в «Загальних умовах». «Особливі умови» враховують вимоги місцевого законодавства та конкретні умови будівництва.

Першим етапом підготовки договору підряду на виконання проектних та будівельних робіт при використанні міжнародних типових контрактів FIDIC є вибір відповідного типу контракту.

Вибір типу контракту залежить від таких факторів, як:

- модель управління проектами і розподіл ключових зон відповідальності та ризиків між сторонами інвестиційно-будівельного процесу;
- необхідність залучення Інженера-консультанта;
- обсяги та види робіт;
- бюджет та терміни реалізації;
- хто з суб'єктів інвестиційно-будівельного процесу здійснює фінансування проекту.

«Червона» книга застосовуються у випадках, якщо:

- виконуються будівельні та інжинірингові роботи;
- замовник відповідає за виконання проектних робіт;
- передбачається можливість виконання деякого обсягу робіт з проектування підрядником;
- Інженер-консультант діє в інтересах замовника, але повинен чинити справедливо по відношенню до підрядника.

«Червона» книга не застосовується для проектів, в яких підрядник відповідає за виконання істотного обсягу проектних робіт.

«Жовта» книга застосовується у випадках, якщо:

- виконується проектування на виконання електромонтажних робіт та монтажу механічного обладнання, а також підрядником здійснюються будівельне та інжинірингове проектування;
- передбачається виконання деяких проектних робіт замовником/Інженером-консультантом;
- Інженер-консультант діє в інтересах замовника, але повинен чинити справедливо по відношенню до підрядника;
- передбачаються поради щодо врегулювання суперечок;
- ризики, пов'язані зі станом ґрунтів, несе замовник.

«Срібна» книга застосовується у випадках, якщо:

- підрядник відповідає за виконання проектних і будівельних робіт;
- ризики прострочення завершення робіт, перевищення вартості і недоліків проектування несе підрядник.

«Біла» книга застосовується, якщо:

- укладається договір між замовником та інженером-консультантом;
- Інженер-консультант несе відповідальність за недотримання професійного стандарту.

«Зелена» книга застосовується, якщо:

- виконуються малобюджетні і короткострокові роботи;
- вартість контракту складає менше 500 тис. доларів США (рекомендовано);
- підрядник виконує проектні роботи на підставі специфікацій і креслень замовника;

- Інженер-консультант не призначається, а його функції виконує працівник замовника.

Золота книга застосовуються у випадках, якщо:

- здійснюється будівництво нових об'єктів терміном експлуатації не менше 20 років;
- підрядник не несе відповідальність за фінансування проекту або його підсумковий комерційний успіх;
- можливий залишковий ресурс після закінчення терміну експлуатації.

Вибір форми контракту залежить від розподілу ризику між сторонами контракту (замовником і підрядником) і відповідальності за проектування. Таким чином, основне питання не в тому, хто здійснює проектування, а хто відповідає за його виконання. Величина прибутку безпосередньо залежить від ризиків (найчастіше передбачуваних), прийнятих на себе підрядником. При цьому «Червона» книга передбачає мінімальну ступінь ризику для підрядника і, відповідно, менший рівень винагороди, а «Срібна» книга вимагає від підрядника прийняття всіх ризиків за проектом.

За вибором типу контракту слідує підготовка власне самого тексту контракту. Типові контракти FIDIC є збалансованими з точки зору розподілення функцій та відповідальності (ризиків) суб'єктів контракту. Один з основних принципів FIDIC – ризики несе той, хто має можливість їх контролювати. Таким чином не рекомендується значно змінювати «Загальні умови», порушувати баланс у розподіленні ризиків між суб'єктами контракту.

Впровадження зазначених проформ в Україні можна умовно розділити на три етапи в залежності від джерел фінансування [4].

I Етап. При фінансуванні об'єктів будівництва за рахунок кредитів міжнародних фінансових організацій (міжнародні договори).

Статтею 10 Цивільного кодексу України встановлено, що якщо у міжнародному договорі містяться інші правила, ніж ті, що встановлені відповідним актом цивільного законодавства, застосовуються правила відповідного міжнародного договору України.

Виходячи з викладеного, при реалізації проектів будівництва за рахунок кредитів міжнародних фінансових організацій використання контрактів FIDIC є правомірним уже сьогодні, якщо це зазначено у таких договорах.

Приклади застосування проформ FIDIC при здійсненні в Україні будівництва за рахунок іноземних кредитів: термінал «Д» міжнародного аеропорту «Бориспіль», Бескидський тунель Львівської залізниці, реконструкція автомобільних доріг тощо.

Для можливості проведення взаєморозрахунків та оплати робіт казначейством Мінрегіоном були розроблені примірні форми первинних облікових документів «Звіт про виконання робіт за контрактом на об'єкті будівництва за період» (місяць/рік) (Примірна форма № 1), «Підсумковий звіт про вартість виконаних робіт за контрактом на об'єкті будівництва за період» (Примірна форма № 2), «Акт здавання-приймання виконаних будівельних робіт» (Примірна форма № 3), які наведені у додатках Ф, Х, Ц до ДСТУ Б Д. 1.1-1:2013. Зазначені примірні форми кориспондуються як з тими, що діють в Україні, так і з тими, що зазначені в типових контрактах FIDIC.

II Етап. При фінансуванні об'єктів будівництва за рахунок недержавних джерел фінансування проформи FIDIC за рішенням замовника (інвестора) можуть застосовуватись у повній мірі за умови врегулювання розбіжностей з нормативними законодавчими актами України, які можуть виникати в окремих випадках.

III Етап. При фінансуванні робіт за рахунок державних коштів.

Запровадження проформ FIDIC при державному фінансуванні будівництва можливе за умови адаптації положень зазначених проформ до положень законодавчих та нормативних актів України.

Наразі за допомоги міжнародних організацій така робота в Україні активізується і планується її виконання за такими напрямками:

- аналіз існуючого порядку реалізації проектів в Україні, виявлення слабких та сильних сторін, а також співставлення його з порядком в ряді країн ЄС;
- на підставі аналізу існуючої практики реалізації проектів та законодавчої бази з будівництва внесення (за необхідності) відповідних змін до законодавчих та нормативних актів, а також у нормативні документи;
- підготовка детальних рекомендацій, які дозволять інтегрувати міжнародно визнані умови договору в українську ділову практику, переклад на українську мову типових контрактів FIDIC, розроблення типових конкретних

умов договорів за проформами FIDIC, які відповідатимуть національному законодавству.

Виконання такої роботи дасть можливість укласти договори на реалізацію проектів в Україні за європейськими підходами за рахунок усіх джерел фінансування.

В Україні було проведено ряд конференцій, присвячених обміну досвідом з даного питання.

20 лютого 2013 р. в Києві відбулася конференція «Реалізація будівельних проектів в Україні: міжнародні стандарти FIDIC та українська практика». Конференцію відвідали понад 100 учасників, включаючи представників українських та міжнародних будівельних, девелоперських та інжинірингових компаній, консультантів, юристів, інвестиційних експертів, банкірів, а також представників міжнародних фінансових інститутів.

На конференції було відзначено, що використання на території України контрактів FIDIC, які визнані стандартом у всьому цивілізованому будівельному світі, вимагає адаптації під існуюче українське законодавство. Причому на конференції представники українських компаній не раз підкреслювали, що зараз одним із пріоритетних завдань є плавне реформування існуючого законодавства в будівельній галузі.

Серйозною проблемою для нашої країни є нестача кваліфікованих кадрів, які б здійснювали чітке виконання умов контрактів – цим у всьому світі займаються інженери-консультанти.

5 серпня 2016 р. в Києві за участі представників українського та зарубіжного експертного середовища в галузі будівництва відбулося засідання круглого столу щодо польського досвіду у співпраці з FIDIC та EFCA. У засіданні круглого столу взяли участь представники Секретаріату Кабінету Міністрів України, Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, вітчизняного та зарубіжного експертного середовища в галузі будівництва, саморегулювальних організацій у сфері архітектурної діяльності.

Учасники круглого столу констатували, що перевагами контрактів FIDIC є їх універсальність і завершеність. Для того, щоб будівельний контракт міг застосовуватися, наприклад, в Україні, його положення і правила не повинні суперечити національному законодавству. Тому контракти FIDIC структуровані таким чином, щоб їх можна було використовувати в різних юрисдикціях, в

ідеальному варіанті – за мінімальних змін структури і загальних будівельних механізмів, передбачених у контрактах. Під час розробки контрактів FIDIC вперше у світовій практиці був реалізований механізм урахування особливостей національного законодавства і специфіки кожного об'єкта будівництва.

Застосування таких проформ рекомендується переважною більшістю зовнішніх структур, які здійснюють кредитування інвестиційних проектів в Україні, зокрема Світовим банком, Європейським інвестиційним банком, Європейським банком реконструкції та розвитку. Така практика сприятиме залученню інвестицій в економіку країни та забезпечить їх ефективне використання.

У дорожній галузі України Укравтодором успішно реалізовано міжнародні проекти з ремонту ділянок автомобільної дороги М 06 Київ – Чоп та інших об'єктів, що фінансувалися за рахунок позик ЄБРР і СБ. Відповідно до їх вимог виконання проекту проводилося за Умовами контракту FIDIC.

Аналіз зробленого на об'єктах будівництва в нашій державі та зарубіжний досвід показали ряд відмінностей FIDIC від умов, що діють в Україні [1].

Умови контракту FIDIC застосовуються як у міжнародних, так і у внутрішньодержавних тендерах. Вони чітко регламентують взаємовідносини між замовником і підрядником, тоді як в Україні стандартна документація, що відображає взаємні права та обов'язки між учасниками інвестиційно-будівельного процесу, відсутня.

За контрактом FIDIC управління будівельним процесом здійснює інженер, який призначається на конкурсній основі, є незалежним і зацікавлений лише в якісному та своєчасному виконанні робіт у повному обсязі. Його повноваження ширші, ніж у замовника, передбачені чинними нормативними документами в Україні. При застосуванні FIDIC на внутрішньодержавному рівні умови контракту можуть виконуватися частково, а інженер може бути замінений на керівника проекту, якому замовник делегує дещо обмежені функції.

Існуюча в нашій державі система звітування підрядника перед замовником за формами № 2 і № 3 та звітність щодо фінансової діяльності підрядника перед контролюючими організаціями повністю виключають можливість застосування принципів FIDIC, де за умовами контракту

приймаються розцінки, прив'язані до одиниці виміру. Головним критерієм є виконаний повний обсяг робіт, який оцінюється за розцінками, прийнятими у контракті.

Такий підхід дозволяє підряднику отримати прибуток за рахунок використання своїх внутрішніх резервів, пошуку оптимальних ринкових цін та залучення більш вигідних субпідрядників. Він сам визначає способи й методи виконання робіт, може відхилитися від них, не переглядаючи при цьому вартість виконаного обсягу, але узгоджує все це з інженером. Така свобода дій є потужним стимулом для впровадження новітніх технологій, застосування сучасної високопродуктивної техніки, використання високоефективних форм організації робіт.

Розрахунки замовника з підрядником за Умовами контракту FIDIC здійснюються на основі спеціальних сертифікатів, які обов'язково схвалює інженер.

Склад і зміст проектної документації, передбачені Умовами контракту FIDIC, суттєво відрізняються від вітчизняних. Наприклад, уведено технічні специфікації, яких не існує у відповідних нормах України. При цьому вони мають перевагу над кресленнями, і в них зазначені вимоги до специфіки та якості виконання певної роботи. У проектній документації відсутній розділ «Організація робіт». Вирішення цього питання знаходиться в компетенції підрядника.

Значно відрізняється процес визначення вартості будівництва. За умовами FIDIC при проектуванні для замовника складається орієнтовний кошторис на основі укрупнених показників ринкових цін. Дана інформація конфіденційна, що робить тендери більш ефективними.

За результатами аналізу застосування Умов контракту FIDIC на об'єктах будівництва доріг в Україні та виходячи зі світового досвіду, Укравтодором прийняте рішення про впровадження в дію принципів FIDIC у дорожній галузі, що дозволить забезпечити стабільну якість і чітке дотримання термінів будівництва.

Створено «Українську асоціацію інженерів-консультантів» (УкрАІК), діяльність якої спрямована на розвиток методів інжинірингу в будівництві, активізацію процесів запровадження FIDIC і прискорення підготовки національних інженерів-консультантів.

Хоча чинне законодавство нашої держави не створює суттєвих перешкод, але певні кроки щодо гармонізації національних вимог до принципів FIDIC потрібні. Необхідно адаптувати національні стандарти, такі як «Правила визначення вартості будівництва», та створити ряд відомчих нормативних документів. Крім того, потрібно розробити й затвердити положення про генерального підрядника, інженера та інженерну організацію у дорожній галузі, про незалежну службу з надання інженерно-консультаційних послуг при здійсненні технічного нагляду в будівництві, про керівника контракту, інструкцію про порядок надання інженерних послуг у будівництві тощо.

Згідно з «Концепцією реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування» (в редакції Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р) [3] протягом 2015-2017 рр. планується виконати адаптацію нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів, що регламентують правила виконання дорожньо-будівельних робіт, зокрема правила технічного нагляду, приймання та фінансування таких робіт на умовах контрактів Міжнародної федерації інженерів-консультантів (FIDIC).

Реалізація впровадження контрактів FIDIC передбачена Дорожньою картою розвитку дорожньої галузі України (табл. 1).

Курс на запровадження стандартів FIDIC в дорожній галузі підтверджується також Розпорядженням Кабінету міністрів України від 14 березня 2016 р. № 154-р «Про розподіл видатків державного бюджету, передбачених за бюджетною програмою 3111020 “Розвиток мережі та утримання автомобільних доріг загального користування” на 2016 рік» [2]. Розпорядження вимагає забезпечити Міністерству інфраструктури, Державному агентству автомобільних доріг, Мінекономрозвитку та Міністерству регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства – введення протягом 2016 року процедури здійснення контролю якості проведення ремонту автомобільних доріг загального користування шляхом запровадження правил технічного нагляду, приймання та фінансування зазначеного ремонту на умовах контрактів міжнародних федерацій інженерів – консультантів (FIDIC) або залучення міжнародних аудиторів.

Таблиця 1 – Витяг з Проекту Дорожньої карти розвитку дорожньої галузі України на 2015-2017 роки

Напрямок / проблема	План заходів / механізм вирішення	Терміни виконання		Очікуваний результат	2015	2016	2017
Забезпечення належної якості проектних та дорожньо-будівельних робіт: - незалежний контроль якості на всіх етапах; - конкурентний приватний ринок, ніяких державних підрядників.	Запровадження довгострокових контрактів FIDIC для будівництва автомобільних доріг.	2015	2017	Будівництво, реконструкція та капітальний ремонт автомобільних доріг на умовах контрактів FIDIC	Підготовка та внесення необхідних змін до нормативно-правових актів та технічних нормативів		Будівництво автомобільних доріг на умовах контрактів FIDIC
	...	...	...	...	...	...	...

Висновки

Головна перевага контракту FIDIC – це універсальність і завершеність. Така модель взаємодії підрядника і замовника перевірена роками в десятках країн світу, вона розумно розподіляє відповідальність і ризики сторін. Впровадження стандартів FIDIC в Україні здатне принести позитивний ефект, сприяючи поліпшенню взаєморозуміння між учасниками будівельних проектів, зменшенню рівня корупції, створенню безпечніших умов для залучення фінансування з боку міжнародних інвесторів, що, в підсумку, сприятиме покращенню інвестиційної привабливості України в світі, а також відновленню будівельного ринку (зокрема дорожньої галузі) і української економіки в цілому.

Література

1. Березовський М.В. Умови контракту FIDIC у дорожній галузі України / М.В. Березовський, С.І. Андрєєв // Дорожня галузь України. – №3. – 2008.
2. Розпорядження Кабінету міністрів України від 14 березня 2016 р. № 154-р «Про розподіл видатків державного бюджету, передбачених за бюджетною програмою 3111020 “Розвиток мережі та утримання автомобільних доріг загального користування” на 2016 рік».
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р «Деякі питання реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування».
4. Ціноутворення у будівництві. Збірник офіційних документів та роз’яснень. – Київ : «Інпроект», 2016. – №1. – С. 36-44.

Рецензенти:

Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.

Казачков І.В., д-р тех. наук, Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя.

Reviewers:

Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kazachkov I.V., Dr. Tech. Sci., State University of Nizhyn M. Gogol.

Стаття надійшла до редакції: 01.09.2016 р.

УДК 625.7/.8:338

Харченко А.М., канд. техн. наук, Заворотний С.М.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРАКТІВ ДККП В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ

Анотація. В даній статті:

- 1) виконано огляд історичних аспектів поширення ДККП в світі;
- 2) проаналізовано основні тенденції розвитку ДККП в дорожній галузі країн світу;
- 3) визначено головні переваги їх використання.

Об'єкт дослідження – довгострокові контракти, засновані на кінцевих показниках.

Мета роботи – проаналізувати досвід країн світу щодо використання ДККП для визначення основних тенденцій розвитку та переваг впровадження контрактів в дорожній галузі України.

Методи дослідження – статистичний, аналітичний, експертних оцінок.

Виконано аналіз досвіду різних країн світу та поглядів досвідчених фахівців з питань застосування в дорожній галузі довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках. Вказано про перші спроби нашої держави щодо використання цих контрактів. Визначені основні переваги використання ДККП країнами світу.

Результати статті можуть бути використані як теоретична основа до впровадження контрактів ДККП у дорожній галузі України.

Ключові слова: довгострокові контракти, засновані на кінцевих показниках, утримання доріг.

Аннотация. В данной статье:

- 1) выполнен обзор исторических аспектов распространения ДККП в мире;
- 2) проанализированы основные тенденции развития ДККП в дорожной отрасли стран мира;
- 3) определены главные преимущества их использования.

Объект исследования - долгосрочные контракты, основанные на конечных показателях.

Цель работы - проанализировать опыт стран мира по использованию ДККП для определения основных тенденций развития и преимуществ внедрения контрактов в дорожной отрасли Украины.

Методы исследования - статистический, аналитический, экспертных оценок.

Выполнен анализ опыта различных стран мира и взглядов опытных специалистов по вопросам применения в дорожной отрасли долгосрочных контрактов, основанных на конечных показателях. Указано о первых попытках нашего государства по использованию этих контрактов. Определены основные преимущества использования ДККП странами мира.

Результаты статьи могут быть использованы как теоретическая основа для внедрения контрактов ДККП в дорожной отрасли Украины.

Ключевые слова: долгосрочные контракты, основанные на конечных показателях, содержание дорог.

Annotation. In this article:

- 1) a survey of historical aspects OPRC spread in the world;
- 2) analyzes the main trends of using OPRC in the road sector in different countries;
- 3) shown the basic advantages of their use.

Object of study – output long-term contracts based on key performance indicators.

Purpose - to review the experience of countries regarding the use OPRC to determine the main trends and benefits of implementing contracts in the road sector in Ukraine.

Research methods - statistical, analytical and expert assessments.

The analysis of the experience of different countries and the views of experienced professionals on the use in the road sector long-term contracts based on key performance indicators. Specified on the first attempt of our country on the use of these contracts. The main advantages of using OPRC in different countries.

The results of the article can be used as a theoretical basis for the introduction OPRC contracts in the road sector in Ukraine.

Keywords: long-term contracts based on key performance indicators, road maintenance.

Постановка проблеми.

В умовах обмеженого фінансування і нестабільної економіки дорожнє господарство нашої країни переживає дуже складний період, що зумовило орієнтацію галузі на експлуатаційне утримання доріг. Внаслідок цього

експлуатаційне утримання стає основним етапом розвитку дорожнього господарства. При правильному розвитку цього виду діяльності експлуатаційне утримання автомобільних доріг може мати безпосередню економіко-соціальну цінність для суспільства, як і в багатьох країнах світу.

Всі роботи з експлуатаційного утримання автомобільних доріг виконуються на основі контрактів, які укладаються між замовником та виконавцем. Останнім часом провідні країни світу почали звертати увагу на неефективність використання класичного типу контрактів, тому для виконання цих робіт почали застосовувати так званий довгостроковий контракт, заснований на кінцевих показниках, або контракт, заснований на показниках якості (надалі – ДККП, згідно з [1]) [2]. Не звертаючи увагу на те, що цей вид контракту є відносно новим, він дуже швидко знайшов своє місце в дорожній сфері багатьох країн світу через можливість враховувати, як вимоги користувачів, так і можливості дорожніх організацій[3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Підчас аналізу основних досліджень та публікацій було визначено, що даним питанням займалися такі всесвітньовідомі дослідники як: G. Zietlow, Н. Станкевич, М. Sultana, А. Rahman, S. Chowdhury, J. C. Piñero, G. Liautaud, E. Lancelot, А. S. Al-Kathairi, K. Panthi, W. Gerardo, Z. Alyami та інші. В Україні даному виду контракту присвячені наукові роботи та розробки О.П. Каніна, А.М. Харченко, Н.М. Соколової.

Постановка завдання.

Завданням даної статті є розгляд та узагальнення історії використання ДККП в різних країнах світу та визначення переваг їх використання в дорожній галузі України.

Виклад основного матеріалу.

Піонером в використанні даного типу контрактів в дорожньому секторі була Канада, яка запровадила його ще в 1988 році в західній провінції Британській Колумбії, де й було відмічено переваги ДККП і згодом впроваджено в інших провінціях - Онтаріо і Альберта [3-9]. Але на даному етапі увага приділялася більше технології та матеріалам, які використовувалися, а не кінцевому результату і підрядник був обмежений в виборі та впроваджуванні нових технологій [5].

Незабаром, на початку 1990-х років, 10 000 км автомобільних доріг національного значення Аргентини почали утримуватись за допомогою ДККП,

але в порівнянні з Канадою велике значення мали не тільки матеріали і технології, а й кінцеві показники та вперше була використана система штрафів за недотримання якості робіт і вже в 1995 р. ще 10 000 км експлуатувалися таким чином [4,5]. Станом на вересень 2005 р. таким чином залучено вже 44 % національної мережі автомобільних доріг Аргентини [2,6].

В 1995 році Уругвай скористався досвідом Аргентини для утримання невеликої експериментальної ділянки автомобільної дороги протяжністю 359 км, а потім і головних доріг в м. Монтевідео (біля 150 км). Така схема мала настільки великий успіх, що в 2004 р. було зафіксовано використання ДККП на 50 % доріг Уругваю [5]. Згодом до цих країн приєдналися Бразилія (станом на 2008 р. приблизно 30 000 км автомобільних доріг утримуються таким чином, це складає 16 % доріг федерального значення [11]), Еквадор, Чилі, Колумбія, Гватемала Перу та Мексика [3-8,11].

Вперше в Австралії ДККП використали для спрощення утримання міської мережі доріг довжиною 459 км. в м. Сіднеї у 1995 році, потім таким чином утримувались дороги в штатах Тасманії, Новому Південному Уельсі, а також у Південній та Західній Австралії.

У 1996 р. для утримання автомобільних доріг, мостів, тунелів, в США, зокрема, в штаті Вірджинія (402 км) почали використовувати довгострокові контракти, засновані на кінцевих показниках якості. В 1998 р. в м. Вашингтоні з аналогічними контрактами утримувались 119 км. федеральних доріг. Потім ДККП використовувались такими штатами як Флорида, Техас, Оклахома, Аляска та округ Колумбія [3-5].

Не виключенням стала й Нова Зеландія, де в 1998 році для утримання 405 км. автомобільних доріг національного значення використовувався ДККП [3-7]. За даними Всесвітнього банку в 2005 році, в цій країні вже 15% національної мережі автодоріг використовують цей різновид контрактів [3,5,8,12].

Успішне використання ДККП в країнах Південної та Північної Америки зацікавили країни Європи. Першою була Великобританія, далі ДККП почали використовувати такі країни як Швеція, Фінляндія, Нідерланди, Франція, Норвегія, Естонія (63% національних доріг утримуються за ДККП), Сербія і Чорногорія (8% національних доріг) [3,4,6,8].

Разом з Європою цю тенденцію підхопили країни Африки та Азії - Південна Африка (100 % національних доріг), Філіппіни (231 км національних доріг), Замбія і Чад (17% доріг). В даний час розробляються програми по

впровадженню ДККП в: Кабо-Верде, Албанії, Ємені, Танзанії, Буркіна-Фасо, Камбоджі, Індонезії, Таїланді, В'єтнамі, Японії, Мадагаскарі [3,4,6,8].

На рис.1 – 5 приведено інформацію щодо використання ДККП країнами світу в сучасних умовах в розрізі континентів.

Спробу впровадити "Довгостроковий контракт на основі кінцевих показників" виконує і Україна. Так у 2014 році стартував перший ДККП - пілотний проект експлуатаційного утримання ділянки автомобільної дороги М-06 Київ-Чоп (від м. Броди до м. Стрий – км 434+230 – км 621+500) за кінцевим результатом [14].

Разом з Україною в даному напрямку почали працювати й сусідні країни, такі як Росія і Білорусія. Так, станом на 2014 рік в рамках «Стратегії інноваційного розвитку транспортного комплексу Республіки Білорусь до 2030 року» та «Перспективах розвитку автомобільно-дорожньої мережі Російської Федерації до 2030 року» було вирішено запроваджувати використання ДККП, звертаючи увагу на світовий досвід [15-17].

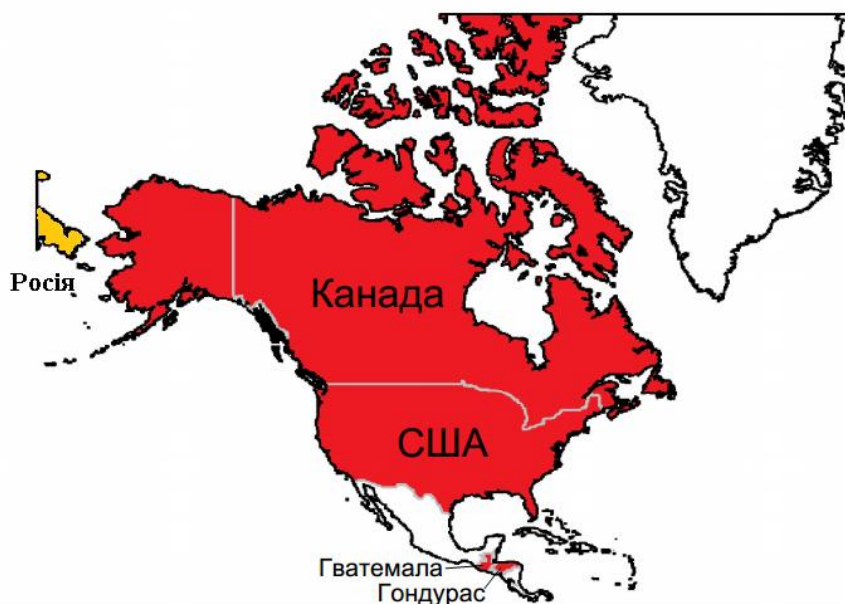


Рисунок 1 – Використання ДККП в країнах Північної Америки (адаптовано з [3-5,9,13])*



Рисунок 2 – Використання ДККП в країнах Південної Америки (адаптовано з [3-5,9,13])*



Рисунок 3 – Використання ДККП в країнах Австралії та Океанії (адаптовано з [3-5,9,13])*

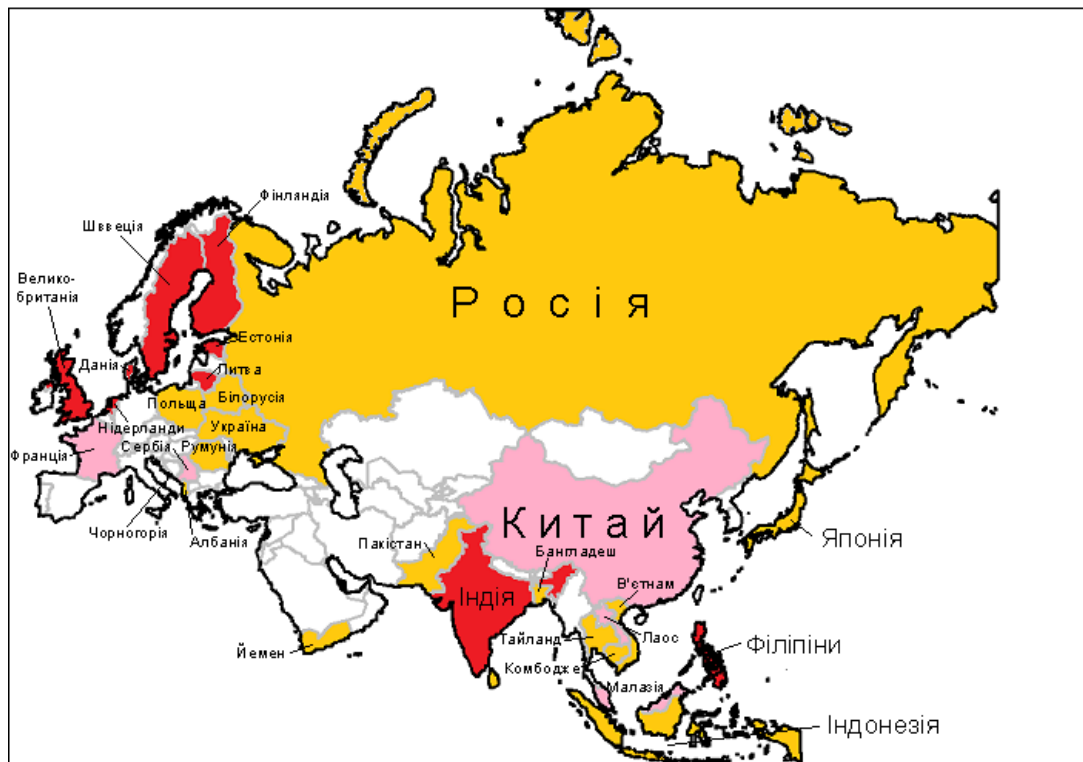


Рисунок 4 – Використання ДККП в країнах Євразії (адаптовано з [3-5,9,13])*

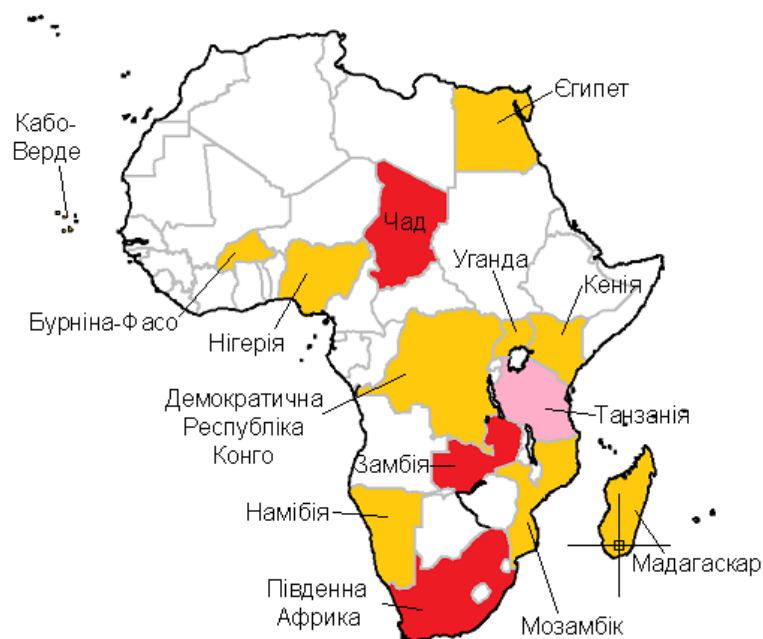


Рисунок 5 – Використання ДККП в країнах Африки (адаптовано з[3-5,9,13])*

Примітка * (до рис. 1.1-1.5):

- Країни, які вже використовують ДККП;
- Країни, які на ранніх стадіях реалізації ДККП;
- Країни, які готуються до запуску ДККП;
- Країни, які не використовують ДККП.

В таблиці 1 наведено основні історичні дані впровадження ДККП в країнах світу.

Таблиця 1 – Історія розвитку ДККП у світі (адаптовано з [3-9, 11-19])

№ п.п.	Країна	Місто, Регіон, Область	Роки впровадження	Утримання доріг на час впровадження	Утримання доріг на 2004-2008 р.		Місцева назва ДККП
1	2	3	4	5	6		7
1	Канада	Провінція Британська Колумбія, Альберта, Онтаріо	1988	Відсутні дані	100% національної мережі автомобільних доріг		"Contract Management of Road Infrastructure" (Канада) "Area Maintenance Contract " (AMC) (Онтаріо)
2	Аргентина	Відсутні дані	1995	20 000 км доріг національного значення	44 % національної мережі автомобільних доріг	40 % автомобільних доріг (Лат. Америка)	"Contract for Rehabilitation and Maintenance " (CREMA) (Лат. Америка)
3	Уругвай	м. Монтевідео	1995	359 км автомобільної дороги (Уругвай) 150 км доріг (Монтевідео)	50 % національної мережі автомобільних доріг		
4	Бразилія, Чилі, Еквадор, Гватемала, Колумбія, Перу, Мексика	Відсутні дані	1995	Відсутні дані	16 % доріг федерального значення (Бразилія)		
5	Австралія	м. Сідней; штати: Тасманія, Новий Південний Уельс; Південна, Західна Австралія	1995	459 км мережі автомобільних доріг (м. Сідней)	Відсутні дані		"Performance Contract" (PC) (Західна Австралія) "Performance-Specified Maintenance Contract" (PSMC) (Австралія)
6	США	Штат Вірджинія, Аляска, Флорида, Оклахома, Техас; округ Колумбія (м. Вашингтон)	1996 (Штат Вірджинія) 1998 (Вашингтон округ Колумбія, Аляска, Флорида, Оклахома)	402 км автомобільних доріг (Штат Вірджинія) 119 км федеральних доріг (м. Вашингтон)	Відсутні дані		"Contract Management of Road Infrastructure" (США) "Total Maintenance Contract "(TMC) (Техас) "Asset Management Contract" (AMC) (США станом 2004 р.)

Кінець табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
7	Нова Зеландія	Відсутні дані	1998	405 км доріг національного значення	15% національної мережі автомобільних доріг	"Performance-Specified Maintenance Contract" (Нова Зеландія)
8	Великобританія, Швеція, Фінляндія, Нідерланди, Франція, Норвегія, Естонія, Сербія, Чорногорія, Монтенегро, Південна Африка, Замбія, Чад, Філіппіни, Індія, Непал, Танзанія, Бангладеш	Відсутні дані	Відсутні дані	63 % національної мережі автомобільних доріг (Естонія) 8% національної мережі автомобільних доріг (Сербія, Чорногорія, Монтенегро) 100% національної мережі автомобільних доріг (Південна Африка) 17% сезонних доріг (Замбія, Чад) 241 км національних доріг (Філіппіни)	Відсутні дані	"Managing agent contract" (МАС) (Великобританія) "Area maintenance contracts" (АМС) (Франція)
В процесі впровадження						
89	Кабо-Верде, Єгипет, Пакистан, Албанія, Йемен, Буркіна-Фасо, Камбодже, Індонезія, Таїланд, В'єтнам, Мадагаскар, Мозамбік, Україна, Уганда, Кенія, Нігерія, Намібія, Демократична Республіка Конго, Японія, Румунія, Албанія, Польща, Росія, Білорусія	м. Броди – м. Стрий (Україна)	2014 (Україна)	187 км дороги національного значення (Україна)	Відсутні дані	"Довгострокові контракти засновані на кінцевих показниках" (ДККП) (Україна)
Примітка : Останнім часом в літературі вживається багато різних назв ДККП, найчастіше зустрічаються: Total Maintenance Contract, Performance-Specified Maintenance Contract, Asset Management Contract, Long-Term Maintenance Contract та ін. [8,18].						

Таке швидке поширення цього роду контрактів було викликано таким рядом переваг [3,19]:

- 1) Зменшення адміністративних витрат (за рахунок зменшення обов'язків адміністрації, немає необхідності у великій кількості робочого персоналу);
- 2) Зменшення відповідальності адміністрації (за рахунок перекладання ряду завдань, які раніше виконувала адміністрація, на підрядника);
- 3) Незмінність витрат на великий термін (за рахунок укладання контракту на значний термін, що дає змогу виконувати більш точне планування витрат);
- 4) Задоволеність користувачів якістю доріг (за рахунок заздалегідь визначених показників якості, які зазначені в контракті і мають виконуватися підрядником протягом дії контракту, дотримання цих показників напряду впливають на прибуток підрядника, так як їх недотримання контролюється системою штрафів);
- 5) Стабільне фінансування (за рахунок укладання контрактів на значний термін);
- 6) Створення міцних партнерських відносин між замовником та підрядником (за рахунок попередньо визначених зобов'язань сторін та стимулювання роботи підрядника за якісне виконання та перевиконання роботи);
- 7) Зростання соціально-економічного ефекту (за рахунок збільшення якості автомобільних доріг).

Висновки

Впровадження довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, в дорожній галузі бере початок з кінця 20-го століття, але, незважаючи на це, ДККП дуже стрімко розвинулись спочатку в Північній та Південній Америці, а потім і в інших країнах світу. Такий стрімкий розвиток був досягнутий завдяки значним перевагам та великій економічній ефективності використання таких контрактів в дорожній галузі, основними з яких є: зменшення відповідальності дорожніх адміністрацій; створення надійних і довготривалих відносин між замовником та виконавцем; можливість підрядної організації на власний розсуд обирати та використовувати технології та матеріали для виконання робіт; повна залежність прибутку виконавця від якості виконаних ним робіт. Враховуючи наведену попередню інформацію, на

нашу думку, можна припустити, що в Україні використання ДККП може мати успіх, як і в решті країн світу, при умові їх адаптації до вітчизняного законодавства та нормативно-технічної бази.

Література

1. Методичні рекомендації з управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування. МР В.3.2-02070915-844:2014. – Київ, 2014.
2. Соколова Н.М. Теоретичні аспекти довгострокових контрактів на основі кінцевих показників /Н.М. Соколова, О.П.Канін, А.М.Харченко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. –К.: НТУ, 2013 – Вип. 11. Електронний ресурс] - Режим доступу: http://publications.ntu.edu.ua/upravl_projekt/11_2013/130-139.pdf.
3. Станкевич Наталья, Кюреши Наваид и Кейроз Цезарь. Содержание и улучшение дорожной инфраструктуры с помощью контрактов, основанных на показателях качества работ / Н. Станкевич, Н. Кюреши, Ц. Кейроз // Транспортный бюллетень TN-27. – Вашингтон (США): Всемирный банк. – Сентябрь, 2005. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www-esd.worldbank.org/pbc_resource_guide/Docs-latest%20edition/PBC/PBC_final_Russian_Jan16_2006.pdf.
4. Performance-Based Contracting for Maintenance. TRB's National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Synthesis 389: Performance-Based Contracting for Maintenance explores experience with performance-based maintenance contracting in places where it has been adopted, including such issues as whether it has the potential to reduce costs and improve maintenance levels of service. – 2011. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.trb.org/Main/Blurbs/161949.aspx>.
5. Zietlow G. Implementing Performance-based Road Management and Maintenance Contracts in Developing Countries – An Instrument of German Technical Cooperation. - November 2004. Eschborn, Germany. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.zietlow.com/docs/PBMMC-GTZ.pdf>.
6. Sultana M., Rahman A., Chowdhury S. An Overview of Issues to Consider Before Introducing Performance-Based Road Maintenance Contracting / М. Sultana, А. Rahman, S. Chowdhury// World Academy of Science, Engineering and Technology 2012. – 62 p. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/47138/78055_1.pdf?sequence=1.
7. Juan Carlos Piñero. A framework for monitoring performance-based road maintenance / Juan Carlos Piñero // December 8, 2003. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-12092003-083115/unrestricted/JuanPinero_PhDDissertation.pdf.
8. Канін О.П. Еволюція розвитку та переваги застосування довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, у дорожній галузі. / О.П.Канін, Н.М.Соколова, А.М.Харченко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/28_2013/496-504.pdf.
9. Abdulla Salem Al-Kathairi, G. 2014. «Performance Based Road Asset Management System, with a case study: Abu Dhabi». Ottawa, Ontario 2014. Carleton University. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://curve.carleton.ca/system/files/etd/dbb982d8-47c9-4038-8b83-50229c4e6a06/etd_pdf/4b17c0fbc48fba429b0e445891834ae5/al-kathairi-performancebasedroadassetmanagementsystem.pdf.
10. Liautaud G. Maintaining Roads: Experience with Output-based Contracts in Argentina. Washington, D.C.: The World Bank. 2004. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://rru.worldbank.org/Documents/Other/09ch4.pdf>.

11. Eric Lancelot «Performance Based Contracts in the Road Sector: Towards Improved Efficiency in the Management of Maintenance and Rehabilitation. Brazil's Experience». March 2010, Washington, D.C. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1227561426235/5611053-1229359963828/TP-31_PBC_Brazil.pdf.
12. MWH NZ Ltd.. Answers to the World Bank Survey on Performance-based Contracting in Selected Countries. Washington, D.C.: The World Bank (Personal Correspondence). 2005.
13. Сессия За: Контракт на содержание дорог, ориентированный на достижение результатов. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.carecprogram.org/uploads/events/2012/PBMC-Training/008_102_209_Performance-Based-Maintenance-Contract-Why-ru.pdf.
14. Про перепідписання контракта на реалізацію пілотного проекту експлуатаційного утримання автомобільної дороги за кінцевим результатом. // Державне агентство автомобільних доріг України: Прес-служба Укравтодору від 15 серпня 2014 р. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.ukravtodor.gov.ua/novini/%D1%81_v-ukravtodoru-perepidpisali-kontrakt-na-realizatsiyu-pilotnogo-proektu-ekspluatatsiinogo-utrimannya-avtomobilnoi-dorogi.html.
15. Контракт контракту рознь. Транспорт России, № 2 (913) от 14 января 2016 г. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.transportrussia.ru/avtomobilnye-dorogi/kontrakt-kontraktu-rozn.html>.
16. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года. Транспортный весник, №11 (5862) за 12 март 2015 г. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://transport-gazeta.by/index.php/article/4524/number/11/12-03-2015/strategiya-innovacionnogo-razvitiya-transportnogo-kompleksa-respubliki-belarus-do-2030-goda>.
17. Перспективы развития автомобильно-дорожной сети Российской Федерации до 2030 г. Транспорт Российской Федерации, № 2 (39) за 15 март 2012 г. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.rotransport.com/themes/7062/>.
18. Zaid Alyami. A Two-Phase Maintenance and Rehabilitation Framework for Pavement Assets under Performance Based Contracts / Zaid Alyami // A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Applied Science in Civil Engineering. Waterloo, Ontario, Canada, 2012.
19. Харченко А.М., Мелешук Т.П. Аналіз світового досвіду впровадження та використання довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках. / А.М. Харченко, Т.П. Мелешук // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – Вип. 93. – К.: НТУ, 2015. – С.138-144.

Рецензенти:

Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.

Безуглий А.О., канд. екон. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewer:

Savenko V.J., Dr.Tech.Sci., professor, National Transport University, the head of department of road construction and maintenance, Kyiv, Ukraine.

Bezuhlyi A.O., Cand.Econom. Sci., "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **18.08.2016 р.**

УДК 65.01

Яценко І.В., канд. екон. наук, Герасименко А.В., Чайчевський В.Д.

УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТНИМИ СТРАТЕГІЯМИ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. У статті висвітлюються проблеми управління конкурентоспроможністю підприємства і конкурентними стратегіями. Обґрунтовуються фактори та принципи, на яких має базуватися формування системи стратегічного управління конкурентоспроможністю підприємства та запропоновано основні напрямки її вдосконалення. Також у статті розглянуто питання формування конкурентних переваг підприємств, визначено основні елементи системи забезпечення конкурентоспроможності підприємств та зв'язки між ними.

Ключові слова: конкурентоспроможність, підприємство, стратегія, управління.

Аннотация. В статье освещаются проблемы управления конкурентоспособностью предприятия и конкурентными стратегиями. Обосновываются факторы и принципы, на которых должно базироваться формирование системы стратегического управления конкурентоспособностью предприятия и предложены основные направления ее совершенствования. Также в статье рассмотрены вопросы формирования конкурентных преимуществ предприятий, определены основные элементы системы обеспечения конкурентоспособности предприятий и связи между ними.

Ключевые слова: конкурентоспособность, предприятие, стратегия, управление.

Abstract. Article highlights management problems enterprises competitiveness and competitive strategies. Substantiated factors and principles which should be based on the formation of strategic management of enterprise competitiveness and proposed main areas for improvement. Also, the article discusses the formation of competitive advantages of enterprises, the main elements of the system ensure the competitiveness of enterprises and the connections between them.

Keywords: competitiveness, enterprise strategy management.

Постановка проблеми. Актуальною проблемою сучасної теорії й практики менеджменту є управління конкурентоспроможністю підприємства.

Ринкові реформи в Україні передбачають структурну перебудову економіки шляхом становлення і розвитку конкурентного середовища. Це може бути досягнуто за умови всебічного розвитку підприємств, посиленні їхньої конкурентоспроможності. Проблеми управління конкурентоспроможністю підприємства привертають усе більше уваги керівництва підприємств, оскільки обсяги реалізації продукції багато в чому залежать від її конкурентноздатності, отже потрібна постійна оцінка товару на відповідність до вимог ринку й економічної обґрунтованості виробництва. Це потребує удосконалювання всієї системи управління підприємством, що включає види діяльності, спрямовані на розвиток і нарощування конкурентних переваг.

У системі стратегічного управління діяльністю підприємств особлива увага приділяється вивченню конкурентних сил, що діють на ринку. Метою ефективного стратегічного управління підприємством є забезпечення протидії конкурентним силам і впливу підприємства на ці сили для того, щоб одержати свободу дій на ринку. Тому робота зі створення і реалізації конкурентних переваг для підприємства сьогодні є найбільш важливою. У результаті підприємство одержить основу для більш правильної орієнтації у ситуаціях на ринку, і можливість прийняття ефективних управлінських рішень.

Міжнародна конкуренція, глобалізація ринків, масштабне проникнення іноземних товарів на український ринок переводять проблему управління конкурентоспроможністю підприємства до числа пріоритетних управлінських завдань, успішне вирішення яких забезпечить виживання і розвиток підприємств у новому середовищі. Відсутність досвіду конкуренції, складна економічна ситуація в державі, невизначеність значної кількості методологічних і прикладних проблем управління конкурентоспроможністю підприємства потребують проведення додаткових досліджень у цій сфері.

Переворот у науковій управлінській практиці останніх кількох років характеризується різкою активізацією нових і не надто нових технологій та філософій менеджменту, що значно вплинули на способи роботи підприємства.

Фактично сьогодні прогрес в управлінській сфері визначається здатністю віддавати і інформацію і прямий контроль [6].

Аналіз останніх досліджень. Відомий англійський економіст А. Маршалл (1842-1924) [9] виділив управління в окремий фактор виробництва

поряд із трьома традиційними - капіталом, працею, землею. І. Ансофф [2] розглядає конкурентоспроможність через конкурентний статус фірми виходячи із співставлення досягнутих і оптимальних показників капіталовкладень. Основоположником управління вважається американський інженер і дослідник Ф. Тейлор (1856-1915) [14]. Запропонована ним раціоналізація праці і відносини на виробництві дозволила докорінно змінити організацію і управління, а, отже, і ефективність виробництва. Ф. Тейлор розглядав управління як «мистецтво знати точно, що слід зробити, як це зробити найкращим і найдешевшим способом» [14].

Теоретичні основи і принципи конкуренції сьогодні досліджуються такими відомими економістами як Ф. Котлер, Й. Шумпетер, М. Портер, І. Герчикова, Г. Азоев, Р. Фатхутдинов, В. Дикай та іншими. Конкуренція пов'язана зі змінами в державах, що займають провідні позиції у світовій економіці, та з економікою самої країни. Жодна країна і жодне підприємство не можуть дозволити собі ігнорувати об'єктивну реальність конкуренції. Але існуючі теоретичні і практичні розробки вітчизняних і закордонних вчених не завжди можна застосувати до діючих умов функціонування українських підприємств. Вони не охоплюють усіх аспектів даної проблеми і вимагають додаткового теоретичного осмислення сутності, функцій системи управління конкурентоспроможністю, практичного опрацювання механізму управління конкурентоспроможністю, а також постійного вивчення складності процесів, що відбуваються як в окремих підприємствах, так і в економіці в цілому.

Невирішена частина загальної проблеми. На сьогоднішній день особливої уваги потребує проблематика стратегічного управління з метою досягнення конкурентоспроможності підприємства.

Серед опублікованих робіт недостатньо досліджене питання щодо вдосконалення стратегії управління конкурентоспроможністю підприємства.

Мета статті. Недостатність висвітлення даної проблеми покладена в основу дослідження, виявлення передумов, тенденцій розвитку в Україні стратегічного управління конкурентоспроможністю підприємства.

Спираючись на знання, накопичені світовою наукою і практикою з урахуванням їхнього розумного застосування до специфіки українських умов, важливо визначити причинно-наслідкові зв'язки й обґрунтувати основні елементи, що складають систему управління конкурентоспроможністю підприємства.

Умови посилення конкуренції на промислових ринках України, а також тенденції росту пін на енергетичні, сировинні і трудові ресурси, викликають потребу безупинного пошуку нових шляхів підвищення конкурентоспроможності промислового виробництва, і включення в стратегію таких підприємств управління процесом формування витрат з цільовою орієнтацією на ціну споживача. Глобалізація бізнесу, швидкі зміни споживчого попиту, скорочення життєвого циклу товарів, зростання вимог працівників до умов праці і якості життя змушують підприємства проводити аналіз і оцінку зовнішнього середовища, прогнозувати зміни в майбутньому. Створення системи управління, яка б підтримувала рівновагу між середовищем, характером і результатами діяльності підприємства, пристосовувалася до них, здобуваючи нові і трансформуючи наявні якості, нарощуючи свої можливості з вироблення і реалізації адекватних ситуаційних рішень, дозволить підприємству одержати конкурентні переваги, від яких залежать економічні показники підприємства.

Виклад основного матеріалу. Існують різні інтегральні підходи до вирішення домінантних проблем управління. Одна з таких проблем — управління конкурентоспроможністю підприємства через конкурентні стратегії. Для вирішення цієї проблеми потрібно сформулювати такі завдання, які дають можливість виявити ключові характеристики конкурентоспроможності підприємства.

Перше завдання, яке виникає на підприємстві, що функціонує в умовах ринку, - це елементарне виживання або здатність оплачувати свої рахунки, тобто забезпечення платоспроможності. Як правило, тут задача вирішується шляхом прийняття екстрених заходів щодо реалізації вже виробленої продукції, проведенням ряду маркетингових заходів: аналізу ринку, асортименту, цінової політики, методів просування.

Після досягнення платоспроможності виникає звичайне завдання досягнення прибутковості діяльності. На цьому етапі маркетингові заходи необхідно доповнити заходами економічними (аналіз витрат на виробництво, аналіз собівартості і ціноутворення) та організаційно-технологічними (аналіз ефективності виробництва, технологічності тощо).

Наступною важливою задачею для менеджменту підприємства є структурування і відповідна до цієї системи характеристика - адаптивність

системи управління. Це означає, що система управління повинна сприяти реалізації стратегічної концепції підприємства [1].

Іншою актуальною проблемою для підприємства стає забезпечення фінансової та управлінської прозорості. Ця характеристика передбачає наявність у підприємства фінансової структури, фінансової політики, яка відповідає міжнародним принципам і стандартам обліку. Забезпечення фінансової та управлінської прозорості досягається також своєчасним та правильним використанням таких інструментів, як фінансовий аналіз, фінансове планування, антикризове управління, страхування тощо.

Ще одне завдання, яке ставить перед собою підприємство, - забезпечення інвестиційної привабливості підприємства. Вирішення цієї задачі дозволить підприємству збільшити свою капіталізацію і, як наслідок, підвищити вартість капіталу, вкладеного власниками [12].

Не менш важливою проблемою для підприємств є встановлення обґрунтованих ставок податку на додану вартість, акцизного збору та мита, які є видами непрямих податків. Ці податки спричиняють різке зростання ціни на продукцію і, тим самим, знижують її конкурентоспроможність. Підприємства опиняються у вкрай не вигідному становищі.

Для того, щоб зберегти і зміцнити свої позиції на ринку, підприємству необхідно не лише підтримувати високу конкурентоспроможність, але й постійно її підвищувати, оскільки конкуренти не «сплять».

Забезпечення конкурентоспроможності підприємства необхідно розглядати як одне з найважливіших стратегічних завдань, а фінансовий стан і особливо фінансову стійкість підприємств — як засіб управління конкурентоспроможністю підприємства на перспективу [12]. Адже управління конкурентоспроможністю підприємства — це цілеспрямований вплив на фактори та умови, що її формують.

Особливості побудови і функціонування системи стратегічного управління конкурентоспроможністю підприємства залежить від взаємодії основних сил конкуренції в даній сфері бізнесу, стадії життєвого циклу підприємства, можливості забезпечення гнучкості робочої системи [3].

Успіх у будь-якій підприємницькій діяльності багато в чому визначається вірно обраною стратегією управління підприємством, що є складовим елементом менеджменту в закордонному бізнесі. Вибір стратегії, в свою чергу, залежить від декількох факторів: яким обсягом потенціалу володіє

підприємство; наскільки високий рівень конкурентоспроможності підприємства; яка його частка на ринку і яким воно було лідером, суперником або аутсайдером; яку мету підприємство ставить перед собою - зміцнити лідерство, вийти в лідери, закріпитися в «серединці» або уникнути банкрутства. Залежно від поставлених цілей підприємство обирає ту або іншу стратегію поведінки на ринку.

Таким чином, управління підприємством в умовах ринку зводиться, власне кажучи, до керування його конкурентоспроможністю (до оцінки й аналізу факторів, які підвищують або знижують конкурентоспроможність підприємства, вибору і реалізації відповідної стратегії і тактики для досягнення тієї або іншої мети) [13].

Формування стратегічної системи управління конкурентоспроможністю підприємства передбачає розробку і реалізацію відповідних заходів як на рівні держави, так і на рівні окремих підприємств.

1. На державному рівні — з позицій забезпечення умов для розвитку сприятливого конкурентного середовища:

- а) це вдосконалення, а в окремих сферах діяльності — створення нормативної бази управління конкурентоспроможності підприємства, забезпечення стабільності вимог нормативних документів на всіх рівнях управління;
- б) формування ефективної конкурентної політики, постійна адаптація до світових стандартних вимог;
- в) створення сприятливого інвестиційного клімату й умов для ефективного залучення інвестицій, в першу чергу, вітчизняних, що дасть можливість розпочати ліквідацію інвестиційної кризи;
- г) розвиток приватизаційних процесів, у тому числі з виходом на міжнародні ринки капіталу, вирішення проблеми приватизації стратегічних галузей за гроші, а також продажу об'єктів приватизації разом із земельними ділянками, сприяння процесам реструктуризації та диверсифікації виробництва;
- г) зниження вхідних бар'єрів, пов'язаних із започаткуванням і функціонуванням суб'єктів підприємства;
- д) вирішення проблеми амністії певної частини тіньового ринку, боротьба з корупцією, злочинністю та несумлінною конкуренцією;
- е) стимулювання інноваційної діяльності в напрямку розробки продукції орієнтованої не лише на споживача (тобто маркетинговий підхід), але й на цілісність соціально-економічного та природного середовища;

є) сприяння формуванню системи моніторингу зовнішнього середовища підприємства, а також інформаційних банків з метою розвитку і реалізації ідей стратегічного менеджменту.

2. На рівні підприємства.

Основним напрямком формування і вдосконалення системи управління конкурентоспроможністю підприємства повинен стати акцент на стратегічних пріоритетах системи менеджменту, оскільки саме тут забезпечується розробка і реалізація перспективних конкурентних переваг.

Утрата більшістю підприємств своєї конкурентоспроможності свідчить про відсутність у них досвіду формування конкурентних стратегій.

Стратегічне управління конкурентоспроможністю підприємства можна уявити як складну конструкцію його елементів, які характеризуються принципами, етапами, методами оцінки та прогнозування, видами стратегій.

Стратегічне управління конкурентоспроможністю підприємства можна поділити на такі організаційні етапи:

1) стратегічний моніторинг. Інформація повинна відображати суперечливість економічного середовища, альтернативність тенденцій, протиріччя системи, економічних інтересів, ділових партнерів та конкурентів;

2) врахування зовнішнього середовища. Етап передбачає оцінку нестабільності зовнішнього середовища, оцінку фактичного стану та його стратегічний аналіз для прогнозування на довготермінову перспективу. При цьому відбувається відхід від традиційних методів екстраполяції до методів математичного чи імітаційного моделювання, а також експертних оцінок. Якщо дослідження зовнішнього середовища базується на системному підході, то вивчення внутрішніх можливостей - на методі ситуаційного аналізу;

3) мета ситуаційного аналізу. На цьому етапі необхідно дати інтегральну оцінку фактичному стану потенціалу підприємства. Економічна діагностика слугує основою для подальшої стратегічної діагностики можливостей підприємства, його самовизначеності та меж впливу на існуючих конкурентів. З урахуванням результатів зовнішніх і внутрішніх досліджень, розробляється система дій, зорієнтованих на конкретну ринкову ситуацію. Залежно, від характеру ринкового середовища перевага може бути віддана діловій стратегії, товарній або маркетинговій [8].

Систему забезпечення конкурентоспроможності підприємства можна представити таким чином (див. рис. 1).

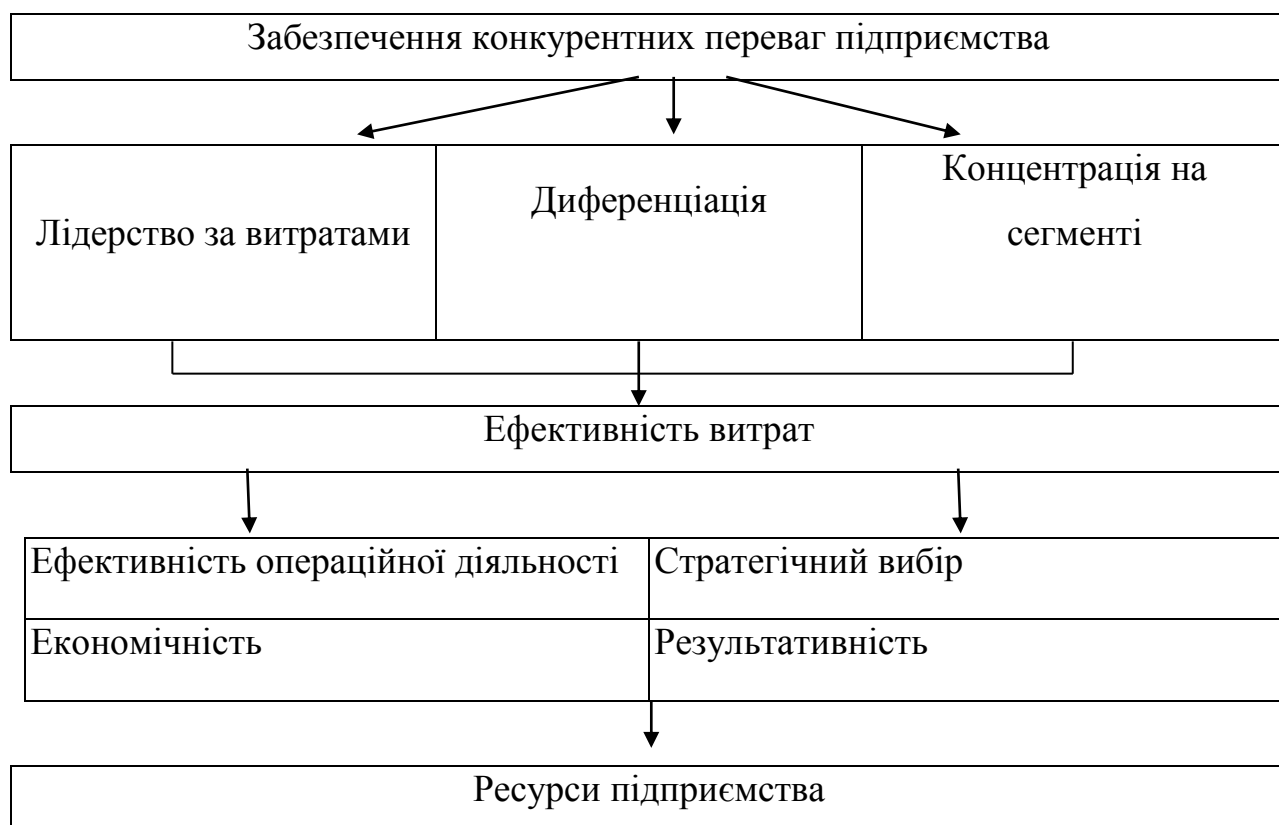


Рисунок 1 — Забезпечення конкурентних переваг підприємства

Уся діяльність підприємства, усі його дії утворюють фундамент конкурентних переваг. Іншими словами, переваги чи недоліки підприємства визначаються усіма видами діяльності підприємства в цілому, а не окремими з них. Конкурентні переваги з'являються тоді, коли підприємство виконує необхідні дії з меншими витратами, аніж конкуренти, або виконує ці дії оригінальними способами, що створюють нецінову споживчу цінність. Конкурентні переваги у видах діяльності є наслідком ефективності операційної діяльності і конкурентної стратегії, визначаючи тим самим, економічність і результативність дій підприємства в цілому. Ефективність операційної діяльності пов'язана з використанням найбільш економічно ефективних факторів виробництва, застосуванням передових методів управління тощо. Тобто внутрішнє середовище є тим потенціалом, який підприємство використовує для нарощування і збереження конкурентних переваг. Результативність відноситься до здійснення стратегічного курсу, та визначає ступінь дій, їхню спрямованість, взаємозв'язок і погодженість, що враховує потреби певних груп споживачів і можливість пристосувати до них свої дії. Саме споживачі, оцінюючи цінові якісні характеристики продукції різних виробників,

визначають їхню відповідність своїм вимогам, явленням і можливостям. Підприємства прагнуть конкурентних переваг, знаходячи нові засоби конкуренції у своїй галузі і виходячи з ними на ринок. Будь-яке нововведення що дає підприємству реальне збільшення його успіху на ринку, — це конкурентна перевага. Нововведення в широкому розумінні включає і поліпшення технології, і удосконалювання способів і методів ведення бізнесу.

Висновки та пропозиції

Слід зазначити, що стратегічна система управління може істотно впливати на ефективність діяльності підприємства лише тоді, коли її належним чином адаптовано до ринкових умов господарювання.

Багато підприємств ставлять для себе стратегічну мсту — стати конкурентоспроможною компанією, тобто мати реальні конкурентні переваги та можливість управляти ними. Досягнення цієї мети погребує визначення напрямків підвищення конкурентоспроможності підприємства. Тому що конкурентоспроможність підприємства являє собою комплексну характеристику підприємства, що відрізняє потенціал даного підприємства від конкурента ефективністю його виробничо-господарської діяльності, було розроблено схему зв'язків між основними елементами системи забезпечення конкурентних переваг підприємства. Аналізуючи зв'язки «конкурентні переваги» — «ефективність витрат» — «ресурси підприємства» менеджери підприємства будуть мати можливість оцінити ефективність розподілу ресурсів підприємства по напрямках діяльності за умови ефективного їх використання, встановити окремі закономірності та особливості функціонування підрозділів на кожному з етапів ведення операційної діяльності, а це, в свою чергу, надасть змогу керівництву визначити економічність і результативність дій підприємства в цілому на кожному з етапів реалізації конкурентної стратегії. Основні напрями вдосконалення механізму управління конкурентоспроможністю підприємства:

- вдосконалення структури управління виробництвом;
- поліпшення управління виробничими ресурсами;
- вдосконалення механізмів оптимально-максимальної реалізації конкурентоспроможної продукції;
- вдосконалення нормативної та правової бази інвестиційного процесу;
- вдосконалення попиту;
- вдосконалення управління науково-технічним прогресом і якістю продукції;

- поліпшення системи планування як основної ланки управління підприємством;
- корегування процесів управління;
- стратегічний моніторинг;
- конкретизація місії підприємства на основні виявлення та узгодження інтересів учасників бізнесу [3].

Ми зробили лише невеликий огляд розробок із зазначеного питання, але й це дає змогу зробити висновок, що при вирішенні проблем стратегічного управління конкурентоспроможністю підприємства слід розглядати різні теоретичні підходи і напрямки дослідження, оскільки частка істини є майже в кожній з наведених теорій.

Література

1. Азоев Г.Л. Конкуренция: анализ, стратегия и практика. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2006.
2. Аїісофф Й. Новая корпоративная стратегия / Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Хаптуревского. — СПб.: Питер, 2009.
3. Бойчик І.М. Економіка підприємства: Навч. посібник. — К.: Атака, 2014.
4. Василенко В.А., Ткаченко Т.І. Стратегічне управління: Навч. посібник. — К.: ЦУЛ, 2013.
5. Герчикова И.Н. Менеджмент. — М: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2007.

Рецензенти:

Угненко Є.Б., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:

Uhnenko E.B., Dr. Tech. Sci., Kharkov National Automobile and Highway University.

Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **15.07.2016 р.**

ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ

УДК 556.16:519.6

Артеменко В.А., Петрович В.В., канд. техн. наук,

МЕТОД АНАЛИЗА СИНХРОННОСТИ КОЛЕБАНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК

Анотація. В роботі розглянутий сучасний метод вейвлет-анализу природних рядів – WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS. Метод дозволяє отримувати числові характеристики миттєвого ступеня узгоджуваності для двох часових рядів (міру миттєвої кросс-кореляції рядів). Можливості методу проілюстровані на прикладі оцінки синхронності коливань гідрологічного режиму річок-аналогів.

Ключові слова: природний часовий ряд, вейвлет-анализ подоби рядів, миттєвий ступінь синхронності коливань гідрологічного режиму річок.

Аннотация. В работе рассмотрен современный метод вейвлет-анализа природных рядов – WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS. Метод позволяет получать числовые характеристики мгновенной степени согласованности для двух временных рядов (меру мгновенной кросс-корреляции рядов). Возможности метода проиллюстрированы на примере оценки синхронности колебаний гидрологического режима рек-аналогов.

Ключевые слова: природный временной ряд, вейвлет-анализ подобия рядов, мгновенная степень синхронности колебаний гидрологического режима рек.

Annotation. New method of the analysis of natural time series is considered in this article: it is a – WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS. This method allows to get the measure instant cross – correlation for two time series. The possibilities of the method are demonstrated on example of hydrological time series.

Key words: natural time series, semblance wavelet analysis of time series, instnt degree to simultaneity of hydrological time series.

Общие положения

Исследование закономерностей колебаний речного стока во времени и пространстве представляет собой важную задачу, решение которой во многом способствует совершенствованию практики гидрологических расчетов [1, 2].

При недостаточности данных наблюдений для оценки расчетных гидрологических характеристик, районировании территории по синхронности колебаний стока рек, восстановлении сверхбольших пропусков в гидрологических рядах и других задачах могут использоваться данные по рекам – аналогам [3-5], что требует совместного учета соответствующих временных рядов.

При этом обычно подразумевается, что сравнение таких рядов проводится на всем рассматриваемом временном интервале при одинаковой их дискретизации и предобработке.

Однако очевидно, что поведение анализируемых рек даже при достаточной согласованности может содержать существенные элементы индивидуальности. Так, реки с небольшими расходами проявляют значительную чувствительность к атмосферным осадкам [6].

Если в дальнейшем в течении длительного промежутка времени на водосборе одной из рек будут иметь место повышенные осадки, в результате можно получить рассогласование в поведении расходов сравниваемых рек.

В этой связи для решения задачи совместного учета колебаний расходов или уровней рек авторами ранее был предложен метод, позволяющий измерять коэффициент линейной корреляции во временном окне, одновременно применяемым для двух гидрологических рядов.

Такой оконный линейный коэффициент корреляции программно реализуется легко, экономичен к памяти, способен обрабатывать ряды большой длины даже на персональных ЭВМ.

Однако, как показала наша практика, метод имеет и определенные недостатки.

Для адекватной работы этого метода требуется достаточная ширина временного окна (окно должно захватывать несколько десятков или даже сотен измеренных значений).

В нашем случае такой метод анализа не позволит в полной мере получать локализованные по времени значения корреляции между двумя соответствующими рядами.

Как известно, для обработки, анализа и прогнозирования различных природных временных рядов широко используется Фурье-анализ [7, 8].

Поскольку временные природные ряды имеют сложную структуру, Фурье-спектр таких рядов обычно представляет собой трудно интерпретируемую смесь различных гармоник (монохроматических волн). То есть Фурье-анализ применяется прежде всего для исследований глобальных особенностей временных рядов.

Широко используемое в настоящее время вейвлет-преобразование наиболее приспособлено именно для анализа временных рядов, содержащих мультимасштабные нестационарности по различным частотам и позволяет исследовать переходные явления и сингулярности, фильтровать и сжимать сигналы [9, 10].

В этой связи вейвлет-преобразование наиболее подходит для анализа фрактальных временных рядов.

Вейвлет-анализ является эффективным инструментом для оценки локальных особенностей природных временных рядов. Исследуемый сигнал при этом рассматривается во временно-частотной области, что позволяет оценить изменение мод сигнала во времени.

В работе [11] была сделана попытка применить методы вейвлетанализа для решения некоторых гидравлических задач.

На вейвлетном анализе также основывается относительно новый метод нахождения подобия двух сигналов – WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS.

В статье рассматриваются основы данного метода, позволяющие получать числовые характеристики мгновенной степени согласованности для двух различных рядов (меру мгновенной кросс-корреляции рядов).

Основа метода WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS.

Далее рассмотрим наиболее удачную реализацию данного метода.

В этом случае схожесть/подобие (semblance) есть косинус разницы между фазовыми углами двух временных рядов на каждой частоте F (фазовые углы следует понимать в смысле Фурье-фазовых углов).

При этом схожесть S может принимать значения из диапазона $-1 \dots +1$. Значение $+1$ подразумевает полную корреляцию фаз, значение "ноль" – отсутствие какой-либо фазовой корреляции, значение -1 есть полная антикорреляция фаз.

Кросс-вейвлетное преобразование между двумя рядами определяется соотношением

$$CWT_{1,2} = CWT_1 * CWT_2, \quad (1)$$

где CWT_1 и CWT_2 – непрерывные вейвлет-преобразования для ряда 1 и ряда 2.

Кросс-вейвлетное преобразование есть комплексная величина, имеющая амплитуду

$$A = CWT_{1,2} \quad (2)$$

и, соответственно, мгновенную (локальную) фазу

$$\Psi = \text{ATAN}(\text{IM}(CWT_{1,2}), \text{RE}(CWT_{1,2})). \quad (3)$$

При этом схожесть определяется как

$$S = \cos^N(\Psi), \quad (4)$$

где N – нечетное целое положительное число. Заметим, что чаще всего используют значение $N=1$.

Тогда получаем

$$S = \cos(\Psi). \quad (5)$$

В таком виде метод обычно рассматривается в литературе [12, 13].

Программу для демонстрации метода WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS на языке программирования MATLAB разработал G.R.J. Cooper.

Эту бесплатную программу SEMBLANCE.M можно найти в Интернете.

Поскольку исходная программа есть только демонстрация метода, авторы статьи внесли в неё существенные дополнения с точки зрения анализа реальных природных рядов.

Усовершенствование программы было выполнено по следующему плану.

1 :

Проверка на корректность входных аргументов

T ; S1 ; S2 ; SCALES.

2 :

T = T(:);

S1 = S1(:);

S2 = S2(:);

3 :

Проверка на то, что длины вертикальных векторов

T ; S1 ; S2 одинаковы.

4 :

L = length(T);

if SCALES > L

return

end

Реально при исследованиях использовано условие :

SCALES = round(L ./ 4);

Также требуется выполнение условия :

SCALES >= 16

5 :

M1 = mean(S1);

M2 = mean(S2);

6 :

S1 = S1 - M1;

S2 = S2 - M2;

7 :

C1 = cwt(S1 , 1 : SCALES' , cmor1-1');

C2 = cwt(S2 , 1 : SCALES' , cmor1-1');

Заметим, что C1 и C2 - матрицы с комплексными элементами,
соответственно (SCALES X L) каждая.

8 :

CTC = C1 .* conj(C2);

CTC - амплитуда кросс - вейвлетного преобразования.

9 :

SPT = atan2(imag(CTC) , real(CTC));

10 :

CC = cos (SPT);

CC - это и есть SEMBLANCE, матрица с действительными
элементами и размерами (SCALES X L).

11 :

CCC = mean(CC);

CCC = CCC(:);

Усовершенствование, которое в значительной степени
облегчает интерпретацию полученных результатов.

Получаем в результате удобный для интерпретации

SEMBLANCE - VECTOR CCC.

12 :

CCCC = mean(CCC);

Получаем SEMBLANCE - SCALAR.

Результат по смыслу соответствует тому, что получается при нахождении линейного коэффициента корреляции между двумя рядами.

13 :

S1 = S1 + M1;

S2 = S2 + M2;

Тем самым возвращаем S1 и S2 к изначальному виду.

14 :

Далее можно строить различные графики.

Отметим, что построение `cwt( )` для ряда 1 (S1) и для ряда 2 (S2) требует применение команд типа `imagesc( real( C1 ) )` и `imagesc( real( C2 ) )`, то есть не следует забывать, что C1 и C2 есть матрицы с комплексными значениями.

15 :

На этом всё.

Практическое применение метода было реализовано при анализе совместного поведения различных природных временных рядов (гидрологических, гидрохимических, гидроэкологических и др.).

Полученные данные свидетельствуют о том, что данный метод является эффективным универсальным инструментом обработки временных рядов различной природы.

Оценка синхронности колебаний гидрологического режима рек-аналогов.

Рассмотрим в качестве примера поведение четырех рек с существенно различными расходами воды, м³/с, принадлежащими одному бассейну:

- река А;
- река В;
- река С;
- река D.

Для анализа гидрологического режима использованы среднемесячные расходы воды в этих реках за период 1960...2009 годы.

Вычисленный линейный коэффициент корреляции между различными парами анализируемых рядов на всем временном интервале 50 лет приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Численные значения линейного коэффициента корреляции и величины SEMBLANCE - SCALAR для 50-летнего временного интервала

Анализируемая пара рек	Линейный коэффициент корреляции	Величина Semblance - Scalar
река А/река В	0,9142	0,7227
река А/река С	0,7209	0,4891
река А/река D	0,8769	0,5312
река В/река С	0,8242	0,6531
река В/река D	0,8922	0,6372
река С/река D	0,7778	0,6415

Однако поскольку линейный коэффициент корреляции определялся на всем временном интервале, ничего о схожести в поведении рек для конкретного сегмента внутри данного интервала мы сказать не можем.

Вместе с тем, весь временной интервал достаточно велик. В этой связи на некоторых его участках поведение рядов может быть весьма согласованным, а на некоторых участках значительно различаться (быть рассогласованным).

Рассмотренный в статье метод как раз и позволяет детализировать во времени совместное поведение пар различных рек.

На рис. 1 представлены некоторые из анализируемых гидрологических рядов – река А (DATA 1) и река В (DATA 2). Линейный коэффициент корреляции для них имеет наибольшее значение из всех анализируемых пар рек (см. таблицу 1).

Для рек А/С имеем наименьшее значение коэффициента корреляции.

Также на рис. 1 приведен SEMBLANCE - VECTOR, характеризующий мгновенную меру схожести между этими гидрологическими рядами (см. пункт 11 усовершенствований, введенных нами в исходную демонстрационную программу).

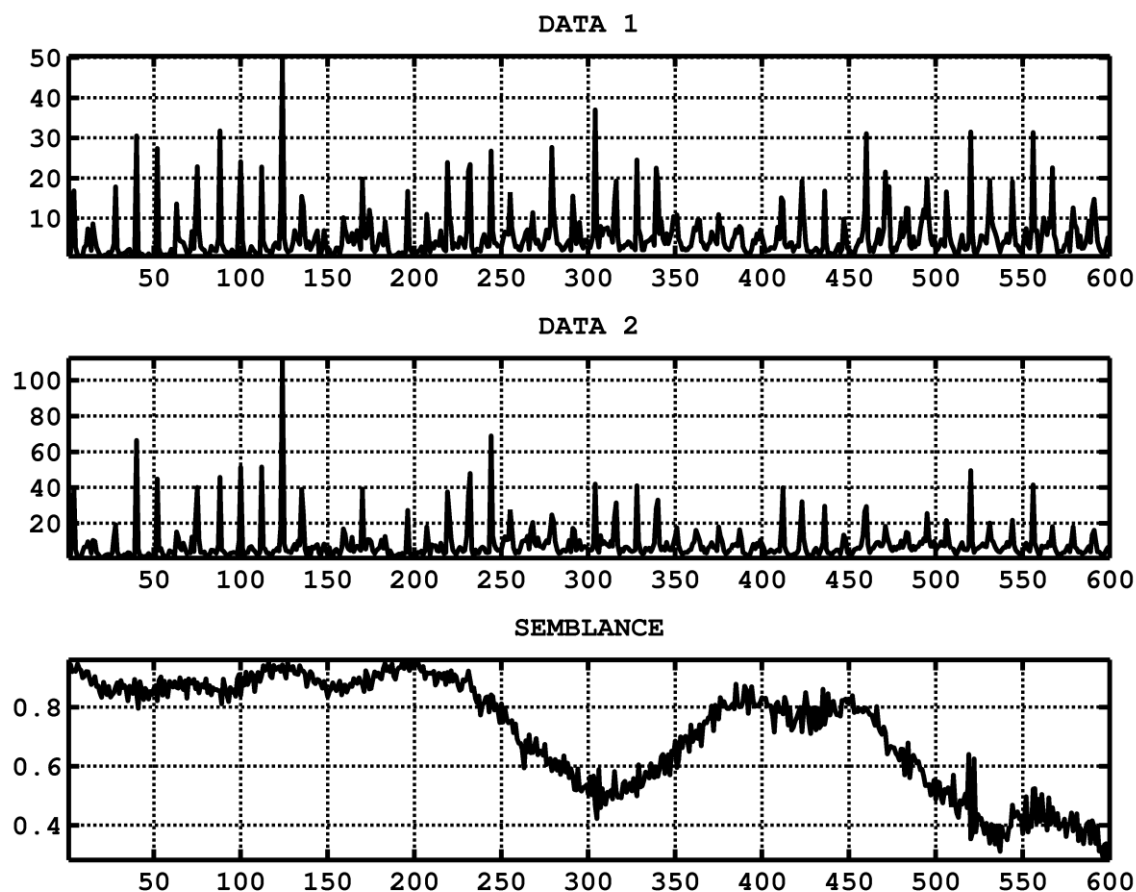


Рисунок 1 – Гидрологические ряды реки А и реки В и значение Semblance – Vector (Scales=150).

Как видно из нижнего графика, на протяжении примерно 200 месяцев аналогичность в поведении двух рек очень велика. На участке примерно от 200 до 300 месяцев происходит уже значительное уменьшение в их согласованности (когерентности), а на 300-м месяце наблюдается минимум согласованности. Далее, на участке 300...380 месяцев вновь происходит существенное улучшение в согласованности поведения среднемесячных расходов этих рек, и так далее.

На рис. 2 приведены для сравнения полученные вейвлет-спектры для реки А и реки В, а также значение SEMBLANCE - MATRIX, по которым можно оценить мгновенную степень согласования на различных длинах волн.

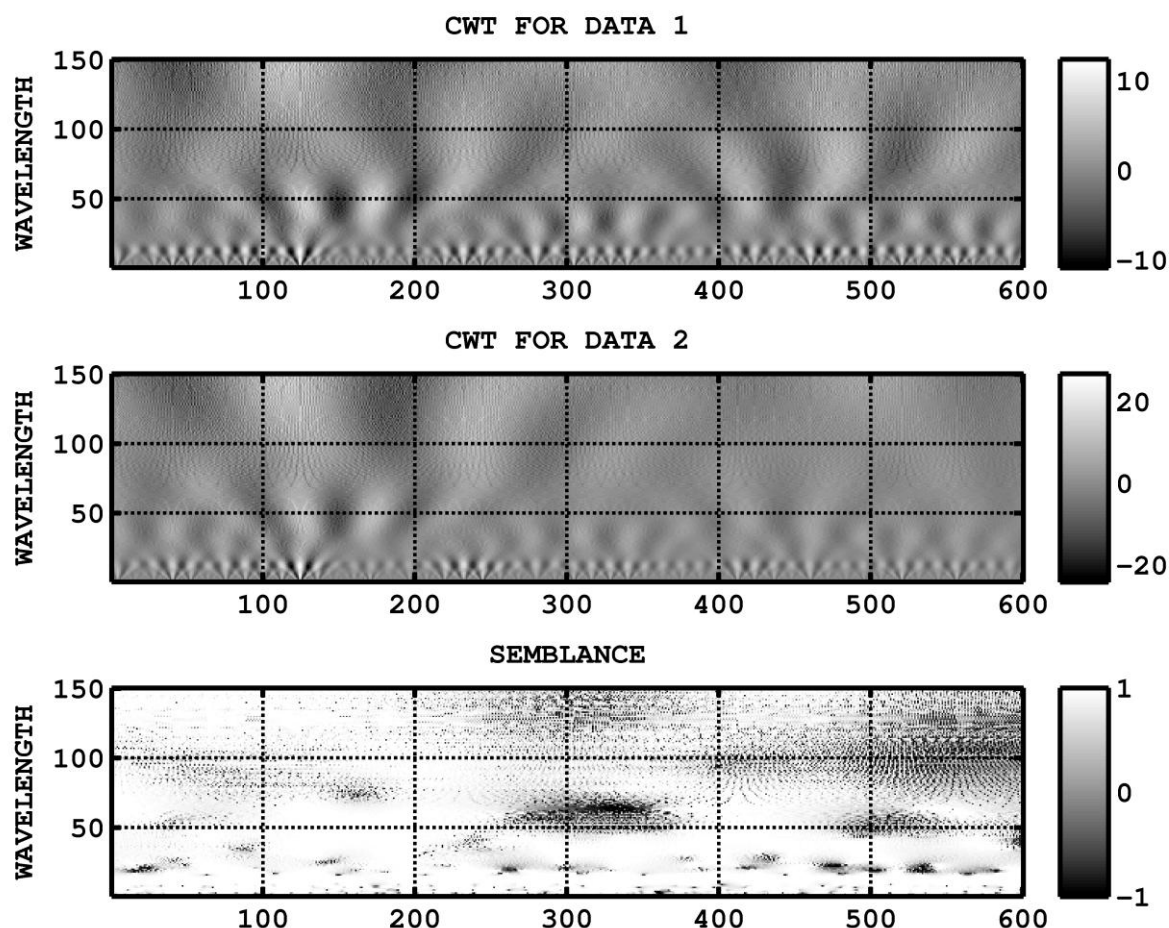


Рисунок 2 – Вейвлет - спектры реки А и реки В и значение Semblance – Matrix этих рядов.

Заметим, что обычно вейвлет – преобразования принято представлять в цвете. Однако в данном случае было использовано черно-белое представление результатов, которое оказалось более информативным.

Очевидно, что информация, полученная в результате вычислений согласно программы SEMBLANCE.M (см. рис. 2), воспринимается значительно труднее, чем проведенные нами вычисления (с последующей визуализацией) значений SEMBLANCE – VECTOR (рис. 1).

^{*)} Следует учесть, что среднее арифметическое по столбцам SEMBLANCE – MATRIX есть SEMBLANCE – VECTOR, а среднее арифметическое для SEMBLANCE – VECTOR – это SEMBLANCE – SCALAR. С другой стороны, SEMBLANCE – SCALAR есть также среднее арифметическое по всем элементам SEMBLANCE – MATRIX.

Кроме того, предложено вычислять значения SEMBLANCE – SCALAR (см. пункт 12), который по смыслу является аналогом линейного коэффициента корреляции.

В таблице 1 приведены значения величины SEMBLANCE – SCALAR. *)

Как видно, между собой величины линейного коэффициента корреляции и SEMBLANCE – SCALAR простыми линейными соотношениями не связаны.

Анализ графиков для всех исследуемых пар рек, и особенно графиков для SEMBLANCE – VECTOR, показал, что для первых 16 лет (с 1960 и по 1975 годы) из рассмотренного 50-летнего промежутка времени практически во всех случаях наблюдается наиболее согласованное поведение в расходах (см., например, рис.1 и рис. 3, а также рис.2 и рис. 4).

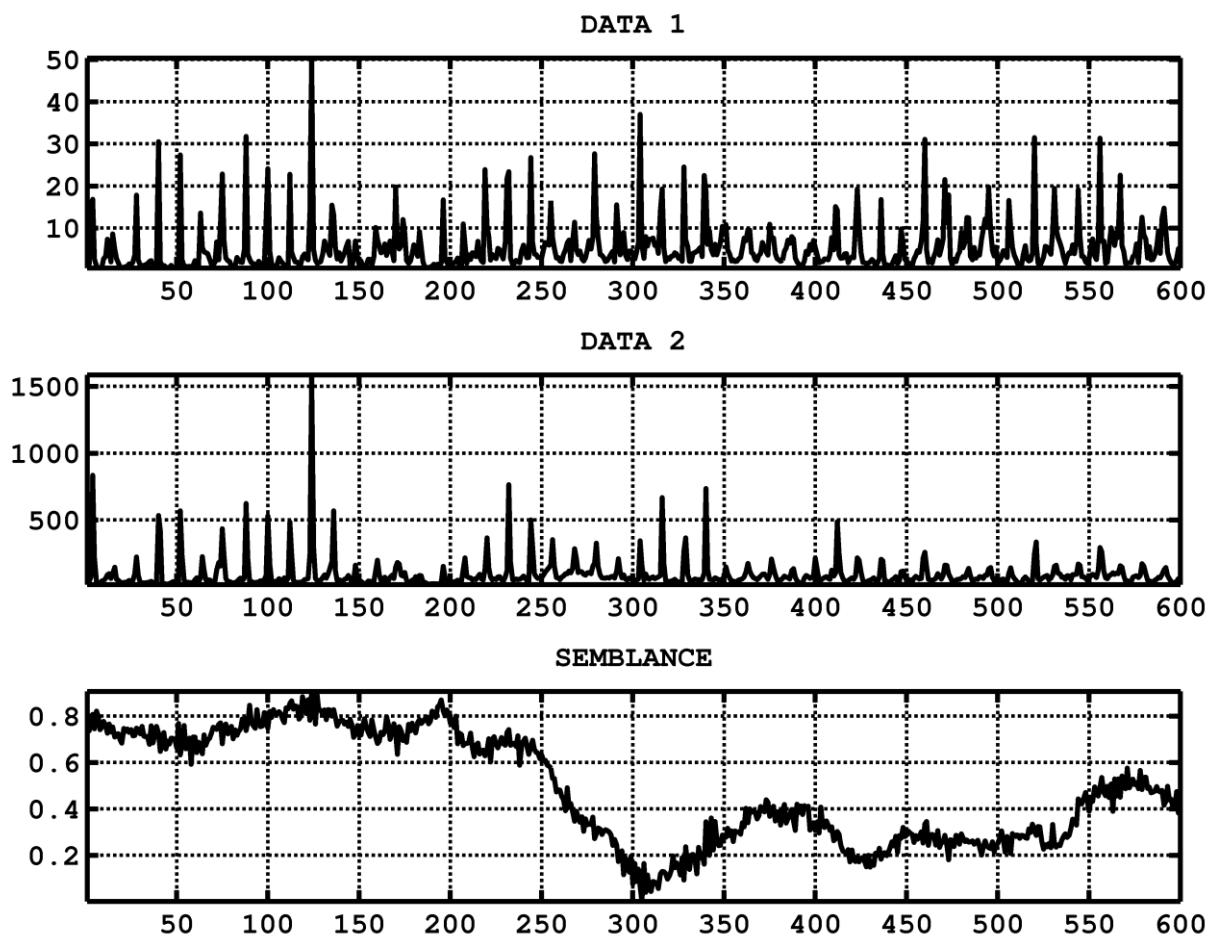


Рисунок 3 – Гидрологические ряды реки А и реки С и значение Semblance – Vector (Scales=150).

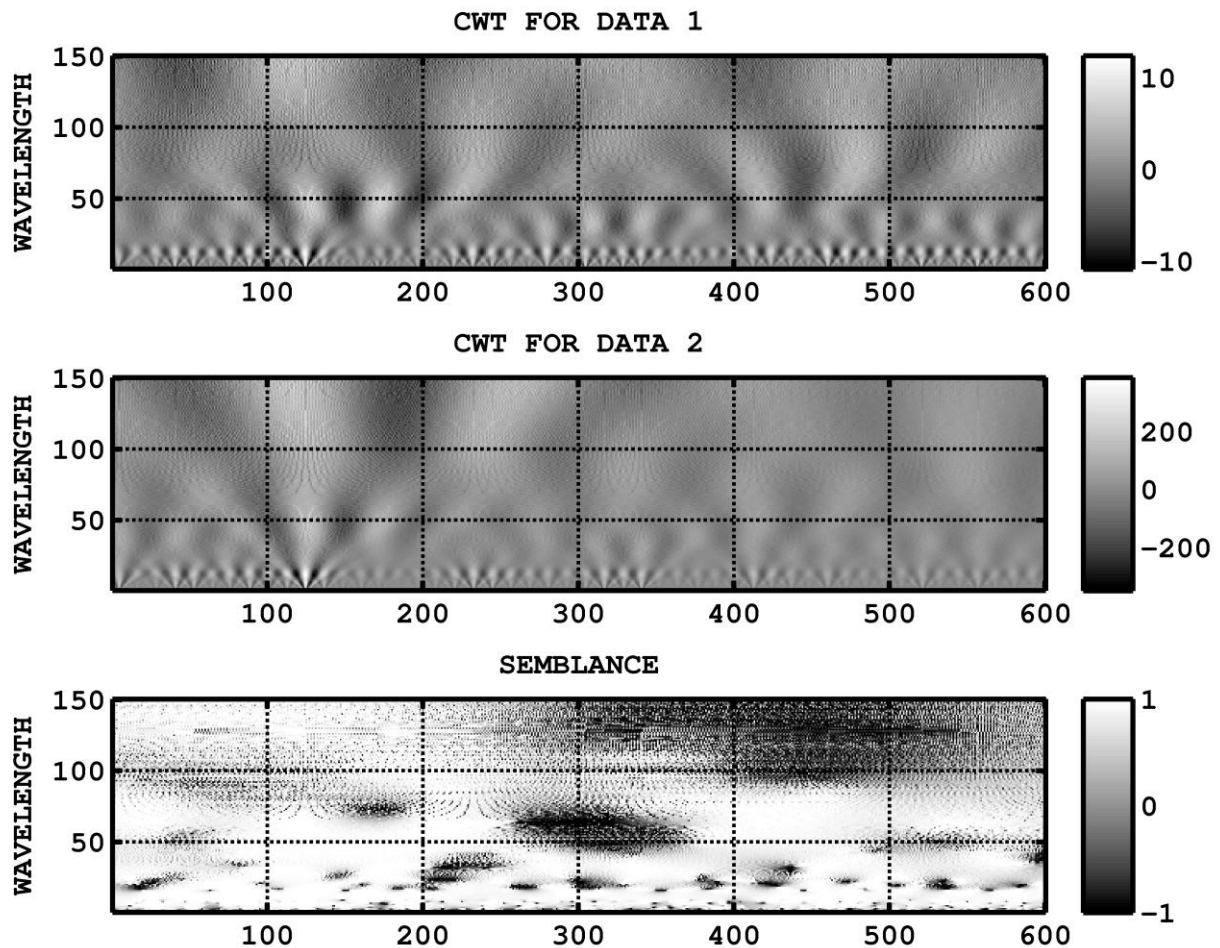


Рисунок 4 – Вейвлет - спектры реки А и реки С и значение Semblance – Matrix этих рядов.

Для этого временного сегмента линейные коэффициенты корреляции и величины SEMBLANCE – SCALAR будут иметь наибольшие значения (таблица 2).

Таблица 2 – Численные значения линейного коэффициента корреляции и величины SEMBLANCE - SCALAR для первого 16-летнего временного сегмента

Анализируемая пара рек	Линейный коэффициент корреляции	Величина Semblance - Scalar
река А/река В	0,9605	0,9101
река А/река С	0,8528	0,8339
река А/река D	0,9344	0,7830
река В/река С	0,8925	0,8780
река В/река D	0,9447	0,7918
река С/река D	0,8630	0,7334

Временной сегмент с наилучшей корреляцией между анализируемыми парами рек удалось обнаружить только с помощью рассмотренного в работе метода анализа.

Метод позволяет наиболее полно оценить степень мгновенной синхронности в поведении любых пар рек.

Выводы

1. Подробно рассмотрен метод WAVELET-BASED SEMBLANCE ANALYSIS, позволяющий оценить мгновенную синхронность в поведении двух временных рядов.

2. Приведены существенные дополнения к исходной демонстрационной программе, позволяющие проводить совместный анализ природных временных рядов.

3. Продемонстрировано применение усовершенствованной программы и выполнен анализ результатов расчетов при оценке мгновенной синхронности в поведении расходов воды двух рек одного бассейна.

Литература

1. Раткович Д.Я. Многолетние колебания речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 255 с.
2. Дружинин И.П. Динамика многолетних колебаний речного стока/ И.П. Дружинин, Р.В. Смага, А.Н. Шевнин. – М.: Наука, 1991. – 174 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
4. Лобода Н.С. Синхронность колебаний годового стока рек Украины./ Метеорологія, кліматологія та гідрологія, вип. 43. – Одеса, ОдГМІ, 2001. – С.250-257.
5. Артёменко В.А. Метод восстановления сверхбольших пропусков в гидрологических временных рядах/ В.А. Артёменко, В.В. Петрович// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. 93. – К.: Вид-во Націон. трансп. ун-ту, 2015. – С. 150-156.
6. Коваленко В.В. Гидрологическое обеспечение надежности строительных проектов при изменении климата. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 100 с.
7. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
8. Петрович В.В. Прогнозування погодно-кліматичних умов методом спектрального аналізу/ В.В. Петрович, В.А. Артеменко// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. 79. – К.: Вид-во Націон. трансп. ун-ту, 2010. – С. 37-49.
9. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 400 с.
10. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс. – 2005. – 304 с.
11. Любушин А.А. Вейвлет-анализ многолетних колебаний гидрологического режима рек бассейна Волги, Дона и Днепра/ А.А. Любушин, М.В. Болгов, М.В. Максютова. – Сб. "Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе". Труды международной научной конференции. – М.: 19-20 окт. 2006 г. – С.97-100.
12. Grinsted A., Moore J.C., Jevrejeva S. Application of the cross wavelet transform and walelet coherence to geophysical time series. – Nonlinear Processes in Geophysics, 2004, 11. – P. 561-566.
13. Cooper G.R.J., Cowan D.R. Comparing time series using wavelet – based semblance analysis. – Computers and Geosciences, 2008, 34. – P. 95-102.

Рецензенти:

Кузло М.Т., д-р техн. наук, Національний університет водного господарства та природокористування.
Ткачук С.Г., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Kuzlo M.T., Dr. Tech. Sci., National University of Water and Environmental Engineering.
Tkachuk S.H., Dr. Tech. Sci.,), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: 27.07.2016 р.

УДК 625.7/.8

Онищенко А.М., канд. техн. наук.

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ КОЛІЄУТВОРЕННЯ В АСФАЛЬТОБЕТОННОМУ ПОКРИТТІ НА АВТОДОРОЖНІХ МОСТАХ

Анотація. В статті наведено методологію розрахунку колієутворення в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах. В даній роботі запропоновано три методи, а саме: прогнозування колії в покритті, прогнозування температурних полів в асфальтобетонному покритті з урахуванням інтенсивності руху транспортних засобів; визначення надійності асфальтобетонного покриття на основі теорії ймовірності.

Ключові слова: колієутворення, температура, асфальтобетонне покриття, автодорожній міст, теорії ймовірності.

Аннотация. В статье приведены методология расчета колеи в асфальтобетонном покрытии на автодорожных мостах. В данной работе предложено три метода, а именно: прогнозирование колеи в покрытии, прогнозирования температурных полей в асфальтобетонном покрытии с учетом интенсивности движения транспортных средств; определения надежности асфальтобетонного покрытия на основе теории вероятности.

Ключевые слова: колеи, температура, асфальтобетонное покрытие, автодорожный мост, теории вероятности.

Abstract. In the article the methodology for calculating rutting in asphalt pavement on road bridges. In this methodology proposed three methods, namely forecasting gauge in the coating, predicting temperature fields in asphalt pavement considering traffic vehicles; determine the reliability of asphalt pavement based on the theory of probability.

Keywords: rutting, temperature, asphalt pavement, road bridge, the theory of probability.

Вступ

На автодорожніх мостах України та багатьох зарубіжних країн світу в останні роки з'явилися проблеми суттєвого утворення колійності на асфальтобетонному покритті при підвищених аномальних температурах та більш інтенсивного навантаження від транспорту за рахунок: збільшення загальної маси транспортних засобів, збільшення тиску на асфальтобетонне покриття від пневматиків, збільшення кількості осей великовантажних транспортних засобів та збільшення інтенсивності їх руху і долі у транспортних потоках. Раніше вважалось, що утворення колії на проїзній частині характерна тільки для автомобільних доріг, а на мостах із-за жорсткої основи під покриттям такого явища не повинно бути. Але в останні роки із збільшенням інтенсивності і швидкості руху транспортних засобів на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів почала з'являтися інтенсивно колія, глибина якої може досягати 50 – 80 мм при загальній товщині покриття 70 – 110 мм. Результатом такої проблеми є те, що різко скорочується строк служби покриття, але і погіршуються показники безпеки руху. Таким чином, колієутворення в асфальтобетонному покритті є актуальною проблемою сьогоденної практики у дорожньому будівництві. Однак комплексну оцінку колійності при комбінованому застосуванні різних заходів, що регулюють склад асфальтобетону, технологію його виготовлення та влаштування, параметри асфальтобетонного покриття з жорсткою основою та характеру зчеплення між шарами в залежності, від параметрів транспортного та кліматичного факторів, вивчено недостатньо. Тому саме сьогодні потрібно розробити математичну модель та метод колієутворення в асфальтобетонному на мостах для прогнозування строку служби покриття за критеріями: за сумарною залишковою деформацією у вигляді колії накопиченої за розрахунковий строк служби покриття; за інтегральним показником стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетону накопиченого за розрахунковий строк служби покриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемою підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття займаються вчені: А.П. Васильєва, В.А. Веренько, М.Г. Горячева, В.К. Жданюк, В.О. Золотарьов, Б.С. Радовський, Б.Б. Телтаєв, В.К. Шумчик, М. К. Поздняков, Д.О. Павлюк, М.П.Костельов, Г.Н. Кирюхін, Ф.В. Матвиєнко, З.А. Мевлідінов,

В.В. Мозговий, В.П. Матуа, , В.І. Шестеріков, М.І. Шейнцвіт, Ю.М. Яковлева та ін. [1-14]. Аналіз методів визначення колійності асфальтобетонного покриття автомобільної дороги [13] і мостів [14], показав про багатогранність існуючих підходів. В основі більшості з них лежить теорія міцності, що не в повній мірі відображає оцінку накопичення колієутворення, пов'язаного з пластичною деформацією, крім того в недостатній мірі враховані термореологічні характеристики матеріалів конструкції, час дії навантаження, величина навантаження, температура матеріалів, а також комплексного впливу різних заходів, направлених на підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття. Тому метою роботи є розробка методології розрахунку колієутворення в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах.

Основна частина

Загальні положення. Ідеєю методології є оцінювання колійності асфальтобетонного покриття на стадії проектування та під час його експлуатації з врахування особливостей конструкції дорожнього одягу, що зумовлюють напружено-деформований стан покриття за рахунок взаємозв'язку покриття з жорсткою основою мосту і залежать від термореологічних властивостей асфальтобетону та параметрів впливу транспортного і кліматичного факторів. Запропонований метод ґрунтується на теоретичних основах колієутворення в асфальтобетонних покриттях на автодорожніх мостах, що враховує вищенаведені фактори. Оцінювання колійності полягає у аналітичному прогнозуванні утворення колійності у часі на основі математичної моделі, параметри якої встановлюються експериментально та корегуються на основі вимірювання параметрів колійності у процесі експлуатації. В основі теорії колієутворення використовується функціональне ядро рівняння стану [15], що зв'язує геометричні розміри плями контакту розподілу тиску, реакцію пневматика і основи в пружних матеріалах. Теоретичний аналіз розвитку процесів пластичного деформування тіл з в'язкою реологією показав свою корисність для розробки відповідної теорії для асфальтобетону, а перехід від моделі пружності до моделі в'язкопружності здійснюється через встановлення відповідної функції релаксації. Незворотні деформації враховуються при заміщенні модулів пружності показниками, які описують пластичну реакцію середовища. Для врахування температурного впливу на в'язкопружні характеристики матеріалів виконується адаптація

функції релаксації т.з. температуро-залежною функцією релаксації на принципах температуро-часової аналогії. Всі вказані моменти дають змогу реалізувати аналітичну модель щодо прогнозу глибини колії в заданих режимах експлуатації асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах, температурних полів, характеристик складу і інтенсивності транспортного потоку, гнучкість аналітичного рішення процесу колієутворення в асфальтобетоні при коченні пневматика полягає в рахуванні змінної товщини асфальтобетонного покриття, можливість удосконалювати дослідницьку модель врахуванням явища мікропросковзування через параметр $F_p(\beta, De)$ [16], і особливостей асфальтобетонного покриття (зокрема в одно- чи двошаровому наближенні). Температурно – часові умови деформування асфальтобетонного покриття визначають кліматом регіону і характером інтенсивності руху транспортних засобів на автодорожніх мостах. В якості граничного стану асфальтобетонного покриття прийнята гранично допустима глибина колії. Це означає, що утворена за розрахунковий строк служби максимальна глибина колії в асфальтобетонному покритті не повинна перевищувати граничного значення. Для оцінки інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетону в якості граничного стану запропоновано, що накоплена за розрахунковий строк служби залишкова деформація як суму площ максимальної глибина колії в покритті не повинна перевищувати гранично значення. Запропоновано теорію ймовірності при вивченні процесів колієутворення в асфальтобетонному покритті з метою встановлення граничних станів деградації покриття на мостах. Інтенсивність впливу транспортних засобів на асфальтобетонне покриття мостів характеризується приведеною інтенсивністю дії рухомого навантаження або сумарним розрахунковим числом приведенного розрахункового навантаження (автомобілів за добу), очікуємого на полосі накату, за строк служби покриття.

Метод прогнозування температурних полів в асфальтобетонному покритті з урахуванням інтенсивності руху транспортних засобів.

Температурне поле в асфальтобетонних покриттях формується під дією багатьох чинників: сонячної радіації, довгохвильового випромінювання атмосфери та самого покриття, конвекційної теплопередачі між покриттям та середовищем та ряду менш значущих. Як правило, кожен із складових температурного балансу чітко залежить від кліматично-метеорологічних

факторів, теплофізичних характеристик конструкційних матеріалів і добре апроксимується математичними моделями за допомогою аналітичних рішень. Температурне поле багатошарової конструкції дорожнього одягу в реальних умовах несе всі ознаки нестационарності (або квазістационарності), яке відрізняється тим, що температура будь-якій її точки змінюється з часом. В диференціальному записі рівняння теплопровідності Фур'є-Кірхгофа у випадку нерухомого середовища і відсутності внутрішніх джерел тепла має вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \nabla^2 T, \quad (1)$$

де $a = \frac{\lambda}{c\rho}$ та ∇^2 – оператор Лапласа, записаний в прямокутній (або іншій циліндричній, сферичній) системі координат.

Це рівняння встановлює залежність між температурою, часом і координатами тіла в елементарному об'ємі, тобто поєднує часові і просторові зміни температури тіла. Оскільки температура тіла в загальному випадку нестационарного теплового поля є функцією координат і часу, то початкові умови, тобто розподіл температури в тілі на початковий момент, задається у вигляді $f(x,y,z,t)=f_0(x,y,z,t)$, де f_0 - відома функція, котра необов'язково повинна бути задана аналітично, а може бути представлена чисельно або графічно. При періодичній зміні падаючого теплового потоку на поверхню асфальтобетонного покриття і власного випромінювання поверхні формуються змінні температурні поля. Ці коливання передаються вниз конструкції і бувають, у певному наближенні, добовими, річними тощо. Температура поверхні при періодичній зміні, згідно закону розповсюдження тепла у твердому середовищі виражається гармонічною функцією часу t :

$$t = A_0 \sin(\omega \tau + \varphi), \quad (2)$$

де A_0 – амплітуда коливань температури;

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ - кутова частота коливань;

τ - час, для якого визначається температура;

φ - кінцева фаза коливань.

Якщо коефіцієнт теплопровідності по глибині залишається постійним, то амплітуда коливань температури на глибині Z буде дорівнювати:

$$A_z = A_0 e^{-z \sqrt{\frac{\pi}{aT}}}, \quad (3)$$

де T – період коливання температури.

Запізнення коливань температури з глибиною, яке характеризується фазою φ_z буде визначатися співвідношенням:

$$\varphi_z = \frac{Z}{2} \sqrt{\frac{T}{\pi a}}. \quad (4)$$

Як видно, кількість і часто взаємопов'язаність теплових параметрів між собою, вносить певну громіздкість в розрахункову базу і зростання похибки методу. Відповідно, для спрощення оцінок варто застосовувати феноменологічні теплові моделі, в яких використовуються обмежена кількість характеристик з доброю параметризацією. З цих позицій прийнятним є використання двопараметричної квадратичної залежності [17] для визначення розрахункової температури асфальтобетонного покриття та визначення теплового потоку і пов'язаного з ним температурного поля від тертя шини в смузі накату, що ґрунтується на розв'язку [18, 19]. Це, на нашу думку, дасть змогу спрогнозувати температурне поле з прийнятною точністю, що в подальшому ляже в основу термовязкопружних розрахунків.

Визначення розрахункової температури покриття. Виходячи з положень адитивності теплових потоків [17] запропоновано наступне рівняння для визначення найвищої розрахункової температури асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах:

$$T^{\max} = 0,9545(T_{\text{ПВ}} - 0,00618\Theta_{\text{Nlat}}^2 + 0,2289\Theta_{\text{Nlat}} + 42,2) - 17,18, \quad (5)$$

де $T^{\max}$ - максимальна температура покриття, °С;

$T_{\text{ПВ}}$ - семиденна середня максимальна температура повітря, °С;

Θ_{Nlat} - широта пункту вимірювання (ПВ широти).

Тепловий потік і температурне поле від тертя шини. Потік тепла, що формується при контакті шини з покриттям $q_p(t)$ виникає внаслідок проковзування протектора шини в області контакту. Температура згенерована за рахунок тертя шини T_m :

$$T_m = \frac{2q_p(t)}{\lambda} \sqrt{\frac{at}{\pi}}, \quad (6)$$

де a - коефіцієнт температуропровідності, м²/год;

λ - теплопровідність, кал/м²·год·град;

t - час дії.

Повний тепловий потік, який потрапляє від шини в покриття в межах зони контакту виражатиметься функцією $q_p(t)$ [18]:

$$q_p(t) = \frac{a\rho C_p \pi^2}{4H} S_\phi (T_n - T_u), \quad (7)$$

де ρ - густина покриття, кг/м³;

C_p – питома теплоємність, ккал/кг·град;

H - товщина покриття, м;

S_ϕ - площа фактичного контакту шини з покриттям, м²;

T_u – температура поверхні шини;

T_n – поверхні покриття.

Метод прогнозування колієутворення в асфальтобетонному покритті. Суть методу полягає у визначенні глибини колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах від дії пневматичних коліс та температури з урахуванням тертя шини. При прогнозуванні глибини колії, враховується теорія кочення по асфальтобетонному покритті пневматичного колеса транспортного засобу, яке деформується в процесі руху, тому в методі розрахунку необхідно враховувати деформацію самого пневматика. Для розрахунку використовується пружна лінійна модель колієутворення, яка розподіляє тиск в області контакту (рис. 1) пневматика і має вираз [15], який після інтегрування і підстановки сумарної початкової деформація пневматика разом із глибиною осадки $h + y_0 = \frac{a^2}{2R}$ та інтегрування:

$$\frac{1}{b} P = \int_{a'}^0 p d\xi + \int_0^a p d\xi, \quad (8)$$

$$\frac{1}{b} P = \beta \frac{-a'^3}{3R} + \frac{c\beta}{c + \beta} \frac{a^3}{3R}, \quad (9)$$

де b - ширина колеса;

P – навантаження;

p – тиск;

ξ - біжуча координата по плямі контакту;

a - відстань від осьової частини контакту колеса до його найвіддаленішої точки попереду плями контакту;

a' - відстань від осьової частини контакту колеса до його найвіддаленішої точки позаду плями контакту;

β - постійна пневматика;

R - радіус колеса;

c - пластична стала.

Вираз для отримання відстані від осової частини контакту колеса до його найвіддаленішої точки попереду плями контакту a розраховується виходячи з виразу (ф. 3) з геометричних міркувань розподілу тиску при коченні пневматика (рис. 1)

$$a = 0.01 \sqrt{\frac{2Rp}{cy_0v}} \quad (10)$$

Перерахунок $a' = a \sqrt{\frac{c}{c+\beta}}$ приводить до:

$$\frac{1}{b}P = \beta \frac{a^3}{3R} + \frac{c\beta}{c+\beta} \left(1 + \sqrt{\frac{c\beta}{c+\beta}} \right). \quad (11)$$

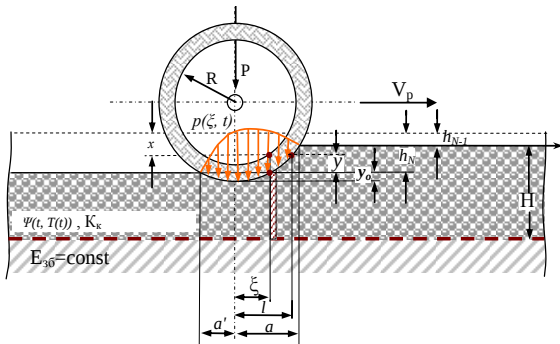


Рисунок 1 - Модель кочення пневматичного колеса по асфальтобетонному покритті, яке міцно зчеплене з проїзною основою автодорожнього мосту

v - швидкість кочення, H - товщина шару, y - пружний хід колеса по вертикалі, h_{N-1} - глибина колії, яка утворилась до наступного N -го проходу пневматичного колеса транспортного засобу; h_N - осадка при N -кратному коченні колеса; $\Psi(t, T(t))$ - функція релаксації асфальтобетону; E_{30} - модуль пружності залізобетонної плити мосту K_κ - коефіцієнта колієстійкості; y_0 - деформація пневматика; h - товщина асфальтобетонного покриття.

Для отримання формули для глибини колії, що утворилась після першого проходу колеса [15]: використовуючи вираз (8) із заміною відповідного блоку у (11):

$$h = \frac{a^2}{2R} - \frac{a'^2}{2R} = \frac{c\beta}{c+\beta} \frac{a^3}{3R}. \quad (12)$$

$$h = \frac{1}{2} (c\beta R)^{-\frac{1}{3}} \left[\left(\frac{3P}{b} \sqrt{\frac{c+\beta}{c\beta}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}}. \quad (13)$$

Рух пневматичного колеса транспортного засобу по пружній поверхні покриття викликає у ньому деформацію, після проходження пневматичного колеса настає процес відновлення (зворотня повзучість) або так звана релаксація. Для в'язкопружних матеріалів, протягом часу вимірювання, набагато більшого, ніж час релаксації, колісне навантаження викликає

незворотні пластичні деформації. В'язкопружний матеріал має початковий динамічний відклик на навантаження з модулем $K(1+\beta)$. Але вже при статичних умовах - умовах релаксації - модуль тільки K , що діє протягом часу t . Тому справедливо для в'язкопружного матеріалу пружний модуль K замінити функцією релаксації Ψ . Рівняння стану напруження у в'язкопружному матеріалі у точці x дається рівністю:

$$p(x, t) = -\sigma = -\int_0^t \Psi(t-t') \frac{\partial \varepsilon(t')}{\partial t'} dt' \quad (14)$$

При усталеному коченні, для деформацій маємо $\frac{\partial \varepsilon(t')}{\partial t'} = \frac{v x}{Rh}$, і замінюючи t на x отримуємо:

$$p(x) = -\frac{1}{Rh} \int_{-x}^x x' \Psi(x-x') dx' \quad (15)$$

Якщо функція релаксації відповідає умовам запізнення пружності, то функція релаксації відповідає загальній формі:

$$\Psi(t) = K \left(1 + \beta e^{-\frac{t}{\tau}} \right), \quad (16)$$

де $K(1+\beta)$ - початковий динамічний пружний відклик,
 τ - час дії навантаження.

Як відомо [1-14, 20] збільшення температурив в асфальтобетонному покритті негативним чином впливає на деформаційні властивостей, що призводить до збільшення часу релаксації, це призводить до перевищення середнього часу дії навантаження транспортного засобу. Збільшення на кожні 10 °С температури еквівалентно збільшенню транспортного потоку в 1,2 рази. Для опису пружнов'язкого характеру взаємодії колеса з врахуванням температури правомірна температуро-часова аналогія, тому функція релаксації $\Psi(t)$ уточнюється зарахунок температурно-часової залежності $\Psi_T(t)$. Тому для визначення функції релаксації асфальтобетону для будь-якої температури $\Psi(t, T)$, достатньо знати функцію релаксації при заданій температурі $\Psi(t, T) = \Psi_T$ та коефіцієнт температурно-часового зміщення $a_T(T)$. Тоді можна записати:

$$\Psi(t, T) = \Psi_T(\mu, T_1), \quad (17)$$

де μ - приведений час;

Застосування принципу температурно-часової аналогії до функції релаксації полягає у проведенні температурного нормування модулів пружності

по всьому практично застосованому температурному діапазоні (від -10°C до 65°C). Загальний вид функції релаксації асфальтобетону, після відповідних перетворень [20] та доповнень коефіцієнтом матиме такий вигляд

$$\Psi_T(t, T) = E_{дг} + (E_{мт} - E_{дг}) \times K_{\Psi_T}^{\Psi_T}(II, T_p, III) \times \left[1 + \frac{\frac{e^{P_1(T_0 + k_1 t - T_s)}}{P_1 \cdot k_1} \cdot (e^{-P_1 k_1 (t - t_1)})}{\eta} \right]^{-\lambda} \quad (18)$$

де $E_{дг}$ - модуль пружності довготривалий;

$E_{мт}$ - модуль пружності миттєвий;

τ - час релаксації;

p - температурне зміщення;

Q - температурна константа;

k_1 - швидкість зміни температури (охолодження нагрівання);

η - нижній кут нахилу релаксаційної кривої;

λ - верхній кут нахилу релаксаційної кривої;

$K_{\Psi_T}^{\Psi_T}(II, T_p, III)$ - уточнюючий коефіцієнт функції релаксації асфальтобетону, який залежить від penetрації, температури розм'якшеності та індексу penetрації бітумного вязучого.

Визначення глибини колії, після одного проходу пневматичного колеса транспортного засобу по покриттю необхідно здійснити перехід виразу, що описує отримання глибини колії в відповідним перетворенням формули (13) в модель в'язкопружності, згідно принципу (17), необхідно виконати "монтажу" в у нього фіктивних сил навантаження і релаксації. Для цього використаємо залежність [16] та отримаємо на проміжному етапу вираз із використанням модуля пружності:

$$h = \frac{1}{2} (\beta c R)^{-\frac{1}{3}} \left[\frac{3 K a^3}{b R H} Fp \left(\sqrt{\frac{c + \beta}{c \beta}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (19)$$

де K - модуль пружності,

$Fp(\beta, De)$ - сила тертя, яка виникає при контакті тіл при коченні.

У рівнянні (19) вносимо заміну модуля пружності K і постійну c на функцію релаксації $\Psi_T(t, T)$ та модуль пластичності c , після чого вираз глибини колії матиме наступний вигляд:

$$h = \frac{1}{2}(\beta c R)^{-\frac{1}{3}} \left[\frac{3a^3}{bRH} \frac{1}{\Psi_T(t)} Fp \left(\sqrt{\frac{c + \beta}{c\beta}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}} \quad (20)$$

Постійні c і β , як правило, встановлюються експериментальним шляхом. Для практичних розрахунків, величину c можливо апроксимувати:

$$c = \Psi_{T \text{ асф}}^{\text{повна}}(t, T) - \Psi_{T \text{ асф}}^{\text{пруж}}(t, T), \quad (21)$$

де $\Psi_{T \text{ асф}}^{\text{пруж}}(t, T)$ - функція релаксації асфальтобетону асфальтобетону;

$\Psi_{T \text{ асф}}^{\text{пов.}}(t, T)$ - модуль деформації асфальтобетону, який залежить від часу дії навантаження і температури.

Отриманий вираз (20) є ядром для отримання залишкових деформацій (у вигляді колії) у покритті на основі термореологічних властивостей асфальтобетону, навантаження та характеристик колеса.

Використовуючи рекурентні вирази для обчислення зростання глибини колії, при послідовних коченнях колеса відбувається зміна геометричної області плями контакту. Зокрема, точка на поверхні матеріалу покриття під пневматиком, де відбувається початок деформації все більше і більше наближається до вертикальної площини, прогресивно зменшуючи величину a , і відповідно і величини приросту глибини колії. Найпростішим підходом для обчислення цієї збіжності є залучення рекурентних функцій. Тоді відстеження зростання глибини колії в залежності від числа проходів колеса виконується послідовними ітераційними обчисленнями, в якій обчислення приросту глибини конкретного кочення буде залежати від величини попереднього. Аналіз розподілу навантаження в контексті його приросту глибини колії $\Delta h_N = h_N - h_{N-1}$ показує, що він апроксимується квадратичним рівнянням:

$$\frac{P}{b} = \mu_0 v (h_N - h_{N-1}) - \frac{1}{2} \mu v (h_N - h_{N-1})^2, \quad (22)$$

де μ_0 та μ - певні сталі.

Один із коренів квадратичного рівняння, що містить $\Delta h_N \in \delta_N$, інший корінь - u_N .

Зв'язані між собою змінні наступним чином:

$$\Delta h_N = \gamma u_N \quad (23)$$

$$h_{N-1} = \gamma \delta_{N-1} \quad (24)$$

$$\delta_N = \delta_{N-1} + u_N, \quad (25)$$

де $\gamma = 3\sqrt{\frac{p^2}{2b^2c^2R}}$ (де c - стала інтегрування) [15].

Розв'язки для рівняння (25) можна представити у послідовності отримання величини δ_n із величини δ_{N-1} : $N=1$, $\delta_N=1,31$, $u_N=1,31$; $N=2$, $\delta_N=1,71$, $u_N=0,40$; $N=3$, $\delta_N=1,99$, $u_N=0,28$ і т.д.

Базуючись на вищенаведеному матеріалі пропонується методика розрахунку глибини колії та її прогнозування. Для розрахунку глибини колії та її прогнозування структурно складається з декількох блоків (рис. 1) і представлена наступними алгоритмами: розрахунку ефективної кількості проходів колеса; розрахунку глибини колії (або можливо скористатися розробленими автором альбом номограм колійності для асфальтобетонів); прогнозування глибини колійності в асфальтобетонні із заданною надійністю; критерії колієстійкості асфальтобетонного покриття; оцінки надійність процесу колієутворення; похибки визначення прогнозованої максимальної глибини колії.

Аналітичний вираз (19) певною мірою передає ідеалізовані умови кочення і не враховує багато реальних моментів, які мають вплив на процеси колієутворення. Насамперед, необхідно враховувати добову і річну мінливість навантаження, що прикладається на асфальтобетонне покриття автодорожніх мостів, вплив смуговості руху тощо. З цією метою використовуються спосіб введення в аналітичний вираз (20) ряд нормуючих поправок [21]. Інтенсивність руху приведені до розрахункового навантаження (автомобілів за добу) розраховуються за формулою порічно із врахуванням коефіцієнтів приведення (перший, другий, десятий, п'ятнадцятий роки) за формулою[21]:

$$\sum N_p = f_{смуг} \cdot \sum (N_{1m} \cdot K_c \cdot T_{знд} \cdot 0,7) \cdot S_{м-сум} \cdot K_n \cdot \tau, \quad (26)$$

де $\sum N_p$ - сумарна кількість прикладення навантажень,

$f_{смуг}$ - коефіцієнт за смуговість;

N_{1m} - середньодобова інтенсивність руху в обох напрямках автомобілів в заданий рік служби;

K_c - коефіцієнт суми;

$T_{знд}$ - кількість розрахункових діб за рік, що мають вплив на стан деформативності (колійності) конструкції [21],

$s_{\text{м сум}}$ - сумарний коефіцієнт приведення дії на дорожній одяг транспортного засобу до розрахункового навантаження;

k_n - коефіцієнт, що враховує ймовірність відхилення сумарного руху від середнього, що очікується;

m - кількість розрахункових років служби асфальтобетонного покриття.

τ - час дії навантаження

Для врахування сумарної кількості прикладення навантажень $\sum N_p$ враховують середньодобову інтенсивність руху в обох напрямках автомобілів в заданий рік служби N_{1m} та коефіцієнт $s_{\text{м сум}}$, що виконує приведення дії на асфальтобетоне покриття транспортного засобу різних типів автомобілів до розрахункового навантаження відповідно до [21]. Розрахунок кількості колієнебезпечних днів у році $T_{\text{знд}}$ здійснюється наближено за допомогою нормативного документу [21]. Наближене визначення кількості колієнебезпечних днів у році $T_{\text{знд}}^m$ для дорожньо-кліматичних регіонів України (індекс У) можливе за [21]. Точне визначення кількості колієнебезпечних днів у році $T_{\text{знд}}^\phi$ з врахуванням розподілу температур потребує встановлення середньорічної позитивної температури повітря даного регіону і наступного визначення показника $T_{\text{знд}}^\phi$.

Величина середньорічної позитивної температури повітря встановлюється з метою оцінювання колієнебезпечності для асфальтобетонного покриття і використовуються формули 27 [13]:

$$T_{\text{срч}}^+ = \frac{\sum_{i=1}^{n_m} T_{\text{ср}i}}{n_m} \quad (27)$$

де n_m - кількість місяців у році зі стійкою позитивною температурою (використати табл. 5);

$T_{\text{ср}i}$ - середня температура i -го місяця (обирається за довідковими матеріалами), °С.

Для підрахунку зростання глибини колії при дії кочення коченні пневматичного колеса транспортного засобу, використовується рівняння з використанням коренів δ_n та u_n (25) як функції від кількості циклів навантажень.

$$h_{N+1} = \frac{1}{2}(\beta c R)^{-\frac{1}{3}} \left[\frac{3a^3}{bRH} \frac{1}{\Psi_T(t)} Fp \left(\sqrt{\frac{c+\beta}{c\beta}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}} \left(h_1 \delta_{N+1} - \frac{h_1}{\delta_{N+1}} \right). \quad (28)$$

Якщо розглядається одношарова модель асфальтобетонного покриття на автодорожньому мосту, то рівняння зростання глибини колії має вигляд:

$$h_{N+1}^{nn} = \frac{1}{2}(\beta c R)^{-\frac{1}{3}} \left[\frac{3a^3}{bRH} \frac{1}{\Psi_T(t)} Fp \left(\sqrt{\frac{c+\beta}{c\beta}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}} \left(h_1 \delta_{N+1} - \frac{h_1}{\delta_{N+1}} \right) \cdot K_K, \quad (29)$$

Для виконання обчислення приросту глибини колії від першого проходу пневматичного колеса транспортного засобу в асфальтобетонному покритті необхідно використати рівняння (19). В якості вихідних величин задаються наступні параметри: β - постійна пневматика, Па/м; b - ширина пневматика, м; c - пластична постійна, Па/м, R - радіус колеса, м, H - товщину покриття, м. При наявності даних щодо коефіцієнту тертя F_p між шиною і поверхнею асфальтобетонного покриття та коефіцієнт колієстійкості K_K вводяться ці параметри. У разі відсутності даних F_p та K_K для розрахунку приймають значення, яке рівне одиниці. Функція релаксації асфальобетону визначається за формулою (18) величина функції релаксації вимірюється в Па, а час дії навантаження в сек., температура в °С. У разі використання автоматизованого модулю обчислення глибини колії, в якості вихідних додається ряд характеристик пневматичного колеса, тип асфальтобетону, вид в'язучого, параметри функції релаксації. Ці вхідні дані використовувалися для побудови альбому номограм, приклад наведено на (рис.2). Для узгодження розмірності механічних і функціональних параметрів в автоматизований модуль по замовчуванню внесені емпірично встановлені коефіцієнти приведення: коефіцієнт приведення K_{np} (як функція від виду в'язучого і типу асфальтобетону), поправка за початкове значення величини колії δ_0 , коефіцієнт для обчислення приросту осадки δ_n , постійна інтегрування c_1 .

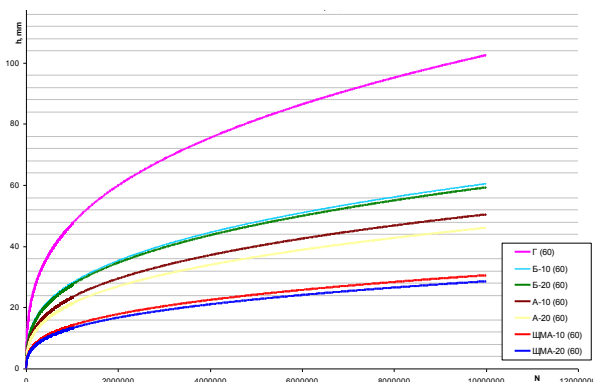


Рисунок 2 – Номограма прогнозування глибини колії в асфальтобетонному покритті із заданими параметрами кочення: бітум модифікований полімером БМП 40/60-56, тиск 0,5 МПа, температура покриття 60 °С, товщина покриття 7 см, інтенсивність руху пневматичного колеса транспортного засобу - 60 км/год.

Прогнозування максимальної глибини колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах з урахуванням різного строку експлуатації покриття.

Пропонується розраховувати максимальну глибину колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах, яка утворюється від дії пневматичних коліс транспортних засобів при заданому строку служби покриття:

$$h^{\max}(\sum N_p) = h_p(\sum N_p) + h_\tau(N) + h_\Delta \quad (30)$$

де $h_p(\sum N_p)$ - розрахункова глибина колії в асфальтобетонного покриття є функцією від інтенсивності (N_p), яка визначається за теорією (29);

$h_\tau(N)$ - знос покриття залежить від інтенсивності руху транспортних засобів на смугу та строку служби за залежністю (31), мм;

h_Δ - глибина колії внаслідок доущільнення асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах приймається для розрахунків 2 мм.

Знос покриття можливий розрахунок за виразом:

$$h_\tau(N) = (A \times N_p + B) \cdot T_p \quad (31)$$

де A, B - параметри зносу асфальтобетонного покриття від дії шипованих пневматичних коліс транспортних засобів, параметри приймаються [13]:

$A = 0,00009$; $B = 0,143$, мм;

T_p - строк служби покриття, роки.

Критерії колієстійкості асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах. Розрахунок колієстійкості асфальтобетонного покриття виконується за двома критеріями:

1 – за сумарною залишковою деформацією у вигляді колії накопиченої за розрахунковий строк служби покриття;

2 – за інтегральним показником стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетону накопиченого за розрахунковий строк служби покриття. (Даний критерій приймається для оцінки інтегрального показника накоплених залишкових деформацій в асфальтобетоні з метою визначення сумарної площі, яка утворилася від різних режимів роботи, інтенсивності руху транспортних засобів при відповідному навантаженні та температури).

В якості критерію стійкості до накопичення залишкових деформацій приймається гіпотеза, яка ґрунтується на допущенні про сумарну глибину колії, яка складається з розрахункової глибини колії, (абразійного) зносу та внаслідок доущільнення асфальтобетонного покриття, від дії транспортних засобів та температури. Критерій передбачає, що утворена за розрахунковий строк служби максимальна глибина колії в асфальтобетонному покритті не повинна перевищувати граничного допустимого значення:

$$h^{\max}(\sum N_p) \leq h_{г.д.} \quad (32)$$

де $h^{\max}(\sum N_p)$ - максимальна глибина колії в асфальтобетонному покритті визначається за залежністю (30);

$\sum N_p$ - розрахункова сумарна кількість прикладання розрахункового навантаження приймається за залежністю (26), один./д;

$h_{г.д.}$ – гранично допустима глибина колії, мм (табл.1).

Таблиця 1 – Вимоги до гранично допустимої глибини колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах

Шифр району	Гранично допустима $h_{г.д.}$ глибина колії на різних категоріях дороги, мм/ розрахункова швидкість руху, км/год			
	I/120	II/100	III/80	IV-V/60
	1	2	3	4
A-1; A-2	15	20	27	30
A-3; A-4	15	20	27	30
A-5; A-6	18	25	30	35
A-7	18	25	30	35

Асфальтобетонне покриття на автодорожніх мостах з глибиною колії більше гранично допустимих значень ($h_{г.д.}$) відносяться до небезпечних для руху автомобілів і вимагають негайного проведення робіт по усуненню колії та підсиленню конструкції.

Критерій інтегрального показника стійкості до колієутворення. Відповідно до теорії ймовірності при вивченні процесів колієутворення в асфальтобетонному покритті існує можливість встановлення граничних станів деградації системи покриття на мостах. Для ідентифікації граничних станів і умов переходу із стану в стан пропонується застосовувати інтегральний показник залишкової деформації при відповідному технічному стані. Використання інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових

деформацій асфальтобетону в якості критерію передбачає, що накоплена за розрахунковий строк служби залишкова деформація як суму площ під графічними залежностями розрахункової максимальної глибини колії $h_{1kp}^{\max} = f(\sum N_p)$ в покритті не повинна перевищувати гранично допустимого значення:

$$S_W = \sum_k^{i=1} \sum_n^{j=1} \int_0^{N_p} h^{\max} (\sum N_p) dN \leq S_{Г.Д} \quad (33)$$

де S_W - інтегральний показник стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах;

$S_{Г.Д}$ - гранично допустиме значення інтегрального показник стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетонного покриття визначається за залежністю (34).

$$S_{Г.Д} = h_{Г.Д} \times N_p \quad (34)$$

Прогнозування максимальної глибини колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах в залежності від інтенсивності транспортних засобів, температури, різного тиску та товщини покриття за розрахунковою моделлю (рис.1). Використання аналітичних розрахунків закладених у метод дозволяє встановити максимальну глибини колії для заданих параметрів руху автомобільного транспорту. Гнучкість методу полягає в охопленні широкого кола параметрів, що мають вплив на формування колії в асфальтобетонному покритті до них можна віднести такі як: термореологічні, матеріалознавчі, конструктивні, технологічні, дорожньо-кліматичні, різна інтенсивність руху, навантаження тощо. Натомість, для більшості практичних задач для отримання наближеної оцінки максимальної глибини колії зручнішим є номограмний спосіб (рис. 3-10). Останній підхід передбачає, що дослідник вибирає із альбому необхідну номограму із заданими параметрами асфальтобетонного покриття на автодорожньому мосту, який експлуатується в конкретних дорожньо-кліматичній зоні, а потім шляхом лінійної інтерполяції відшуковує питому величину колії. Для випадку температури поверхні 60 °С, марки в'язучої використаної компоненти в асфальтобетонного покриття - БМП 40/60-56 на номограмі (рис. 3-10) винесені максимальні величини колії (в ізолініях від 4 мм до 20 мм) для окремих типів асфальтобетону: Г, Б-10, Б-20, А-10, А-20, ЩМА-10, ЩМА-20, з максимальною крупністю зерен щебеню 10, 20 мм, а у випадку

використання асфальтобетону з крупністю зерен 15 мм необхідно прийняти середнє значення глибини колії між максимальною крупністю зерна 10 мм та 20 мм даних типів асфальтобетону. Глибину колії для асфальтобетону типу В приймають середнє значення глибини колії між асфальтобетоном типу Г та типу Б. Визначення глибини колії полягає в суперпозиції від ефективного числа прикладення навантажень N та тиску p .

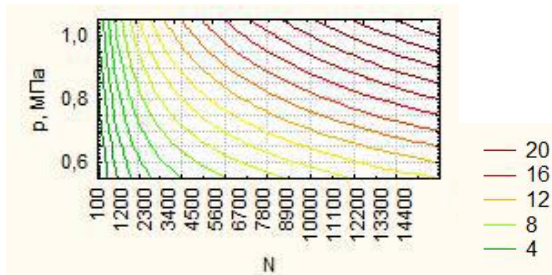


Рисунок 3 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу Г при температурі покриття 60°C, в'язучого - БМП40/60-56

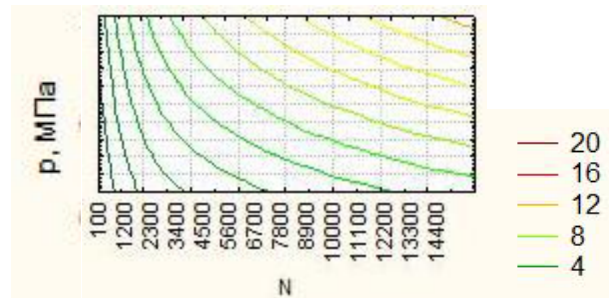


Рисунок 4 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу Б-10 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БМП 40/60-56

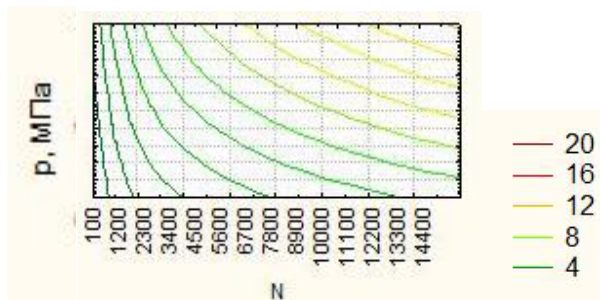


Рисунок 5 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу Б-20 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БМП 40/60-56

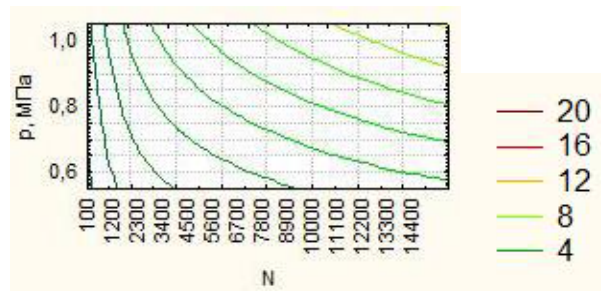


Рисунок 6 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу А-10 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БМП 40/60-56

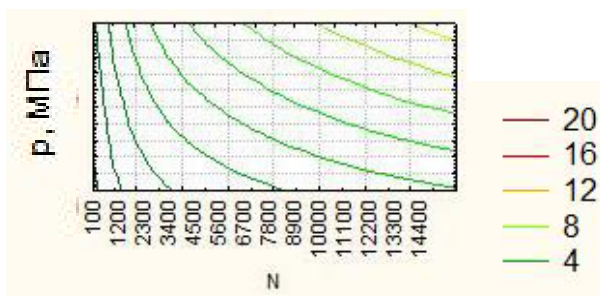


Рисунок 7 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу А-20 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БНД 40/60-56

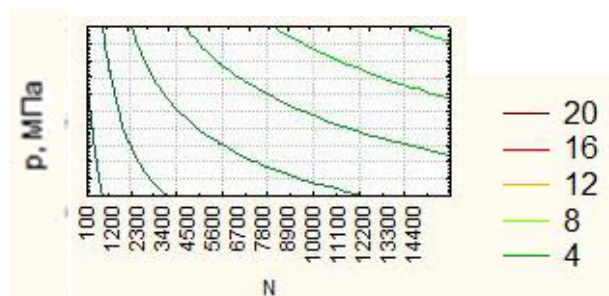


Рисунок 8 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу ЩМА-10 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БНД 40/60-56

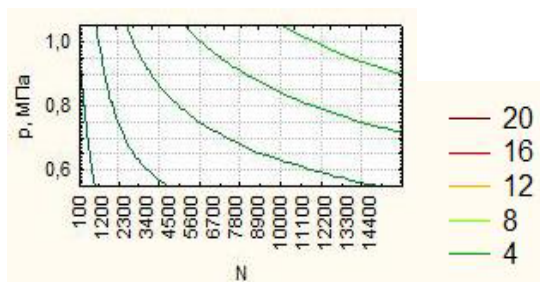


Рисунок 9 - Прогноз колії (в мм - показані кольорові ізолінії) для асфальтобетону типу ЩМА -20 при температурі покриття 60°C, в'язучого - БМП 40/60-56

Метод визначення надійності при прогнозуванні колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах на основі теорії ймовірності. Для математичного визначення надійності системи асфальтобетонного покриття, яке перебуває під дією процесів колієутворення можна скористатися функцією надійності $P(t)$ та функцією відмов $p(t)$. Функція відмов, що описує відношення кількості відмов за одиницю часу до числа початкової кількості досліджуваних елементів [22-25]. Математична частота відмов виражається як похідна від функції надійності зі зворотним знаком:

$$p(t) = -\frac{dP(t)}{dt}. \quad (35)$$

Функція $\lambda(t)$ інтенсивності відмов, або оскільки мова йде про функцію часу, часова оцінка перевищення граничного стану. Ця функція описує кількість відмов за одиницю часу віднесена до середнього числа елементів, що нормально функціонують. Інакше кажучи - ймовірність того, що граничний стан не буде перевищений протягом достатньо малого часу спостережень.

Між частотою та інтенсивністю відмов існує зв'язок:

$$\lambda(t) = \frac{p(t)}{P(t)}. \quad (36)$$

Для опису потоку відмов використано детерміністський і стохастичний підхід на основі моделювання випадковими марковськими процесами. Випадковий процес називається марковським, якщо для будь-якого моменту часу ймовірнісні характеристики процесу залежать тільки від його стану і не залежать від того, коли система перейшла в цей стан [22-25]. Потік подій у марковському процесі, послідовність однорідних подій, які відбуваються у випадкові моменти часу один за одним. Згідно (35), потік відмов характеризується інтенсивністю λ - частотою появи подій або середнім числом подій. Для нашого випадку потік відмов – деградації асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах у процесі експлуатації, які можуть бути описані функцією набуття системою дискретних рангованих станів [22-25]. В

теорії ймовірностей відносно пуассонівського потоку є доказ [26, 27], що ймовірність потрапляння події k на відрізок часу $t_0 + t$ визначається формулою:

$$P_k = \frac{a^k e^{-a}}{k!}, \quad (37)$$

де a – середня кількість подій, що потрапляє на проміжок часу t ; k – кількість подій

Величина a дорівнює інтенсивності потоку, помноженого на довжину інтервалу:

$$a = \lambda t \quad (38)$$

Ймовірнісний процес, що відбувається у системі, являється як послідовність подій відмов елементів системи: $S_1^{(k)}, S_2^{(k)}, S_3^{(k)}$. Ймовірність здійснення кроку k при якому система перейде із стану S_i до S_{i+1} характеризується щільністю ймовірності переходу, яка позначається $\lambda_{i,i+1}$. Ймовірність потрапляння неперервної двовимірної випадкової величини в область D дорівнює:

$$P(X, Y) = \iint_D \varphi(x, y) dx dy. \quad (39)$$

Щільність ймовірності двовимірної випадкової величини – друга змішана похідна від функції розподілу двовимірної випадкової величини:

$$\varphi(x, y) = \frac{d^2 F(x, y)}{dx dy} = F''(x, y). \quad (40)$$

Для чисельного розрахунку щільність двовимірної випадкової функції здійснюється шляхом обрахунку за формулою:

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-r^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sqrt{1-r^2}}\left[\frac{(x-m_x)^2}{\sigma_x^2} - \frac{2r(x-m_x)(y-m_y)}{\sigma_x\sigma_y} + \frac{(y-m_y)^2}{\sigma_y^2}\right]\right), \quad (41)$$

де r – коефіцієнт кореляції випадкових величин X і Y ;

σ_x – середньоквадратичне відхилення випадкової величини X ;

σ_y – середньоквадратичне відхилення випадкової величини Y ;

m_x – математичне сподівання випадкової величини X ;

m_y – математичне сподівання випадкової величини Y .

В диференціальній формі ймовірність того, що елемент системи у момент часу $t+\Delta t$ перебуватиме у стані S_1 і т.д. описуватиметься диференціальним рівнянням:

$$\begin{aligned}\frac{dp_1(t)}{dt} &= -\lambda_{12} p_1(t) \\ \frac{dp_2(t)}{dt} &= -\lambda_{23} p_2(t) + \lambda_{12} p_1(t) . \\ \frac{dp_3(t)}{dt} &= -\lambda_{23} p_2(t)\end{aligned}\quad (42)$$

Ця система носить назву рівняння Колмогорова-Чепмена, і описує ймовірності перебування системи у певний момент часу в обраному стані. Для всього масиву станів набуде вигляду.

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = -\lambda_{i,i+1} p_i(t) + \lambda_{i-1,i} p_{i-1}(t), \quad i = 1, 2, \dots, n . \quad (43)$$

Рішення рівнянь дає змогу записати матрицю ймовірностей переходів, яка характеризує випадковий марковський ланцюг відмов. Граф станів марковського ланцюгу у процесі коліє утворення з винесеними ймовірностями переходу. Із ймовірностей переходів системи із одного стану складається матриця переходів системи:

$$\Lambda = \begin{bmatrix} 1-p_1(t) & p_1(t) & 0 \\ 0 & 1-p_2(t) & p_2(t) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (44)$$

Відповідно до матриці (44) перехідних ймовірностей, знаючи початковий стан системи, можна знайти ймовірності стану $p_1(k)$, $p_2(k)$, $p_3(k)$ після будь-якого кроку за допомогою наступних співвідношень:

$$p_i(k) = \sum_{j=1}^n p_j(k-1) P_{ij} \quad (i = 1, \dots, n) . \quad (45)$$

Марковський ланцюг описується за допомогою ймовірностей станів:

$$p_i(k) = P(S_i^{(k)}), \quad (46)$$

де k - номер кроку марковського ланцюга, $k = 1, 2, \dots, n-1$;

n - номер стану, $n = 1, 2$.

В розгорнутому вигляді ймовірності цих подій для кроку k :

$$\begin{aligned}p_1(k) &= P(S_1^{(k)}) \\ p_2(k) &= P(S_2^{(k)}) \\ p_3(k) &= P(S_3^{(k)})\end{aligned}\quad (47)$$

Зрозуміло, що сума ймовірностей подій в системі становитиме:
 $p_1(k) + p_2(k) + p_3(k) = 1$.

Надійність елемента визначається, як ймовірність того, що у момент часу t елемент вийде із стану S_1 , тобто спричиниться відмова $l+1$ [22-25]:

$$P_i(t) = \sum_{k=l-1}^n p_k p_k(t), \quad (48)$$

де l – номер поточного стану;

n – кількість дискретних станів протягом життєвого циклу елемента;

p_k - надійність елементу, що надана йому у k -тому дискретному стані;

$p_k(t)$ - перехідна ймовірність k -тому дискретному стані.

Надійність системи вираховується за звичайними формулами теореми про множення ймовірностей [22-25]:

при паралельному з'єднанні елементів

$$P = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i(t)). \quad (49)$$

У виразах щільності відмов λ як функції часу надійність системи набуває вигляду [22-25]:

$$P(t) = 1 - \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \quad (50)$$

де m – кількість елементів у системі.

Для тристанової системи деградації асфальтобетонного покриття на мостах [23-25] вираз (41) записується як:

$$P_t = 1 - 0,125(\lambda t)^3 e^{-\lambda t}. \quad (51)$$

Оцінка надійності асфальтобетонного покриття щодо процесу колієутворення. Функцією надійності описується процес колієутворення, як частина загального процесу деградації асфальтобетонного покриття, протягом т.з. життєвого циклу покриття та терміну його експлуатації до досягнення стану "непрацездатності". Кількість експлуатаційних станів асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах з огляду на [25] обирається рівною 3, а щільність потоку відмов λ (темپ деградації асфальтобетонного покриття)

можливе відтворене показником $\lambda = \frac{h_{\Sigma}^i}{N_{ef} \times h_{\Sigma}^{\max}} (10^3)$ - накопиченою глибиною колією

h_{Σ}^i віднесену на ефективну кількість проходок N_{ef} (теж саме, що і функція (51)) і максимальне значення $h_{\Sigma}^{\max}$, що включатиме в собі параметри інтенсивності руху і навантаження. Для отримання кількісної міри надійності системи для випадку трьох експлуатаційних станів асфальтобетонного покриття використано рівняння (51) або графічна залежність (рис. 10), яка при заданій інтенсивності відмов λ встановлюється зв'язок між величиною надійності P_t на заданий рік експлуатації асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах.

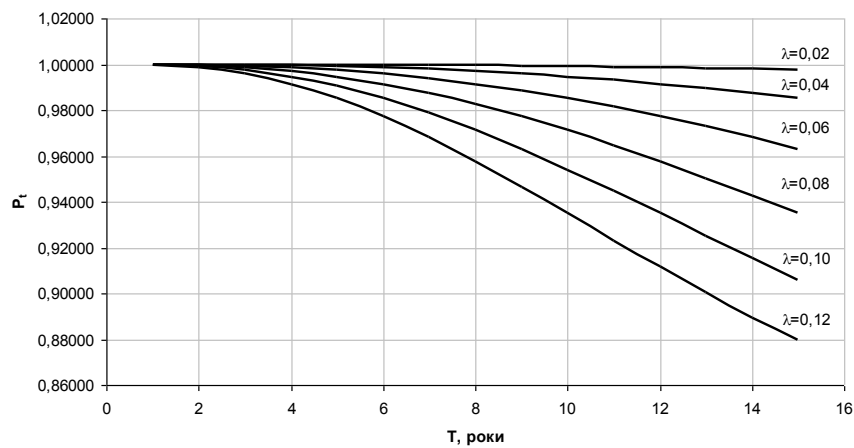


Рисунок 10 - Криві деградації елементів системи колієутворення асфальтобетонного покриття

Похибки визначення прогнозованої максимальної глибини колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах. Відомими підходами математичної статистики перевіряється закон розподілу шуканих величин (за допомогою гістограм або критеріїв Колмогорова-Смірнова, Шапіро-Уїлкса тощо). У разі нормального розподілу, залежність для отримання шуканої величини і довірчого інтервалу:

$$X_{cp.ген} = X_{cp.виб} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (52)$$

де $X_{cp.ген}$ - середнє генеральної вибірки;

$X_{cp.виб}$ - середнє вибірки;

t - критерій Студента;

σ - середнє квадратичне відхилення;

n - обсяг вибірки.

Зв'язок t -критерію зі значенням ймовірності P за яким встановлюється довірчий інтервал впливає з табл. 2.

Таблиця 2 - Значення ймовірності P

P	0,683	0,850	0,900	0,950	0,954	0,990	0,997
t	1,00	1,04	1,50	1,96	2,00	2,58	3,00

Наприклад, максимальну глибину колії з 90%- забезпеченістю розраховують за формулою:

$$h_{85\%}^{\max} = h^{\max} (1 + t C_v), \quad (53)$$

де t - коефіцієнт довірчої ймовірності при 90% забезпеченості, рівний 1,5;

c_v - коефіцієнт варіації глибини колії (табл. 3).

Таблиця 3

Значення коефіцієнта c_v для різних категорій доріг				
I	II	III	IV	V
0,250	0,260	0,290	0,300	0,330

Висновок

Запропоновано використання методу з розрахунку і прогнозування колієутворення в асфальтобетонному покритті, який пристосований до автодорожніх мостів із залізобетонною основою. Даний метод базується на теорії колієутворення та термо-в'язко-пластичності асфальтобетону, який враховує термореологічні його властивості. Метод включає підходи з прогнозування температурних полів в асфальтобетонному покритті з урахуванням інтенсивності руху транспортних засобів, а також визначення надійності при прогнозуванні колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах на основі теорії ймовірності.

Література

1. Золотарев В.А. Дорожные асфальтобетоны. Избранные труды. Том 3 // Санкт-Петербург: Славутич, 2015. – 184 с.
2. Радовский Б.С., Телтаев Б.Б. Вязкоупругие характеристики битума и их оценка по стандартным показателям. – Алматы: «Білім», 2013. – 152 с.
3. Жданюк В.К., Даценко В.М. Стійкість асфальтобетонів різних гранулометричних типів до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії // Автошляховик України. – 2009. - №1. С. 31-34.
4. Костельов М.П. Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной / Костельов М.П., Перевалов В.П., Пахаренко Д.В. // «Дорожная техника 2011» — Санкт-Петербург: Изд. ООО «Славутич». — С. 54-70.
5. Прогнозирование величины необратимой деформации дорожной конструкции от воздействия транспортного потока / Ф.В. Матвиенко, А.Н. Канищев, В.Н. Мелькумов, В.В. Волков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. № 3. С. 81-92.
6. Поздняков М. К. Разработка метода оценки сопротивляемости асфальтобетона колееобразованию /М. К. Поздняков, Н. В. Быстров // Ассоциация исследователей асфальтобетона : Сборник докладов / Под редакцией Н. В. Быстрова, И. Б. Курденкова. – М. : МАДИ, 2010. – С. 91–99.
7. Матуа В.П. Прогнозирование и учет накопления остаточных деформаций в дорожных конструкциях / В.П. Матуа, Л.Н. Панасюк. – Ростов – на - Дону: РГСУ, 2001. – 327 с
8. EN 12697-22 Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Wheel tracking.
9. Validation of Asphalt binder and mixture tests that measure rutting susceptibility, Kevin D. Stuart, Walaa S. Mogawer, and Pedro Romero, FHWA-RD-99-204, 2000.
10. Мозговой В.В. Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи / Мозговой В.В., Онищенко А.М., Прудкий А.В., и др./ В кн.: Дорожная техника. – 2010 – С. 114 – 128.

11. Кирюхин Г.Н. Строительство дорожных и аэродромных покрытий из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей / Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. – М.: Информавтодор, 2003. – 96 с.
12. Головка С.К. Сучасний підхід до дослідження колієутворення в асфальтобетонних покриттях / Головка С.К., Бабінець А.Д., Фощ І.В. // Дороги і мости. – 2004. – вип. 2. – С. 34-47.
13. ОДМ Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных покрытиях. /Минтранс РФ, «Росавтодор», 2002
14. ОДМ 218.2.004-2010 Методические рекомендации по применению асфальтобетонных покрытий на мостовых сооружениях автомобильных дорог. /Минтранс РФ, «Росавтодор» 2010
15. Ишлинский А.Ю. Математическая теория пластичности / А.Ю.Ишлинский, Д.Д. Ивлев - М.: Монографія : ФИЗМАТЛИТ, 2001, 2003. - 704 с. - ISBN 5-9221-0141-2.
16. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия/ К. Джонсон: Пер. с англ. – М.: Монографія : Мир, 1989. – 510 с.
17. Рекомендації з розрахунку температурних полів і напружень в асфальтобетонних покриттях конструкції нежорстких дорожніх одягів : Р В. 2.3 – 21476215-803:2012/ Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2012. – 15 с. – (Нормативний документ Укравтодору).
18. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля / Немчинов М.В. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
19. Онищенко А.М. Математична модель температурного впливу на асфальтобетонне покриття автодорожніх мостів від дії коліс транспортних засобів // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, Вип. 94. - К.: НТУ, 2015. - С. 168-191.
20. Онищенко А.М. Теоретичні та практичні дослідження ресурсу асфальтобетонного покриття на залізобетонних транспортних спорудах: монографія/ А.М. Онищенко, М.П. Кузьмінець, В.Ф. невінгловський, М.В. Гаркуша. – К.: НТУ, 2015. – 324 с.
21. БН В.2.3-218-186-2004. Споруди транспорту. дорожній одяг нежорсткого типу. Відомчі будівельні норми України. Київ. Укравтодор. – 153 с.
22. Лучко Й.Й. Мости: конструкції та надійність /Й.Й. Лучко, П.М. Коваль, М.М. Корнієв, А.І. Лантух-Лященко, М.Р. Хархаліс /за ред. В.В. Панасюка і Й.Й. Лучка. – Львів: Каменяр, 2005. - /Нац. академія наук України. Фіз.мех. ін.-т ім. Г.В. Карпенка. Довідник/. 989 с.
23. Експлуатація і реконструкція мостів / Страхова Н.Є., Голубев В.О., Ковальов П.М., Тодіріка В.В. – 2-е вид., випр./за редакцією А.І. Лантуха-Лященко / – К., 2002. – 408 с.
24. Янчук Л.Л. Прогнозування технічного стану залізобетонних елементів транспортних споруд на автомобільних дорогах. Дис. кан. техн. наук.: 05.22.11 - К 2016.-166 с.
25. Онищенко А. М. Оцінка надійності при прогнозуванні величини колії в асфальтобетонному покритті на транспортних спорудах / А. М. Онищенко, // Управління проектами, системний аналіз і логістика – К.:НТУ – 2015. – Вип. 15. – С. 119-128.
26. Гурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Высшая школа. – 1972. – 368 с.
27. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятности. – М.: Физматгиз, 1961. – 524 с.

Рецензенти:

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Золотарьов В.О., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Zolotarev V.O., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **22.08.2016 р.**

УДК 624.21:004.021

Снитко В.П., канд.техн.наук.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТІВ З ДВОМА ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ПЛИТАМИ

Анотація. У статі запропоновано модель і розроблено алгоритм розрахунку сталезалізобетонних конструкцій мостів з двома залізобетонними плитами на дію згинального моменту з урахуванням повзучості бетону за модифікованою теорією "старіння".

Об'єкт дослідження – балки прогонової будови моста з двома залізобетонними плитами.

Мета роботи – розробити модель і алгоритм розрахунку сталезалізобетонних конструкцій мостів з двома залізобетонними плитами на дію згинального моменту з урахуванням повзучості бетону за модифікованою теорією "старіння". Конструкції стале залізобетонних прогонових будов мостів з двома залізобетонними плитами найчастіше влаштовуються в опорних зонах нерозрізних балок. Це призводить до економії металу на прогонову будову за рахунок включення в роботу стиснутого бетону нижньої плити разом з металевим нижнім поясом балки. Перевагами цієї конструкції є більш проста конструкція спирання прогонової будови моста на опорні частини.

Розглядається сталезалізобетонна балка прогонової будови моста з двома залізобетонними плитами.

У кожному перерізі діє згинальний момент. Балка довільної форми, але має одну вісь симетрії. Передбачається, що зчеплення арматури і металевої балки з бетоном здійснено до прикладання навантаження.

Наведена методика розрахунку такої балки на дію згинального моменту з урахуванням впливу повзучості бетону. Визначаються напруження у бетоні, арматурі і сталевій частині перерізу у будь-який момент часу t .

Наведені результати розрахунку нерозрізної прогонової будови автодорожнього мосту такої конструкції, за схемою 3 x 33 м за наведеною методикою.

Результати статті можуть бути впроваджені для автоматизації технологічного процесу проектування мостів такої конструкції.

Ключові слова: прогонова будова, сталезалізобетонна балка з двома залізобетонними плитами, напруження, згинальний момент, повзучість бетону, алгоритм розрахунку.

Аннотация. В статье предложена модель и разработан алгоритм расчета сталежелезобетонных конструкций мостов с двумя железобетонными плитами на действие изгибающего момента с учетом ползучести бетона по модифицированной теорией "старения".

Объект исследования - балки пролетного строения моста с двумя железобетонными плитами.

Цель работы - разработать модель и алгоритм расчета сталежелезобетонных конструкций мостов с двумя железобетонными плитами на действие изгибающего момента с учетом ползучести бетона по модифицированной теорией "старения".

Конструкции постоянное железобетонных пролетных строений мостов с двумя железобетонными плитами чаще всего устраиваются в опорных зонах неразрезных балок. Это приводит к экономии металла на пролетное строение за счет включения в работу сжатого бетона нижней плиты вместе с металлическим нижним поясом балки. Преимуществами этой конструкции является более простая конструкция опоры пролетного строения моста на опорные части.

Рассматривается сталежелезобетонные балка пролетного строения моста с двумя железобетонными плитами.

В каждом сечении действует изгибающий момент. Балка произвольной формы, но имеет одну ось симметрии. Предполагается, что сцепление арматуры и металлической балки с бетоном осуществлено до приложения нагрузки.

Приведенная методика расчета такой балки на действие изгибающего момента с учетом влияния ползучести бетона. Определяются напряжения в бетоне, арматуре и стальной части сечения в любой момент времени t .

Приведенные результаты расчета неразрезной пролетного строения автодорожного моста такой конструкции, по схеме 3 x 33 м по приведенной методике.

Результаты статьи могут быть внедрены для автоматизации технологического процесса проектирования мостов такой конструкции.

Ключевые слова: пролетного строения, сталежелезобетонные балка с двумя железобетонными плитами, напряжения, изгибающий момент, ползучесть бетона, алгоритм расчета.

Annotation. The article proposed model and algorithm calculation composite steel and concrete structures of bridges with two reinforced concrete slabs in effect bending moment considering concrete creep on a modified theory «of aging».

Object of study - composite steel and concrete span beam bridge with two reinforced concrete slabs.

Purpose - to develop a model and calculation algorithm composite steel and concrete structures of bridges with two reinforced concrete slabs in effect bending moment considering concrete creep on a modified theory «of aging».

Composite steel and concrete structures of bridges with two reinforced concrete slabs are often arranged in the supporting areas of continuous beams. This results in savings for metal spans to include the work of compressed concrete bottom plate with a metal belt lower beam. The advantage of this design is more simple design leaning span bridge supporting parts.

Composite steel and concrete structures of bridges with two reinforced concrete slabs consider.

Each section has bending moment. Beam arbitrary shape, but has a symmetry axis. It is assumed that coupling fittings and metal beams with concrete made application to load.

The method of calculation of such beams bending moment on the action with the influence of creep of concrete. Identify stress in concrete and steel reinforcement of the section at any time.

The results of calculation of continuous span road bridge of this design, scheme 3 x 33 m for the given method.

The results of the article can be implemented to automate the process of designing bridges of this design.

Key words: bridge spans, stalezalizobetonna beam with two reinforced concrete slabs, tension, bending moment, creep of concrete calculation algorithm.

У статі запропоновано модель і розроблено алгоритм розрахунку сталезалізобетонних конструкцій мостів з двома залізобетонними плитами на дію згинального моменту з урахуванням повзучості бетону за модифікованою теорією "старіння".

Конструкції стале залізобетонних прогонових будов мостів з двома залізобетонними плитами найчастіше влаштовуються в опорних зонах нерозрізних балок. Це призводить до економії металу на прогонову будову за рахунок включення в роботу стиснутого бетону нижньої плити разом з металевим нижнім поясом балки. Крім того забезпечується місцева стійкість елементів нижньої плити в зоні укладання бетону. До переваг відноситься і більш проста конструкція спирання прогонової будови моста на опорні частини.

Методику розрахунку такої прогонової будови з урахуванням повзучості бетону за модифікованою теорією "старіння" покажемо нижче.

Розглянемо сталезалізобетонний брус, в якому металеву балку об'єднано з двома залізобетонними плитами, які армовані арматурою (див. рис. 1)

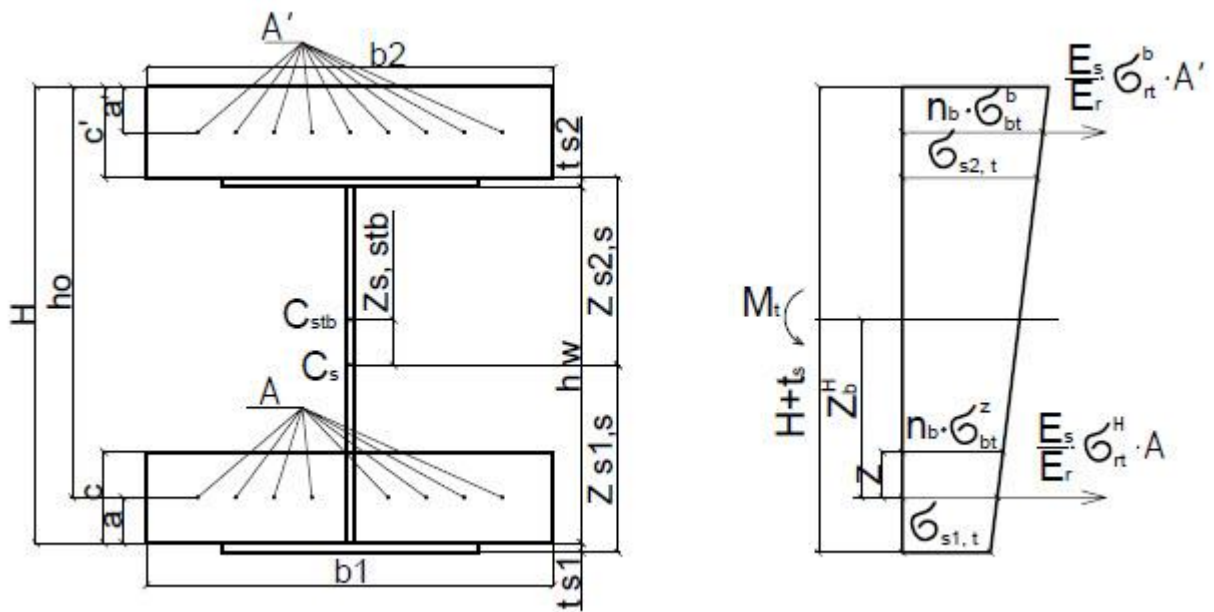


Рисунок 1 - Напруження в металевій балці, яка об'єднана з двома залізобетонними плитами.

У кожному перерізі діє згинальний момент M .

Припустимо, що згинальний момент M від'ємний. Переріз довільної форми, але має одну вісь симетрії. Передбачається, що зчеплення арматури і з'єднання металевої балки з бетоном здійснено до прикладання навантаження.

Необхідно визначити напруження у бетоні, арматурі і металевій балці у будь-який момент часу t .

Приймаємо лінійний закон розподілу напружень у бетоні і сталевій частині перерізу по висоті стале залізобетонної балки. Невідомими вважаємо напруження у бетоні на рівнях центрів ваги арматур верхньої і нижньої плит σ_{bt}^B і σ_{bt}^H , напруження арматури на тих самих рівнях σ_{rt}^B і σ_{rt}^H , напруження в сталевій балці на рівнях верхньої і нижньої її фібри $\sigma_{s2,t}$ і $\sigma_{s1,t}$.

Вважаємо, що невідомі напруження додатні (розтяг). Для визначення невідомих складаємо рівняння проекцій діючих зусиль на вісь бруса, рівняння моментів зусиль відносно центру ваги арматури нижньої плити, два рівняння спільності деформацій бетону й арматури верхньої і нижньої залізобетонних плит, два рівняння спільності деформацій бетону та верхньої і нижньої фібр сталеві балки, а також рівняння, що випливає із гіпотези плоских перерізів.

Напруження у бетоні у будь-якій точці перерізу по висоті верхньої і нижньої плит, що розташована на відстані Z від центру ваги нижньої арматури (σ_{bt}^Z), через σ_{bt}^B і σ_{bt}^H .

На рисунку 1 видно, що

$$\sigma_{bt}^Z = \sigma_{bt}^B \cdot \frac{z}{h_0 - a'} + \sigma_{bt}^H \cdot \frac{(h_0 - a' - z)}{h_0 - a'}. \quad (1)$$

Тоді напруження у бетоні на рівні нижньої і верхньої фібр металевої балки буде:

$$\sigma_{bt}^{S1} = -\frac{d}{h_0 - a'} \cdot \sigma_{bt}^B + \sigma_{bt}^H \cdot \frac{(h_0 - a' + d)}{h_0 - a'}. \quad (2)$$

$$\sigma_{bt}^{S2} = \sigma_{bt}^B \cdot \frac{h_0 - c'}{h_0 - a'} + \sigma_{bt}^H \cdot \frac{c' - a'}{h_0 - a'}. \quad (3)$$

де $d = a + t_{s1}$ – відстань від центру ваги арматури нижньої залізобетонної плити до нижньої фібри металевої балки;

t_{s1} – товщина нижнього поясу металевої балки.

Напруження в металевій балці, на основі гіпотези плоских перерізів, у будь-якій точці перерізу її, що розташована на відстані Z від центру ваги нижньої арматури (σ_{st}^Z), через $\sigma_{s2,t}$ і $\sigma_{s1,t}$ буде:

$$\sigma_{st}^z = \sigma_{s1,t} \cdot \frac{(h_0 - c' - z)}{(h_0 - c' + d)} + \sigma_{s2,t} \cdot \frac{(z + d)}{(h_0 - c' + d)} \quad (4)$$

Переходимо до складання рівнянь:

1) Рівняння проєкцій ($\sum x=0$)

$$\frac{c/2}{-d} \sigma_{bt}^z \cdot dA_b + \frac{h_0}{h_0 - c'} \sigma_{bt}^z \cdot dA_b + \sigma_{rt}^H \cdot A + \sigma_{rt}^B \cdot A' + \sigma_{st}^z \cdot dA_s = 0; \quad (5)$$

2) Рівняння моментів ($\sum M=0$)

$$\sigma_{bt}^z \cdot z \cdot dA_b + \sigma_{bt}^z \cdot z \cdot dA_b + \sigma_{st}^z \cdot z \cdot dA_s + \sigma_{rt}^B \cdot A' \cdot h_0 - a' \cdot M = 0 \quad (6)$$

Рівняння спільності деформацій бетону і арматури на рівні центру ваги бетону верхньої і нижньої залізобетонної плити на основі модифікованої теорії “старіння” бетону [2]:

$$\sigma_{rt}^B = n_r \cdot (\sigma_{b0}^B \cdot K_1 + \sigma_{bt}^B \cdot K_2); \quad (7)$$

$$\sigma_{rt}^H = n_r \cdot (\sigma_{b0}^H \cdot K_1 + \sigma_{bt}^H \cdot K_2); \quad (8)$$

де $n_r = \frac{E_r}{E_{b0}}$ - відношення модуля пружності арматури E_r до початкового модуля пружності бетону E_{b0} ; K_1 і K_2 - коефіцієнти, що прийняті при параболічній залежності між напруженнями у бетоні в момент часу τ $\sigma_{b\tau}$

і характеристикою повзучості бетону φ_t обчислюються за формулами [3]:

$$K_1 = (1 - \alpha + K_0) \cdot \frac{\varphi_t}{3}; \quad K_2 = 1 + (2 + \alpha - K_0) \cdot \frac{\varphi_t}{3};$$

а при лінійній залежності за формулами

$$K_1 = (1 - \alpha + K_0) \cdot \frac{\varphi_t}{2}; \quad K_2 = 1 + (2 + \alpha - K_0) \cdot \frac{\varphi_t}{2};$$

де φ_t - гранична характеристика повзучості бетону, що обчислюється за [1];

α і K_0 - коефіцієнти, що обчислюються за [2];

Рівняння спільності деформацій верхньої фібри металевої балки і бетону:

$$\sigma_{s2,t} = n_b \cdot (\sigma_{b0}^{s2} \cdot K_1 + \sigma_{bt}^{s2} \cdot K_2); \quad (9)$$

Рівняння спільності деформацій нижньої фібри металевої балки і бетону:

$$\sigma_{s1,t} = n_b \cdot (\sigma_{b_0}^{s1} \cdot K_1 + \sigma_{bt}^{s1} \cdot K_2); \quad (10)$$

де $n_b = \frac{E_s}{E_{b_0}}$ - відношення модуля пружності металу балки E_s до

початкового модуля пружності бетону E_{b_0} .

Підставляємо рівняння (5) і (6) замість σ_{rt}^B і σ_{rt}^H їх вирази (7) і (8), замість $\sigma_{s2,t}$ і $\sigma_{s1,t}$ їх вирази (9) і (10) та враховуючи вирази (1), (2), (3), (4) і (17)-(20) після перетворень рівнянь маємо 2 рівняння з двома невідомими σ_{bt}^B і σ_{bt}^H :

1)

$$\begin{aligned} \sigma_{bt}^B \cdot \frac{(S_{B1}+S_{B2})}{h_0-a'} + n_r \cdot K_2 \cdot A' + \frac{K_2 \cdot h_0-c' \cdot F'-D' \cdot d}{h_0-a'} + \sigma_{bt}^H \cdot (A_{B1} + A_{B2}) - \\ \frac{(S_{B1}+S_{B2})}{h_0-a'} + n_r \cdot K_2 \cdot A + \frac{K_2 \cdot h_0-a'+d \cdot D' + c'-a' \cdot F'}{h_0-a'} + n_r \cdot K_1 \cdot \eta^H \cdot A + \eta^B \cdot A' \cdot \\ M + K_1 \cdot \eta^{S1} \cdot D' + \eta^{S2} \cdot F' \cdot M = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

2)

$$\begin{aligned} \sigma_{bt}^B \cdot \frac{(I_{B1}+I_{B2})}{h_0-a'} + n_r \cdot K_2 \cdot A' \cdot h_0 - a' + \frac{K_2 \cdot h_0-c' \cdot B'-V' \cdot d}{h_0-a'} + \sigma_{bt}^H \cdot \\ (S_{B1} + S_{B2}) - \frac{(I_{B1}+I_{B2})}{h_0-a'} + \frac{K_2 \cdot h_0-a'+d \cdot V' + c'-a' \cdot B'}{h_0-a'} + [n_r \cdot K_1 \cdot \eta^B \cdot A' \cdot \\ h_0 - a' + K_1 \cdot \eta^{S1} \cdot V' + \eta^{S2} \cdot B' - 1] \cdot M = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\text{де } D' = \frac{n_b \cdot [(h_0-c) \cdot A_s - S_s]}{h_0-c'+d}; \quad (13)$$

$$F' = \frac{n_b \cdot (S_s + d \cdot A_s)}{h_0-c'+d}; \quad (14)$$

$$V' = \frac{n_b \cdot [(h_0-c') \cdot S_s - I_s]}{h_0-c'+d}; \quad (15)$$

$$B' = \frac{n_b \cdot (I_s + d \cdot S_s)}{h_0-c'+d}; \quad (16)$$

$S_{B1} = \int_{-d}^{c/2} z \cdot dA_b$ - статичний момент площі бетонного перерізу нижньої плити відносно осі, що проходить через центр ваги нижньої арматури;

$S_{B2} = \frac{h_0}{h_0 - c'} z \cdot dA_b$ - статичний момент площі бетонного перерізу верхньої плити відносно осі, що проходить через центр ваги арматури нижньої плити;

A_{B1} і A_{B2} - площі бетонного перерізу відповідно нижньої і верхньої плити;

$I_{B1} = \frac{c/2}{-d} z^2 \cdot dA_b$ - момент інерції площі бетонного перерізу нижньої плити відносно вісі, що проходить через центр ваги нижньої арматури;

$I_{B2} = \frac{h_0}{h_0 - c'} z^2 \cdot dA_b$ - момент інерції площі бетонного перерізу верхньої плити відносно осі, що проходить через центр ваги нижньої арматури;

$I_s = A_s z^2 \cdot dA_s$ - момент інерції металевої балки відносно тієї самої осі;

$S_s = A_s z \cdot dA_s$ - статичний момент площі металевої балки відносно тієї ж осі;

A_s - площа перерізу металевої балки;

Зрозуміло, що

$$\sigma_{b0}^H = -\frac{M \cdot Z_{b,n}^H}{I_{b,n}} = \eta^H \cdot M ; \quad (17)$$

$$\sigma_{b0}^B = \frac{M \cdot Z_{b,n}^B}{I_{b,n}} = \eta^B \cdot M ; \quad (18)$$

$$\sigma_{b0}^{S1} = -\frac{M \cdot Z_{b,n}^{S1}}{I_{b,n}} = \eta^{S1} \cdot M ; \quad (19)$$

$$\sigma_{b0}^{S2} = \frac{M \cdot Z_{b,n}^{S2}}{I_{b,n}} = \eta^{S2} \cdot M ; \quad (20)$$

де $I_{b,n}$ - момент інерції приведенного до бетону всього перерізу сталевих залізобетонної балки відносно його центральної осі;

$Z_{b,n}^H$ і $Z_{b,n}^B$ - відстань від центру ваги приведенного до бетону перерізу балки відносно центрів ваги арматури нижньої і верхньої плит;

$Z_{b,n}^{S1}$ і $Z_{b,n}^{S2}$ - відстань від центру ваги приведенного до бетону перерізу балки відносно нижньої і верхньої фібри металевої балки;

Площа приведення до бетону перерізу сталевих залізобетонної балки:

$$A_{b.n} = A_{B1} + A_{B2} + n_r - 1 \cdot A' + A + (n_b - 1) \cdot A_s; \quad (21)$$

Приймаємо такі позначення:

$$\beta_1 = \frac{S_{B1} + S_{B2}}{h_0 - a'} + \frac{K_2 \cdot h_0 - c' \cdot F' - D' \cdot d}{h_0 - a'} + K_2 \cdot A' \cdot n_r; \quad (22)$$

$$\gamma_1 = A_{B1} + A_{B2} + \frac{K_2 \cdot h_0 - a' + d \cdot D' + (c' - a') \cdot F'}{h_0 - a'} + K_2 \cdot n_r \cdot A - \frac{S_{B1} + S_{B2}}{h_0 - a'}; \quad (23)$$

$$\delta_1 = K_1 \cdot D' \cdot \eta^{S1} + F' \cdot \eta^{S2} + n_r \cdot K_1 \cdot A \cdot \eta^H + A' \cdot \eta^B; \quad (24)$$

$$m_5 = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{h_0 - a'} + \frac{K_2 \cdot h_0 - c' \cdot B' - V' \cdot d}{h_0 - a'} + K_2 \cdot A' \cdot n_r \cdot h_0 - a'; \quad (25)$$

$$m_6 = S_{B1} + S_{B2} + \frac{K_2 \cdot h_0 - a' + d \cdot V' + (c' - a') \cdot B'}{h_0 - a'} - \frac{I_{B1} + I_{B2}}{h_0 - a'}; \quad (26)$$

$$m_7 = K_1 \cdot V' \cdot \eta^{S1} + B' \cdot \eta^{S2} + n_r \cdot K_1 \cdot A' \cdot \eta^B h_0 - a' - 1; \quad (27)$$

Рівняння для визначення напружень σ_{bt}^B і σ_{bt}^H набувають вигляду:

$$\beta_1 \cdot \sigma_{bt}^B + \gamma_1 \cdot \sigma_{bt}^H + \delta_1 \cdot M = 0; \quad (28)$$

$$m_5 \cdot \sigma_{bt}^B + m_6 \cdot \sigma_{bt}^H + m_7 \cdot M = 0; \quad (29)$$

Напруження у бетоні:

$$\sigma_{bt}^B = \eta_t^B \cdot M; \quad (30)$$

$$\sigma_{bt}^H = \eta_t^H \cdot M; \quad (31)$$

Напруження в центрі ваги арматури верхньої і нижньої залізобетонної плити:

$$\sigma_{rt}^B = n_r \cdot (\eta_t^B \cdot K_1 + \eta_t^b \cdot K_2) \cdot M; \quad (32)$$

$$\sigma_{rt}^H = n_r \cdot (\eta_t^H \cdot K_1 + \eta_t^H \cdot K_2) \cdot M \quad (33)$$

Напруження в крайніх фібрах металевої балки:

у верхній фібрі:

$$\sigma_{s2,t} = n_b \cdot (\sigma_{b0}^{S2} \cdot K_1 + \sigma_{bt}^{S2} \cdot K_2); \quad (34)$$

у нижній фібрі:

$$\sigma_{s1t} = n_b \cdot (\sigma_{b0}^{S1} \cdot K_1 + \sigma_{bt}^{S1} \cdot K_2); \quad (35)$$

де $\sigma_{b0}^{S2} = \eta^{S2} \cdot M$; $\sigma_{b0}^{S1} = \eta^{S1} \cdot M$;

$$\sigma_{bt}^{S2} = \sigma_{bt}^B \cdot \frac{h_0 - c'}{h_0 - a'} + \sigma_{bt}^H \cdot \frac{c' - a'}{h_0 - a'};$$

$$\sigma_{bt}^{S1} = \sigma_{bt}^B \cdot \frac{-d}{h_0 - a'} + \sigma_{bt}^H \cdot \frac{h_0 - a' + d}{h_0 - a'};$$

Значення η_t^H і η_t^B визначаємо за формулами:

$$\eta_t^B = \frac{\gamma_1 \cdot m_7 - \delta_1 \cdot m_6}{\beta_1 \cdot m_6 - \gamma_1 \cdot m_5}; \quad (36)$$

$$\eta_t^H = \frac{\delta_1 \cdot m_5 - \beta_1 \cdot m_7}{\beta_1 \cdot m_6 - \gamma_1 \cdot m_5}; \quad (37)$$

Розглянемо нерозрізну прогонову будову стале залізобетонного автодорожнього мосту за схемою 3х33,0 м такої ж конструкції.

Габарит мосту Г-8,0 м. У поперечному перерізі дві металеві коробки заввишки 1,7 м і завширшки 1,6 м на відстані 4,9 м між їх осями (див. рис.2)

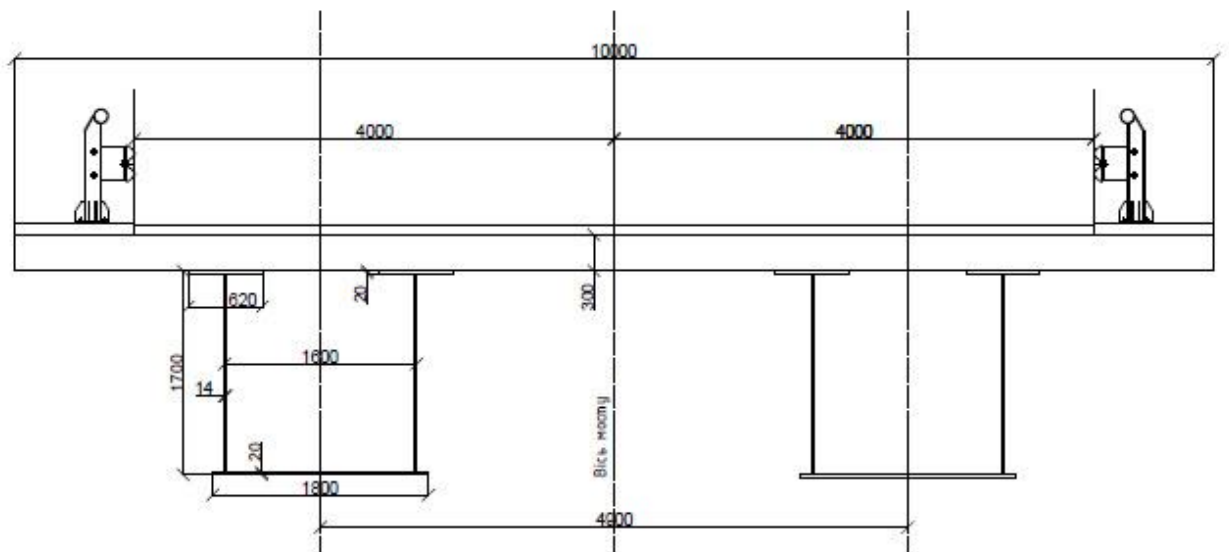


Рисунок 2 - Поперечний переріз прогонової будови мосту в середині крайнього прогону

Залізобетонна плита завширшки 10м у верхній частині має симетричні поперечні 2% ухили від осі до країв.

Огородження проїзду, встановленні на цоколях заввишки 10 см над покриттям і завширшки 1,0 м. Середня висота верхньої залізобетонної плити прогонової будови - 0,3м.

Бетон плити класу міцності В35, щільності W14 і морозостікістю F300.

Металеві коробки виконані зі сталі класу міцності С390.

Армування плит виконано двома сітками з арматури А-III. Усі стики арматури виконано внапуск. Коефіцієнти армування у кожному напрямі прийнято 1%. Для приєднання плити до головних балок застосовано штирьові упори діаметром 20мм, заввишки 210 мм для верхньої плити і 160 мм – для нижньої.

Товщину захисних шарів для верхньої і нижньої арматурних сіток плит прийнято 45 мм. Відстань від верхньої і нижньої грані плити до центрів ваги верхньої і нижньої арматури плит

$$a_s = a'_s = 45 + \frac{14}{2} = 52 \text{ мм.}$$

Прийнято 98Ø14АIII, з кроком 102 мм на верхню плиту, яка працює разом з 1 коробкою, площею $A'_s = 151\text{см}^2$.

Для нижньої плити завтовшки 25,0 см, яка розміщується в зонах від'ємних моментів на відстанях 5,5 м по обидві сторони від проміжних опор, прийнято армування із 26Ø14 мм, з кроком 123мм, площею $A'_s = 40\text{см}^2$.

Розрахунок виконано для перерізу сталеве залізобетонної балки коробчастого типу з двома залізобетонними плитами на рівні поясів над проміжною опорою мосту.

Першу частину постійного навантаження сприймає металевий переріз балки, згинальний момент від цього навантаження становить $M_1 = -6544,4 \text{ кНм}$. На 28 добу після бетонування сталеве залізобетонна балка включається в роботу на другу частину постійного навантаження і момент становить:

$$M_2 = -2397,05 \text{ кНм.}$$

Граничне значення характеристики повзучості бетону прийнята $\varphi_t = 1,82$ [1].

Напруження у металевій балці у момент прикладання першої частини постійного навантаження склали:

на рівні верхньої фібри $\sigma_{S2}^I = 125.9\text{МПа}$ (розтяг);

на рівні нижньої фібри $\sigma_{S1}^I = -102.55\text{МПа}$ (стиснення).

Напруження у бетоні в момент прикладання другої частини постійного навантаження M_2 становили:

- на рівні центру ваги арматури верхньої з/б плити

$$\sigma_{b0}^b = 0.83\text{МПа};$$

- на рівні центру ваги арматури нижньої залізобетонної плити

$$\sigma_{b0}^H = -1.81\text{МПа};$$

- на рівні верхньої межі металевої балки

$$\sigma_{b0}^{S2} = 0.6\text{МПа};$$

- умовні напруження на рівні нижньої межі металевої балки

$$\sigma_{b0}^{S1} = -2.0\text{МПа};$$

Напруження в арматурі у момент прикладення другої частини постійного навантаження M_2 складали:

- на рівні центру ваги арматури верхньої з/б плити:

$$\sigma_{r0}^b = 4.72\text{МПа};$$

- на рівні центру ваги арматури нижньої з/б плити:

$$\sigma_{r0}^H = -10.28\text{МПа};$$

Напруження в металевій балці від другої частини постійного навантаження M_2 у момент його прикладення складали:

- на рівні верхньої границі:

$$\sigma_{S2} = 3.6\text{МПа};$$

- на рівні нижньої границі

$$\sigma_{S1} = -12.1\text{МПа};$$

Напруження у бетоні від другої частини постійного навантаження M_2 з урахуванням повзучості бетону на момент часу t складали:

- на рівні центру ваги арматури верхньої плити

$$\sigma_{bt}^b = 0.66\text{МПа};$$

- на рівні центру ваги арматури нижньої плити

$$\sigma_{bt}^H = -0.91\text{МПа};$$

- на рівні верхньої межі металевої балки

$$\sigma_{bt}^{S2} = 0.53\text{МПа};$$

- умовні напруження на рівні нижньої межі металевої балки

$$\sigma_{bt}^{S1} = -0.93\text{МПа};$$

Напруження в арматурі від другої частини постійного навантаження M_2 з урахуванням повзучості бетону на момент часу t склали:

- на рівні центра ваги верхньої плити

$$\sigma_{rt}^b = 11 \text{ МПа};$$

- на рівні центру ваги арматури нижньої плити:

$$\sigma_{rt}^H = -16.3 \text{ МПа}.$$

Напруження в металевій балці від другої частини постійного навантаження M_2 з урахуванням повзучості бетону на момент часу t склали:

- на рівні верхньої границі:

$$\sigma_{S2,t} = 9 \text{ МПа};$$

- на рівні нижньої границі:

$$\sigma_{S1,t} = -18 \text{ МПа}.$$

Література

1. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. – К: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006.
2. Лившиц Л.Д. Расчет железобетонных конструкций с учетом влияния усадки и ползучести бетона – К: Издательское объединение „Вища школа“, 1975.
3. Снитко В.П. Проектування сталезалізобетонних мостів : навч. посібник. – К.: НТУ, 2005.
4. Снитко В.П. Проектування та розрахунок прогонових будов металевих мостів: навч. посібник. – К.: НТУ, 2010.
5. Снитко В.П. Методика розрахунку прогонових будов з утопленими у бетон металевими балками на дію згинального моменту з урахування повзучості бетону / Снитко В.П. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : науково-технічний збірник. – Вип. 94. – К.: НТУ, 2015.

Рецензенти:

Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Doroshenko Yu.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **25.08.2016 р.**

УДК 625.7/.8

Савенко В. Я. д-техн. наук, Хаджи Р. д-техн. наук, Дахуа Л.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУНТОВО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТКОСОВ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация: В статье приведены результаты испытаний и их анализ для определение поведение откосов автомагистрали A1 в Алжире в целях его укрепления.

Ключевые слова: устойчивость откосов, характеристики грунтов, лабораторные и полевые испытания.

Анотація: У статті наведені результати випробувань та їх аналіз для визначення поведінки укосів автомагістралі A1 в Алжирі з метою його укріплення.

Ключові слова: стійкість укосів, характеристики ґрунтів, лабораторні та польові дослідження.

Abstract: This paper presents the results of tests and analysis for the determination of the behavior of slopes Highway A1 in Algeria in order to strengthen it.

Keywords: slope stability, soil characteristics, laboratory and field tests.

Введение

Литологическими, минералогическими и геотехническими исследованиями и анализы определены характеристики грунтов в районе прохождения автомагистрали A1. Были использованы такие методы исследования: дифракция рентгеновских лучей X, флуоресцентные лучи X, инфракрасная спектроскопия и определение гранулометрического состава грунта. Эти методы были выбраны исходя из составления результатов различных анализов с целью качественной оценки восприимчивости геологических формаций к оползнеобразованию в исследуемой области. В результате выполненной работы были выявлены различные предрасполагающие факторы что позволило улучшить понимание генезиса гравитационных неустойчивостей в гранулированных средах.

Постановка задачи исследований

Важность изучения стабильности оснований транспортной инфраструктуры (автомобильных, железнодорожных и т.д.) и понимания причин и механизмов разрушений для оценки их эволюции во времени и пространстве имеет решающее значение для экономического и социального развития любой страны. Как и в других средиземноморских странах, на Севере Алжира распространены явления эрозии грунтов. В последние годы это явление имеет тенденцию к увеличению с текущим изменением климата. Эрозия грунтов влечет за собой много повреждений, которые затрагивают несколько областей деятельности экономики страны и, в частности, сооружения. В северо-восточном регионе, в том числе провинции Буйра и провинции Бордж Боу Арририж, города и деревни пострадали от явления оползней (проседания, оползни, обвалы, падающие камни и валуны и т.п.) в дорожной сети и жилой застройке. Отсутствие ссылок и информации об оползнях в этом регионе Алжира, заставило нас сосредоточиться на факторах, предрасполагающих и вызывающих нестабильность. Они встречаются в больших количествах в некоторых долинах, но они, как правило, отличаются в размерах и разнообразны по своей природе. Большинство из них затрагивает только поверхностные структуры, которые охватывают боковые стороны долины, но они также встречаются на глинистых и мергелевых отложениях. С одной стороны, на основе полевых исследований и с другой стороны - анализов, проведенных в лаборатории, можно отметить следующие факторы: геологический характер местности где преобладает мергель с гипсовыми глинами, эти слои имеют ограниченную проницаемость и в присутствии воды и легко теряют свою механическую прочность. Грунт часто насыщен водой из воды грунтовых и фильтрационных вод, а содержание воды часто превышает предел текучести, затем сцепление недостаточно, и грунт легко сползает вниз по склону. Суглинистые грунты, особенно слабые с примесью органического вещества, очень чувствительны к ливневым дождям. Сбор действующую базу данных для моделирования механических движений и выделить поведение грунта. Эта работа требует изначально общий анализ предрасполагающих факторов, а во-вторых их моделирование с использованием соответствующих методов расчета. Собрав все минералогические, литологические и морфоструктурные показатели для этой работы следует уточнить наиболее вероятные причины нестабильности и определить рациональные подходы к

выполнению инженерных изысканий и земляных работ. Цель этой работы заключается в том, чтобы создать работоспособную и воспроизводимую методологию в области геологии применительно к участкам вероятного скольжения и имеющих либо аналогичную литологию, либо одни и те же факторы предрасположенности и те же геоморфологические и геологические условия.

Географический и геологический контекст района исследований

Область исследования занимает стратегическое место в Северо-Восточной Алжире. Она находится на 180 км к востоку от столицы Алжир. Он расположен между провинциями Борж Буаририж и Буйра и ограничивается на севере г. Беджая, на востоке г. Сетиф, на юге г. М'сила и на западе г. Бумердес. Зона расположена на магистрали A1 называемой «Восток-Запад» на ПК 240+847 (рис.1,а) в горной местности природного откоса в пределах от 20° до 35°, высота над уровнем моря от 530 м до 660 м и нивелирование между 20 м и 60 м.

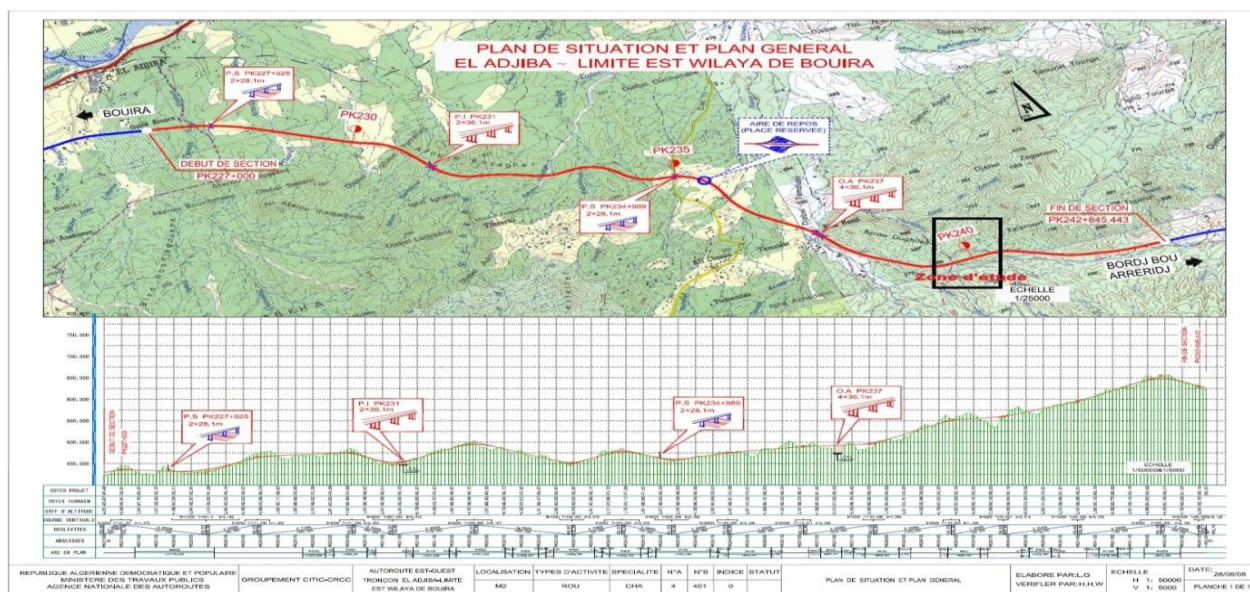
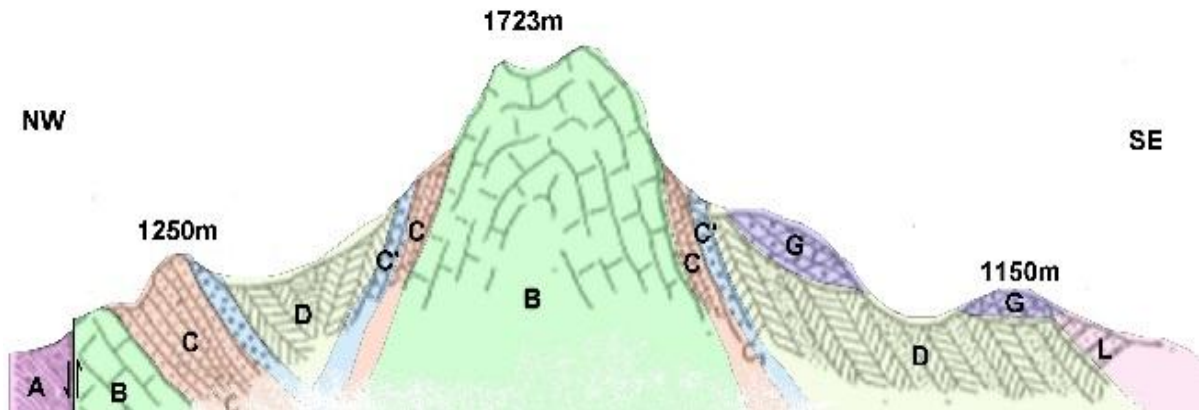


Рисунок 1 – Положение зоны исследования (а) и общий профиль исследуемой области (б)

С морфоструктурной точки зрения, исследуемая область имеет выход к морю между юго-западными склонами цепи Бабар, Северной цепи Бибан и южного Джержура [1]. Регион характеризуется континентальным климатом, в котором преобладают теплые температуры летом и очень низкие зимой, одни из самых низких в Алжире. Годовое количество осадков составляет 300-800 мм.

Различные исследования представляют область исследования в качестве бассейна из мергеля и черных глин, покрытыми слоями известняка, которые вклиниваются в некоторые слои глины и гипса [2, 3] (рис. 2). На севере рельеф становится неравномерным, он характеризуется горами которые часто разрезаны оврагами и водоразделами.



A = сланцы, B = известняки плотные, C = конгломераты и агломераты, D = песчаник, G = известняки трещиноватые, L = глина и песчаник

Рисунок 2 – Разрез Северо-Запад/Юго-Восток горы Шеллала

Литостратиграфия района состоит из осадочного триаса, юрского, мелового, неогена и мелового периодов. Четвертичные отложения сконцентрированы в долинах рек и на равнинах. Они представлены глинами и супесями, глинистого песка, гальки и конгломератов (рис. 3).



Рисунок 3 – Правый откос ПК 240+850

Материалы и методы: Для удовлетворения потребностей в поддержке крупных проектов дорожного строительства, мы остановили свой выбор на комбинированном подходе между лабораторным анализом и полевыми исследованиями. Геотехнические, геохимические и минералогические характеристики определены на разных образцах, что позволяет нам понять и лучше прогнозировать поведение грунта.

а) Гранулометрический анализ частиц: Анализ размера частиц проводили на трех образцах (обр.1, обр. 2 и обр.3), взятых соответственно на сечении дороги в направлении вверх и вниз через ПК 240+847, с интервалом 20м, чтобы определить процентное содержание зерен различных диаметров опытных образцов.

б) Анализ рентгеновской дифракции: использовался для определения минералогического состава верхнего слоя глины. Это метод, основанный на диффузии монохроматических рентгеновских лучей X по плоскостям решетки кристаллов, содержащихся в образце по закону Брэгга ($N\lambda = 2d \sin\theta$). Образец готовят заранее в соответствии с методом [4]. Дифракционный спектр регистрируется для углов дифракции от 2 до 30° в виде дифрактограмм для каждого обработанного образца. Различные расстояния между сетками каждого пика для различных минеральных видов, дает информацию о названии минерала и его составе с применением по отношению к измеренной интенсивности мультипликативного поправочного коэффициент, определяемый [5] (Cook et al. 1975). Используемый прибор – аппарат типа D8 Advance Bruker оборудован трубкой рентгеновских лучей X с медным антикатодом (Лаборатория, физики, университет Ферхат А., Сетиф-1).

в) Анализ с помощью инфракрасной спектроскопии (FTIR): Инфракрасная спектрофотометрия (в средней ИК области спектра 400-4000), позволяет характеризовать частоты функциональных групп. Представляет значительный интерес для изучения структуры глинистых грунтов.

г) Анализ методом флуоресценции рентгеновских лучи X (FRX): Метод флуоресценции рентгеновских лучей X , является методом анализа много-элементный неразрушающий. Этот метод позволяет определить общий химический состав твердого образца, основных элементов и микроэлементов. Используются лучи с длиной волны от нескольких $1/10$ и $1/100$ Å. Этот метод основан на взаимодействии рентгеновского излучения с электронами в глубоких слоях атомов. Эти взаимодействия приводят к внутренней

реорганизации электронов, ответственных за выдачу характерного излучения, которое позволяет качественно идентифицировать исследуемые атомы. Измерение характеристик интенсивности лучей позволяет количественное определение процентного состава анализируемого образца.

д) Геоэлектрические испытания: является геоэлектрическим методом получения изображения высокого разрешения изменения удельного электрического сопротивления геологических образований [6] (Lebourg et Frappa 2001). Нами получен профиль электрической томографии с системы диполь-диполь [7] (Sharma, 1997), длина профиля 300 м для изучения оползней. Профиль состоит из 30 электродов, расположенных в 10 м друг от друга с регистрирующей аппаратурой - прибор IRIS. Для интерпретации псевдо секций, необходимо присвоить значения удельного электрического сопротивления каждому слою составляющему этот участок.

Результаты и обсуждение

а) Анализ частиц: Установлено, что глинистая фракция, характеризуется диаметром менее 63 мкм, составляет примерно 70% по массе образца глины. Остальная часть образца состоит из ила и мелкого песка (рис.4). Согласно классификации ASTM это тонкая глина.

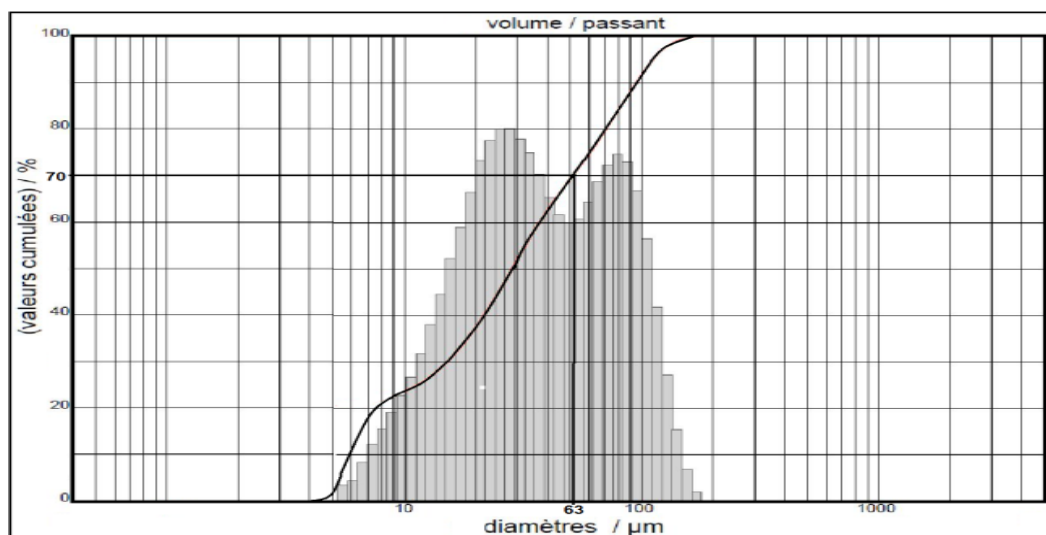


Рисунок 4 – Накопительное кривая классификации

б) Дифракционный рентгеновский анализ: Результаты представлены в виде спектров по двум осям, Counts/s и $^{\circ}2\theta$. Анализ показывает, что обычная глина состоит из кварца, кальцита, полевого шпата каолинита и

иллита. Пропорции оцениваются от площади пика. После удаления карбонатов кальция и сульфатов, анализ глинистой фракции показывает пик каолинита, иллитовые, и также слои пучинистого грунта (Рис.5). Пропорции разделены между 55% для каолинита, монтмориллонита 25% и 25% для прослоек хлорит-вермикулита. Сравнение трех проанализированных образцов показывает, что в минералогии преобладают глинистые минералы группы каолинита.

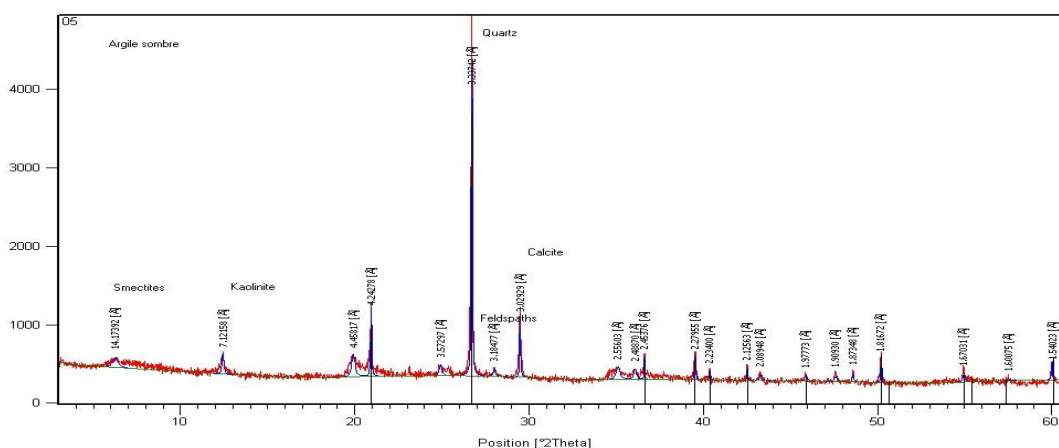


Рисунок 5 – Рентгенограмма образца глины

в) Анализ инфракрасной спектроскопии: Этот анализ был сделан для тех же образцов, как и в предыдущих исследованиях. Все адсорбционные полосы, относящиеся к фазе глины и примесей исследуемых образцов были рассмотрены и соответствующие инфракрасные спектры показаны на рис.6. Полосы слабой интенсивности, расположенные на $+798\text{ см}^{-1}$ и близко 750 см^{-1} указывают на присутствие каолинита [8] (Russel and Fraser, 1996). Карбонаты обнаруживаются практически во всех образцах, углероды были обнаружены с полосной характеристикой на 1400 см^{-1} . Способность глин к пучению при проникновении полярных молекул между плоскостями проявляется на промежутке $1400\text{-}1600\text{ см}^{-1}$ и способность к поглощению воды между $3600\text{-}3700\text{ см}^{-1}$. Отмечено что слои сильно водопоглощающего каолинита появляются на $3600\text{-}3800\text{ см}^{-1}$. Среди этих слоев преимущественно те, которые соответствуют колебаниям связей: Si-O, Si-O-Al, Si-O-Mg, Al-Al-OH, и Al-Mg-OH. Эти результаты подтверждают результаты дифракции рентгеновских лучей X, где эти глины являются группой каолинит монтмориллонита. Их характерные слои залегают на 1400 см^{-1} . Мощность пучинистых глин проявляется в диапазоне $1400\text{-}1600\text{ см}^{-1}$, адсорбция воды между $3600\text{-}3700\text{ см}^{-1}$.

Приведены в основном те группы, которые соответствуют колебаниям связей Si-O, Si-O-Al, Si-O-Mg, Al-Al-OH, и Al-Mg-OH. Эти результаты подтверждают результаты дифракции рентгеновских лучей X, где присутствуют глины группы монтмориллонита и каолинита.

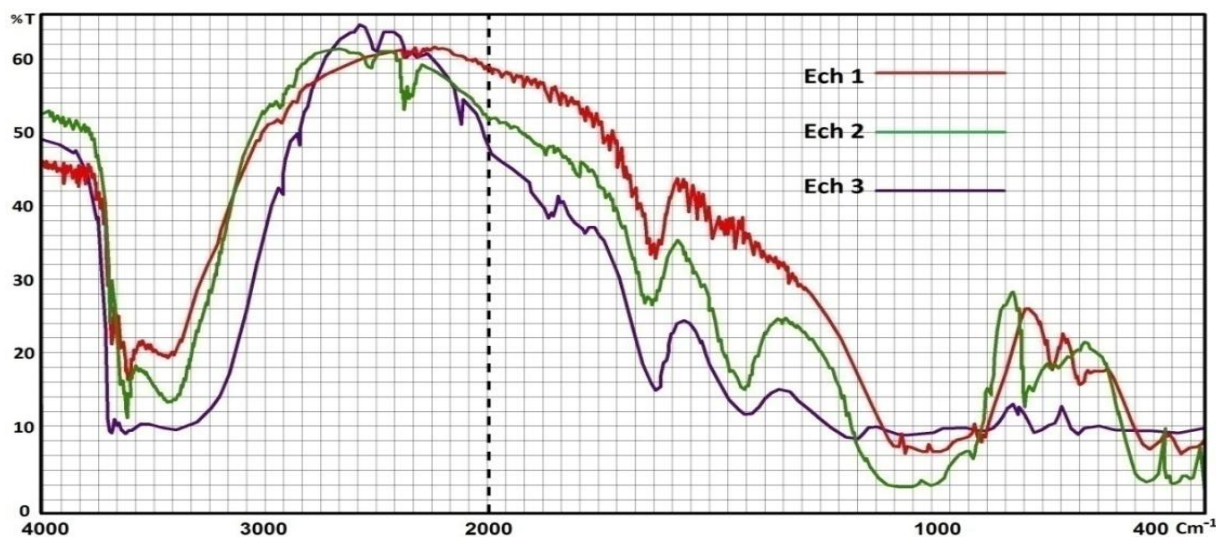


Рисунок 6 – Инфракрасный спектр трех исследованных образцов

г) Анализ с помощью рентгеновской флюоресценции: Результаты FRX дают процентное содержание основных элементов в образцах. Они показывают, что образцы состоят из нескольких неорганических оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O и т.д.), растворимых солей и органических веществ. Этот химический анализ позволяет сделать следующие результаты: двумя наиболее характерными элементами являются: SiO_2 со средним содержанием 39.470% и Al_2O_3 с средним содержанием 25.169%. Присутствие большой доли Fe_2O_3 (09,291%) объясняется выветриванием сланцев. Повышенные уровни SO_3 (0,083%) и FeS_2 (0,117%) иллюстрирует наличие гипса и пирита.

д) Геоэлектрические изыскания: Профиль диполь-диполь показывает на поверхности относительно высокое удельное сопротивление на сухих морены. Ниже мы видим более слабое удельное сопротивление что объясняется наличием водонасыщенных морен. Еще далее, но только на левой стороне профиля, выделим снова образование, где удельное сопротивление очень высокое (рис.7). Это объясняется коренных пород в районе характеризуется чередованием мергелей и глины. Коренные породы, возможно, не залегают

непрерывно под моренами, поскольку выделяется зона с очень низким удельным сопротивлением между точками 240 и 320 метров. Мы интерпретируем эту зону как зону разлома, где циркуляция воды имеет важное значение.

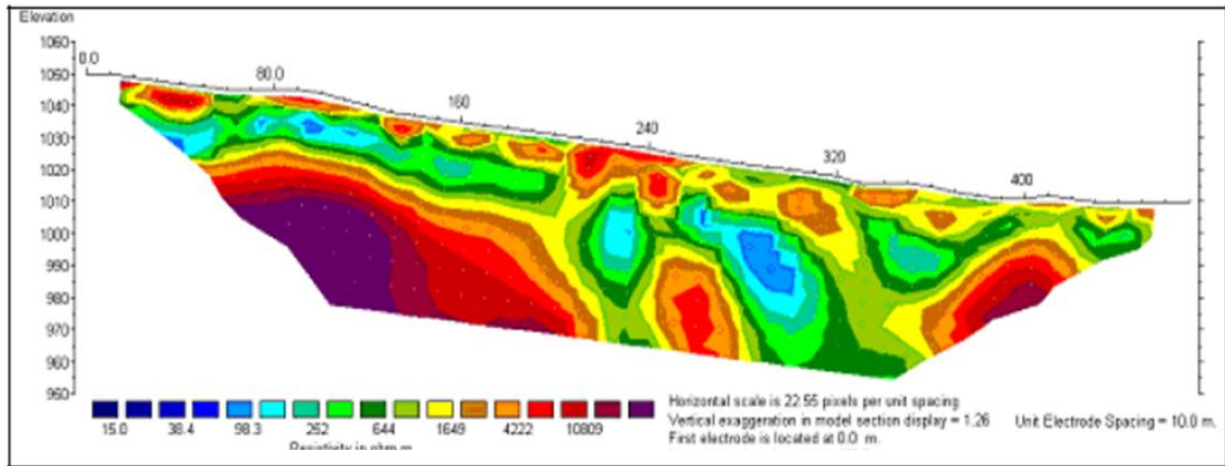


Рисунок 7 – Диполь-диполь профиль

По результатам лабораторных испытаний, классификация горных пород RMR (Rock Mass Rating) и натурных испытаний, инженерно-геологические и геотехнические параметры приведены в следующей таблице (табл. 1).

Таблица 1 – Геотехнические параметры

Параметр	Комко- ватый ил	Илистые горные породы	Песчаная глина	Мергель полностью выветре- лый	Мергель выветре- лый	Мергель немного выветре- лый
γ_h (kN/m ³)	19.0	21.5	19.0	20.0	21.4	24.0
C (kPa)	0	5	16	25	30	70
ϕ (°)	20	25	18	20	25	33
qd (bars)	25	48	38	40	100	

Механические свойства

Динамические тесты пенетрометра показывают, что слой поверхности грунта рыхлый. Геотехнические и упругие параметры были определены с помощью сдвиговых тестов в коробке CASAGRANDE (недренированные условия) и сжимающих испытания на прочность, выполняемых в лаборатории

на образцах которые были взяты во время геотехнического обследования (табл. 2).

Таблица 2 – Механические свойства изучаемого откоса

№	Слой	γ_h (KN/m ³)	C (kPa)	Ф (°)	E	ν
1	Илистые породы	21,5	5	25	12000	0.30
2	Песчаная глина	19	16	18	15000	0.32
3	Мергель полностью выветрелый	20	25	20	45000	0.35
4	Мергель выветрелый	21,4	30	25	95000	0.36

Выводы

По результатам, изложенным в работе, получен главный вывод о том, что грунтовые материалы изучаемого района являются групповой каолинита монтмориллонита. Их характеристики благоприятны к возникновению гравитационных движений сравнительно с более-менее устойчивыми откосами. Полученные результаты могут быть руководством по геологическим, химическим и минералогическим характеристикам района исследования. Для завершения анализа были объединены инженерно-геологические и геофизические данные. Этот подход основан на выявлении сочетания геологических, инженерно-геологических, минералогических и геофизических характеристик. Он имеет преимущество поскольку является не очень дорогостоящим, работы выполняются в течение приемлемого промежутка времени, подход дает возможность ценную информацию о геологическом происхождении элементов и их поведении. Полученные результаты дают возможность проектировщикам простой и удобный инструмент поддержки принятия решений. Подход дает возможность оценить сложность геологического строения склонов. Результаты геологических данных дают возможности для нового понимания структурной эволюции крупномасштабных деформаций в исследуемой области.

Литература

1. Obert, D. (1981). Etude géologique des Babors orientaux, Thèse : Doctorat d' état : terre, océan, espace, Université Pierre et Marie Curie. Paris 6, Paris :635 p.
2. Glaçon J., 1967- Recherche sur la géologie et les gites métallifères du Tell Sétifien (Algérie), Bulletin du Service Géologique d'Algérie, Nouv. Sér. n° 32, 674p.
3. Leikine M., 1971- Etude géologique des Babors occidentaux (Algérie), Thèse Doctoral, Paris536.
4. Moore D. M., Reynolds R. C. (1989)- X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford University Press. New York.
5. Cook, H/E/, Johnson, P.D., Matti, J.C. and Zemmels, I., (1975). Methods of sample preparation and x-ray diffraction analysis in x-ray mineralogy laboratory, In: Kaneps A.G. et al. (eds), Init. Repts DSDP XXVIII, Print. Office, Wachington DC, 997-1007.
6. Lebourg, T., & Frappa, M. (2001). Mesures géophysiques pour l'analyse des glissements *Revue Française de Géotechnique*, 96, 33-40.
7. Sharma V.R. (1997) *Environmental and Engineering Geophysics*, 1st Edition, Cambridge University Press, UK.
8. Russell, J.D. and Fraser, A.R. (1996) Infrared methods. pp. 11 – 67 in: *Clay Mineralogy: Spectroscopic and chemical determinative methods*. (M.J. Wilson, editor). Chapman & Hall, London.

Рецензенти:

Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдіпроддор".

Reviewers:

Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **18.07.2016 р.**

ДОРОЖНІ УМОВИ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

УДК 625.7/.8

Смирнова Н.В., д-р техн. наук, Иванов В.Д.

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДИАГРАММ

Анотація. У статті розглянуті основні особливості алгоритмічно-програмного моделювання руху транспортних потоків на двосмугових дорогах загального користування для побудови транспортних діаграм і рішення задач організації руху.

Ключові слова: автомобільна дорога, транспортний потік, вільний рух, швидкість руху.

Аннотация. В статье рассмотрены основные особенности алгоритмично-програмного моделирования движения транспортных потоков на двухполосных дорогах общего пользования для построения транспортных диаграмм и решения задач организации движения.

Ключевые слова: автомобильная дорога, транспортный поток, свободное движение, скорость движения.

Abstract. The article describes basic features of algorithmic and software traffic flow modeling on two-lane roads of general use for the transport diagrams building and organization of movement solving.

Keywords: road, traffic, free movement, speed of movement.

Исследование транспортных диаграмм позволяет оценивать транспортно-эксплуатационные характеристики дороги на всем периоде её жизненного цикла эксплуатации между ремонтами и вплоть до реконструкции. Исследование в пиковых областях и диапазонах транспортных диаграмм служит основой организации движения в пиковые периоды возрастания интенсивности с целью, например, недопущения заторов. Основным

результатом указанных исследований служит транспортная диаграмма, конкретный вид которой определяется дорожными факторами.

Для построения транспортных диаграмм прежде всего необходимо определить вероятностные характеристики скоростей свободного движения [5]. Значение скорости, рассчитанной по приведенным в [5] зависимостям, зависит от модели автомобиля. Но даже в одной и той же точке дороги эти значения не одинаковы в зависимости от цели поездки, психофизиологических свойства водителя [5], загрузки автомобиля, степени его изношенности и т.п. Такого рода факторов много, природа их различна и поэтому в каждой точке и для каждой модели j скорость является случайной величиной с рассчитанным средним значением v_{jcp} и дисперсией D_j или среднеквадратическим отклонением (СКО) σ_j ($\sigma^2=D$). Значения СКО σ_j устанавливают опытным путем, см. работы В.Н. Глущенко [4] или А.П. Васильева [2]. Согласно А.П. Васильеву, среднеквадратическое отклонение σ (км/час) зависит от квадрата скорости по эмпирической зависимости

$$\sigma(v) = a + b \cdot v^2, \quad (1)$$

в которой коэффициенты $a = 3$, $b = 0.001$.

Значения, вычисленные по этой зависимости, вполне коррелируются с опытными данными авторов, табл. 1.

Таблица 1 – Среднеквадратические отклонения скорости от среднего значения по типам автомобилей при различных значениях продольного уклона

Группа автомобилей	Среднеквадратические отклонения скорости, м/с, при значениях продольного уклона, %								
	–8	–6	–4	–2	0	2	4	6	8
Легкие грузовые	2,90	2,37	3,02	3,27	3,70	3,83	3,91	3,61	3,16
Средние грузовые	2,79	2,26	3,27	3,53	3,67	3,67	3,75	3,61	3,32
Тяжелые грузовые	2,41	2,74	2,81	2,85	2,93	3,05	3,25	3,48	2,88
Автобусы	2,05	2,47	3,30	3,51	3,55	3,58	3,67	3,61	3,32
Легковые	2,49	2,89	3,67	4,34	4,47	4,47	4,47	4,30	3,46

В дальнейшем принято, что распределение скорости в каждой группе j подчинено нормальному закону Гаусса [1,3], плотность распределения вероятностей скорости которого

$$f_j(v) = \frac{1}{\sigma_j \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(v-v_{jcp})^2}{2\sigma_j^2}}. \quad (2)$$

При известном составе потока общая плотность распределения вероятностей скорости $f(v)$ – это средне-весовая плотность частных плотностей $f_j(v)$

$$f(v) = \sum_{j=1}^n s_j f_j(v), \quad (3)$$

где s_j – часть автомобилей j -й группы в составе потока,
 n – количество групп автомобилей.

Для построения транспортных диаграмм необходимо моделировать движение транспортного потока с определением скоростей по всем типам автомобилей, итерационным вычислением интенсивности движения и определением вероятностных характеристик потока. Принято, что характеристики потока правой и левой полосы одинаковы.

Алгоритм моделирования для вывода транспортной диаграммы представлен следующим образом.

1. Моделируют свободное движение всех автомобилей, входящих в состав расчетного потока и вычисляют скорости отдельных его типов: $v_{\text{л}}$ – легковых, $v_{\text{г}}$ – грузовых и т.д., см. раздел 3. Устанавливают среднеквадратические отклонения скорости свободного движения тех же типов автомобилей: $\sigma_{\text{л}}$ – легковых, $\sigma_{\text{г}}$ – грузовых и т.д., используя формулу проф. А.П. Васильева [2]. Для каждого типа автомобилей по формуле нормального распределения (2) вычисляют значения плотности скорости $f_i(v)$ и находят по формуле (3) распределение скорости свободного движения всех автомобилей, входящих в поток $f(v)$. Как математическое ожидание находят скорость свободного движения $v_{\text{св}}$ всего потока.

2. Назначают плотность потока на правой полосе $r_{\text{п}} = 2$ авт/км.

3. При известной плотности потока автомобилей на своей, правой полосе интенсивности потока $q_{\text{п}} = r_{\text{п}} \cdot v_{\text{п}}$, но поскольку средняя скорость потока на

правой полосе v_{Π} до начала моделирования неизвестна, то интенсивность потока q_{Π} необходимо вычислять итерационным способом, уточняя с каждой итерацией и принимая скорость на первой итерации, например, равной средней скорости свободного движения $v_{св}$, см. п. 1.

4. Для каждого автомобиля типа v , находят плотности переходов [6]. Предварительно нужно вычислить следующие величины:

- $p_{тоб}$ – вероятность наличия во встречном потоке интервала $t_{об}$ между автомобилями, достаточного для выполнения обгона;
- $q'_{л}$ – фиктивную интенсивность потока на встречной полосе.

5. Для каждого автомобиля типа v находят вероятность свободного движения $P(v)$ [6]. Далее вычисляют среднюю скорость транспортного потока v_{Π} . Сравнивают отклонение этой скорости от значения на предыдущей итерации, и при недопустимом отклонении уточняют плотность потока, переходя к п. 3.

6. Интенсивность потока, соответствующую плотности r_{Π} находят по формуле $q_{\Pi} = r_{\Pi} \cdot v_{\Pi}$ [6].

7. Назначают новое значение плотности потока $r_{\Pi} = r_{\Pi} + \Delta r_{\Pi}$ и продолжают вычисления, начиная с п. 3. При превышении плотности максимального значения r_{max} моделирование завершено.

Приведены некоторые результаты моделирования и транспортные диаграммы.

Исходными данными примера моделирования стационарного режима служат характеристики скорости свободного движения, в табл. 2, 3.

Таблица 2 – Исходные данные о свободном движении

	Все	Гм	Гс	Гб	АП	АПп	Ам	Ас	Аб	Лм	Лс	Лб
%	100	2	3	4	5	6	7	8	9	20	14	22
Vmin	км/ч	50.0	50.0	40.0	40.0	40.0	50.0	50.0	60.0	70.0	70.0	80.0
Vmax	км/ч	70.0	70.0	65.0	65.0	65.0	80.0	70.0	90.0	100.0	120.0	150.0
Vcp	км/ч	60.0	60.0	52.5	52.5	52.5	65.0	60.0	75.0	85.0	95.0	115.0
СКО	км/ч	3.3	3.3	4.2	4.2	4.2	5.0	3.3	5.0	5.0	8.3	11.7

Плотности вероятностей скорости свободного движения каждого типа автомобилей $f_i(v)$ в составе потока рассчитаны по формуле нормального распределения, общая плотность $f(v)$ – по формуле (3). Общая плотность, показанная на рис. 2, типична для дорог общего пользования II – IV категорий и

имеет две характерные моды (в области 16 м/с и 24 м/с), а также достаточно большую зону (от 26 м/с и выше) для быстроходных легковых автомобилей, СКО скорости которых (табл. 2) в два и более раз больше СКО других автомобилей в составе потока.

Таблица 3 – Плотности вероятностей скорости свободного движения (фрагмент)

v , м/с	Все	Гм	Гс	Гб	АП	АПп	Ам	Ас	Аб	Лм	Лс	Лб
10	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0,004	0.000	0.000	0.029	0.029	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0,047	0.007	0.007	0.304	0.304	0.304	0.004	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
.....												
40	0,001											0.006

Анализ распределений вероятностей скорости $\Phi(v)$ в таблице 4 показывает закономерное уменьшение относительного числа более быстроходных автомобилей с ростом от интенсивности потока Q . При интенсивности 300 авт/ч практически нет автомобилей, движущихся со скоростью 38 м/с и больше; аналогичные соотношения и при других интенсивностях: 400 авт/ч – 36 м/с, 500 авт/ч – 34 м/с, 600 авт/ч – 26 м/с, 700 авт/ч – 14 м/с, 800 авт/ч – 12 м/с.

При приближении интенсивности к пропускной способности (824 авт/ч при коэффициенте сцепления 0,4) количество автомобилей, водители которых желали бы двигаться со скоростью 10 м/с, снизилось практически до нуля.

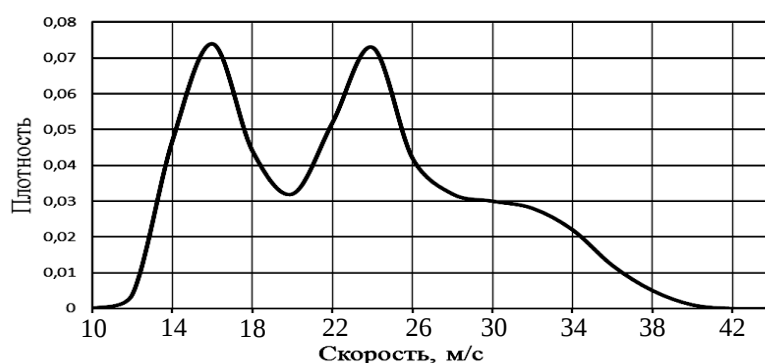


Рисунок 1 – Плотность распределения вероятностей скорости свободного движения общая для всех автомобилей в составе потока

Таблица 4 – Распределения вероятностей скорости $\Phi(v)$ в зависимости от интенсивности потока Q при коэффициенте сцепления 0,4 (фрагмент)

Q , авт/ч	100	200	300	400	500	600	700	800
R , авт/км	1.3	2.8	4.6	6.9	10.3	14.6	19.3	26.9
V , км/час	76.3	72.0	65.7	57.6	48.6	41.0	36.2	29.7
v , м/с	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$	$\Phi(v)$
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.083	0.906
12	0.007	0.013	0.027	0.067	0.194	0.558	0.935	0.999
.....								
44	0.998	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000

Таблица 5 – Зависимость вероятности свободного движения от интенсивности потока при коэффициенте сцепления 0,4 (фрагмент)

Q , авт/ч	100	200	300	400	500	600	700	800
v , м/с	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$	$P(v)$
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995
10	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.993	0.917	0.094
12	0.997	0.991	0.977	0.937	0.810	0.444	0.065	0.001
.....								
44	0.826	0.665	0.479	0.241	0.097	0.027		

Вероятность свободного движения $P(v)$ – неубывающая функция скорости при некоторой интенсивности, и неубывающая функция интенсивности при некоторой скорости. С приближением к пропускной способности вероятность свободного движения очень быстро убывает и практически нулевая при интенсивности 700 авт/ч для водителей, которые жалали бы двигаться со скоростью более 12 м/с, а при интенсивности 800 авт/ч более 10 м/с.

По результатам моделирования стационарного режима построены транспортные диаграммы. Моделирование выполнено для разных сцепных свойств покрытия: коэффициент сцепления менялся от 0.1 до 0.7. При моделировании плотность потока менялась от начального значения 2 авт/км до максимальной плотности (от 58 до 108 авт/км в зависимости от коэффициента сцепления).

Пример результата моделирования для транспортной диаграммы при коэффициенте сцепления 0.4 с расчетом интенсивности Q и скорости потока V для каждого значения плотности потока R приведен в табл. 6.

Таблица 6 – Результаты моделирования транспортной диаграммы при коэффициенте сцепления 0,4

R , авт/км	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Q , авт/ч	149	270	364	443	491	540	584	626	669	712	745	766	785	812	815
V , км/час	74.5	67.5	60.7	54.2	49.1	45.0	41.7	39.1	37.2	35.6	33.9	31.9	30.2	29.0	27.2
R , авт/км	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	60	70	80	90	96
Q , авт/ч	800	785	771	756	741	727	710	689	668	641	534	405	252	99	7
V , км/час	25	23.1	21.4	19.9	18.6	17.3	16.1	14.9	13.9	13	8.9	5.8	3.2	1.1	0.1

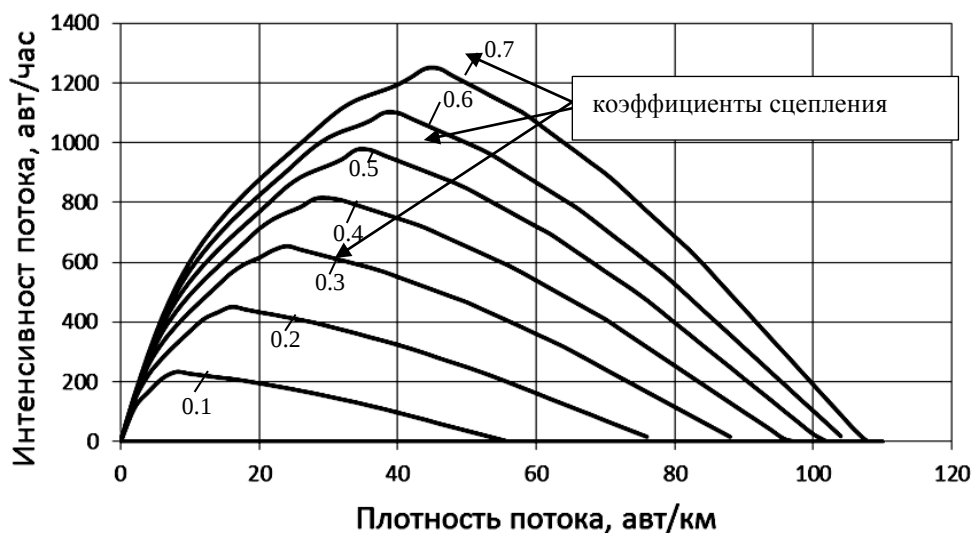


Рисунок 2 – Транспортные диаграммы при стационарном режиме потока

Таким образом, все транспортные диаграммы построенные в диапазоне коэффициентов сцепления от 0,1 до 0,7, показывают существенное снижение пропускной способности в зависимости от ухудшения сцепных свойств проезжей части дороги.

Література

1. Бочаров П. П. Теория вероятностей. Математическая статистика / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. – 2-е изд. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.
2. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения : учеб. для вузов / А. П. Васильев, В. М. Сиденко ; под. ред. А. П. Васильева. – М. : Транспорт, 1990, – 304 с.
3. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 2-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2000. – 479 с.
4. Глущенко В. Н. Исследование влияния дисперсии скорости на безопасность движения/ Глущенко В. Н., Филиппов В. В. // Пути повышения безопасности дорожного движения : материалы IV Всесоюз. межвуз. науч. конф. – М. : МАДИ (ГТУ), 1981. – С. 96–98.
5. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учётом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
6. Филиппов В.В., Смирнова Н.В. Моделирование транспортных потоков на дорогах II – IV категорий: монография – М.: ХНАДУ, 2014. – 200 с.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдіпроддор".

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **29.07.2016 р.**