

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 625.7/.8(0.75)

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

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ІЗ ЦЕМЕНТО-БЕТОННИМ ПОКРИТТЯМ

Анотація. Система управління станом доріг з цементно-бетонним покриттям розвинута в структурі створеної раніше СУСП і орієнтована в першу чергу на розробку спеціального нормативно-інформаційного забезпечення моніторингу стану покриття та моделей оцінки рівня його придатності до експлуатації, а також реалізацію алгоритмів призначення кращих технологічних варіантів і методів виконання відповідних дорожньо-ремонтних заходів.

Ключові слова: моніторинг стану, рівні руйнування, причини руйнування, експертно – аналітична система, оцінка стану, дорожньо-ремонтні заходи, програма робіт

УДК 625.7/.8(0.75)

Кизима С.С., канд. техн. наук, Лихоступ Н.Н., канд. техн. наук

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ ЦЕМЕНТА-БЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Аннотация. Система управления состоянием дорог с цементно-бетонным покрытием развинута в структуре созданной ранее СУСП и ориентирована в первую очередь на разработку специального нормативно-информационного обеспечения мониторинга состояния покрытия и моделей оценки уровня его пригодности к эксплуатации, а также реализацию алгоритмов назначения

лучших технологических вариантов и методов выполнения соответствующих дорожно-ремонтных мероприятий.

Ключевые слова: мониторинг состояния, уровни разрушения, причины разрушения, экспертно – аналитическая система, оценка состояния, дорожно-ремонтные мероприятия, программа работ

UDC 625.7/.8(0.75)

Kyzyma S.S, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Lykhostup M.M**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

ESTABLISHMENT OF MANAGEMENT SYSTEM PAVEMENT CEMENT-CONCRETE PAVEMENT

Abstract. The control system as roads with cement-concrete coating developed in the structure created earlier pu and focused primarily on the development of specific regulatory information providing condition monitoring coverage and valuation of its suitability for operation and implementation of algorithms purpose of best technology options and methods of implementation appropriate road maintenance activities.

Keywords: monitoring status, level of destruction, causes destruction expert - analytical system assessment, road repair activities, the program works.

Вступ

Створення системи управління станом автомобільних доріг уявляє собою складну і комплексну проблему, яка потребує для свого розв'язання створення спеціальних моделей для опису динамічних процесів зміни експлуатаційного стану окремих елементів і доріг в цілому. Вирішення таких проблем в Україні здійснюється в рамках створеної системи СУСП [2], яка дає змогу обґрунтовувати довгострокові раціональні програми робіт як на окремих дорогах, так і на мережах доріг виділеного регіону, в тому числі і при обмежених ресурсах.

Недостатньо відпрацьованими в системі СУСП залишились задачі визначення стану покриттів з цементно-бетонним покриттям та наступного обґрунтування структури дорожньо-ремонтних заходів з метою його покращення. Урахування специфіки процесів оцінки стану цементно-бетонних

покриттів вимагає передусім створення спеціального нормативно-інформаційного забезпечення, а обґрунтування заходів для його покращення – розробки спеціальних методів по визначенню раціональної структури дорожньо-ремонтних заходів і технологічних способів та порядку їх виконання. Обґрунтування системи дорожніх робіт та ремонтних заходів повинне базуватись на використанні критеріїв оцінки транспортно-експлуатаційного стану покриття та вартісних оцінок. В цілому розв'язання такої проблеми пропонується здійснити в рамках спеціально створеної експертно-аналітичної моделі, що органічно доповнює систему СУСП.

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

Проведені експериментальні дослідження в області оцінки стану цементно-бетонних покриттів свідчать про те, що використання тільки таких загальноприйнятих критеріїв як міцність чи рівність проїзної частини не є достатнім, оскільки досягнення певних значень цих показників далеко не завжди гарантує відповідність реальним ситуаціям. Як правило, транспортно-експлуатаційний стан цементно-бетонних покриттів залежить від впливу на них цілого комплексу факторів, які мають або невизначений характер свого проявлення або є наслідком „закритих” процесів експлуатації дорожнього одягу. До таких факторів, наприклад, слід віднести порушення технології будівництва земляного полотна, якість цементного бетону, в тому числі і його складових матеріалів, закриті процеси регулювання водно – теплового режиму, впливу окремих дефектів і руйнацій та інші.

З іншого боку, складність процесів оцінки стану цементно-бетонних покриттів та проектування заходів по його покращанню визначається і тим, що ліквідація їх руйнувань та деформацій вимагає виконання специфічних і досить трудомістких робіт. У цьому випадку оцінка видів робіт чи типів заходів, що можуть бути виконані з метою ліквідації руйнувань або деформацій покриття, вимагає виконання спеціальних розрахунків по визначенню їх вартості та обґрунтуванню технологічної доцільності їх реалізації.

Таким чином складність проблеми оцінки стану дорожніх одягів з цементно-бетонними покриттями вимагає проведення досить трудомістких наукових та експериментальних робіт, розробки цілого ряду нормативних документів та відповідного програмно-інформаційного забезпечення.

Створення такої системи управління станом покриттів вимагає розробки також і спеціальної методики їх моніторингу та розвитку спеціальних банків даних у структурі СУСП.

Складність процесів оцінки стану доріг з цементно-бетонним покриттям насамперед пов'язана із складністю прогнозування поведінки цементного бетону під динамічними навантаженнями з урахуванням дії фізико-географічних комплексів. Тому сьогодні практично неможливо розробити теоретичні основи деградації цементно-бетонного покриття, які дали б змогу прогнозувати отримання його певних фізико-механічних властивостей та розвинуту систему оцінок руйнування цементного бетону. Тому розробка експертно-аналітичної моделі комплексної оцінки експлуатаційного стану доріг з цементно-бетонними покриттями з використанням визначених показників та критеріїв є практично єдиною можливістю вирішити таку складну задачу.

Викладення основної частини

Головними етапами експертно-аналітичної системи управління станом цементно-бетонних покриттів є:

- визначення структури показників, які відображують експлуатаційний стан покриття;
- формування порядку і правил моніторингу стану покриття;
- складання банків даних про стан покриття із використанням системи показників;
- обґрунтування можливих технологічних заходів для локалізації руйнівних процесів і ліквідації їх наслідків;
- складання пропозицій до розробки програм ремонтно-експлуатаційних робіт на ділянках доріг з метою покращення її транспортно-експлуатаційного стану.

Всі показники, які визначають транспортно-експлуатаційний стан покриття, розподіляються на дві групи.

До показників першої групи відносяться:

- міцність дорожнього одягу, що відповідає фактичним транспортним навантаженням;
- загальний показник рівності проїзної частини в показниках поштовхоміра;
- зчипні якості проїзної частини.

Показником міцності, що визначає відповідність фактичним транспортним навантаженням, можливо прийняти коефіцієнт запасу міцності [1]

цементобетонної плити по напруженню розтягування при згині, який визначається за виразом:

$$K_{міцн} = \frac{R_{ірозр}}{\sigma_{pt}}, \quad (1)$$

де $R_{ірозр}$ - розрахункова міцність бетону на розтягування при згині:

$$R_{ірозр} = B_{тв} \cdot K_{мм} \cdot K_y, \text{ МПа}, \quad (2)$$

$B_{тв}$ - клас бетону по міцності на розтягування при згині;

$K_{мм}$ - коефіцієнт температурних умов набору міцності бетону, який приймається при температурі повітря більше 10°C - 1.2, при температурі нижче 10°C - 1,1 і при зимовому бетонуванні - 1,0.

K_y - коефіцієнт стомлювання бетону при повторних навантаженнях:

$$K_y = 1,08 N_p^{0,063} \quad (3)$$

N_p - приведена розрахункова інтенсивність руху в одиницях нормативного розрахункового колісного навантаження Q_p (при нормативному осьовому навантаженні $G_1 = 115 \text{ кН}$ $Q_{p1} = 57,5 \text{ кН}$, при $G_2 = 100 \text{ кН}$ - $Q_{p2} = 50 \text{ кН}$) від дії всіх коліс, розташованих по одному борту автотранспортних засобів:

$$N_p = f_1 f_2 N \sum \delta_m S_m, \text{ одиниць/добу}, \quad (4)$$

f_1 - коефіцієнт, що враховує число смуг руху n при: $n = 2$ $f_1 = 0,55$; при $n = 3$ $f_1 = 0,50$; при $n = 4$ $f_1 = 0,35$; при $n = 6$ $f_1 = 0,30$;

f_2 - коефіцієнт, що враховує ширину смуги руху v : при $v \geq 3,75 \text{ м}$ $f_2 = 1,0$; при $v = 3,25 \dots 3,75 \text{ м}$ $f_2 = 1,1$; при $v = 2,75 \dots 3,25 \text{ м}$ $f_2 = 1,4$; при $v = 2,50 \dots 2,75 \text{ м}$ $f_2 = 1,80$;

S_m - сумарний коефіцієнт приведення m - го транспортного засобу до розрахункового колісного навантаження Q_{p1} чи Q_{p2} ;

σ_{pt} - фактичні напруження розтягування при згині, які виникають у бетонному покритті від дії розрахункового колісного навантаження, з урахуванням перепаду температури по товщині плити визначають за залежністю:

$$\sigma_{pt} = \frac{Q_p \cdot K_M \cdot 60 \cdot K_{умв} \cdot K_{шт} \cdot \left(0,0592 - 0,09284 \ln \frac{R}{l_y} \right)}{h^2 \cdot K_t}, \text{ МПа}, \quad (5)$$

де Q_p - розрахункове колісне навантаження, кН;

K_M - коефіцієнт врахування місця розташування навантаження (для неармованих покриттів $K_M = 1,5$; для покриттів з крайовим армуванням з розташуванням смуг накату не ближче 0,8 м від зовнішнього поздовжнього краю плити $K_M = 1,0$ для поздовжнього напрямку і $K_M = 1,5$ для поперечного);

$K_{умв}$ - коефіцієнт, що враховує умови роботи ($K_{умв} = 0,65$);

$K_{шт}$ - коефіцієнт, що враховує вплив штирьових з'єднань на умови контакту плити з основою (при наявності у поперечних швах штирів $K_{шт} = 1,0$; при відсутності - $K_{шт} = 1,05$);

h - товщина плити в см;

K_t - коефіцієнт, що враховує вплив температурного короблення плит; для середніх умов України для цілей оцінки можна приймати:

$$K_t = 1,419 - 0,029h, \quad (6)$$

R - радіус відбитка колеса з розрахунковим динамічним навантаженням, см (для $Q_p = 57,5$ кН $R = 18,4$ см, для $Q_p = 50$ кН $R = 18,55$ см); l_y - пружна характеристика плити:

$$l_y = h^3 \sqrt{\frac{E(1-\mu_0^2)}{6E_0^{екв}(1-\mu^2)}}, \quad \text{см} \quad (7)$$

E і μ - модуль пружності і коефіцієнт Пуассона бетону;

$E_0^{екв}$ і μ_0 - еквівалентний модуль пружності і коефіцієнт Пуассона підстиляючої плити основи. E , μ і μ_0 приймаються за зведеними додатками СУСП в залежності від механічних характеристик бетону і основи; $E_0^{екв}$ визначають у порядку, передбаченому методикою розрахунку нежорстких дорожніх одягів, з використанням наведених у додатках СУСП часткових модулів пружності шарів основи.

Загальний показник рівності проїзної частини – S визначають прямими випробуваннями з використанням поштовхоміра і фіксують у відповідних одиницях виміру – в см/км, а процедури оцінки рівності проїзної частини повинні відповідати „СОУ 45.2-00018112-042:2009 Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів” та методичним положенням СУСП.

Фактичне значення коефіцієнта зчеплення визначають на основі прямих інструментальних випробувань з використанням обладнання і методик, передбачених „СОУ 45.2-00018112-042:2009 Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів” та повинне відповідати до методичним положенням СУСП.

Відповідність визначення фактичних показників міцності, рівності та показника зчеплення положенням СУСП означає, що їх значення заносяться до банків даних системи у формі складених стандартних таблиць [3, 4]. Співвідношення між фактичними та нормативними значеннями цих показників формують тип проведення ремонтів покриття, а саме:

а) проведення капітального ремонту покриття здійснюється, коли фактичні значення коефіцієнта запасу міцності – $K_{міцн}$, що отримані за виразом (1), складають: для доріг I та II категорій – 0,95, для доріг III категорії – 0,90.

б) проведення поточного середнього ремонту рекомендується коли фактичні показники рівності проїзної частини – $S_{ф}$ більші допустимого – $S_{дон}$, а саме: для I категорії – $S_{дон} = 90$ см/км, для II категорії – $S_{дон} = 100$ см/км, для III категорії – $S_{дон} = 140$ см/км. Також проведення цього ж ремонту рекомендується, коли фактичне значення коефіцієнта зчеплення шин з проїзною частиною нижче ніж 0.35.

Для проведення як капітальних, так і поточних середніх ремонтів рекомендується використання різноманітних альтернативних технологічних варіантів, реалізація яких полягає в «опрацюванні» плит покриття (нарощування плит, їх повне руйнування та заміна) або в підсиленні існуючого цементобетонного покриття за рахунок укладання на нього шарів додаткового матеріалу. Перелік та описи альтернативних технологічних варіантів проведення ремонтів покриття занесені в довідниково-описову частину СУСП [4].

Слід відзначити, що вибір типу поточного середнього ремонту з числа альтернативних технологічних варіантів здійснюється після їх автоматизованого опрацювання за критерієм мінімальної вартості та можливості проведення робіт. При плануванні поточного середнього ремонту за будь-яким вибраним варіантом передбачається обов'язкове проведення поточного дрібного ремонту, що забезпечує повну ліквідацію всіх руйнувань і дефектів цементно-бетонного покриття.

До показників другої групи, що визначають стан покриття, відноситься система його локальних пошкоджень (руйнувань) та деформацій. З урахуванням досвіду ряду країн здійснена їх класифікація, яка включає 18 позицій - *поздовжні наскрізні тріщини, поперечні наскрізні тріщини* і так далі до *руйнування температурних швів*. На основі визначеної класифікації пошкоджень та руйнувань створено документ, який називається "Класифікатор руйнувань та пошкоджень цементно-бетонних покриттів" і в якому до кожної із позицій наведена експертна описова характеристика.

З метою подальшого урахування взаємного впливу руйнувань та деформацій на руйнування цементно-бетонного покриття, а, таким чином, і на пріоритетний порядок проведення дорожньо-ремонтних заходів по їх ліквідації, на основі експертних опитувань спеціалістів встановлено їх ранжування за двома критеріями – мірою ураження та їх значимістю. Також на основі численних прорахунків і експертних досліджень для кожного типу руйнування встановлено основні можливі причини їх виникнення і розвитку. Всі ці роботи дали можливість скласти робочий документ, в якому оцінюються рівні ураження покриття та критерії віднесення до них. Фрагмент цього документу наведено в табл. 1.

Основою для формування програм проведення ремонтів доріг та проведення окремих дорожньо-ремонтних заходів на дорогах є інформація по стан покриття, яка збирається із використанням двох методів:

- інструментальних методів, що базуються на роботі пересувних дорожніх лабораторій, які дають можливість виміряти показники міцності, рівності та зчеплення покриття із шинами автомобіля;
- експертних методів, тобто методів візуального обстеження покриття, які дають змогу визначити типи руйнувань і деформацій покриття та міру його ураження.

Таблиця 1 - Критерії оцінки міри ураження цементно-бетонного покриття за типами руйнувань (фрагмент)

Код	Найменування руйнування	Рівні уражень та критерії віднесення до них		
		Рівень 1	Рівень 2	Рівень 3
...
5	Сітка тріщин на поверхні плит	Сітка поверхневих тріщин на плитах з ознаками росту їх по глибині і подальшого розгалуження до 50 м ² /км.	Сітка тріщин із стороною чарунків 50-80 см з ознаками переростання їх у відкриті наскрізні, без втрати матеріалу до 100 м ² /км.	Сітка тріщин з чарунками менше 60 см, з наявністю відкритих наскрізних, з втратою матеріалу більше 100 м ² /км.
6	Відламування кутів плит	Візуальне фіксування початкового розвитку тріщин, яке визначає дисло-кацію поверхні руйнування в зоні одного чи двох кутів плити, епізодичні для ділянки випадки.	Відламування кутів плити (з катетом по шву до 1м). Міра ураження – до 20 випадків на 1 км.	Відламування кутів плити (з катетом по шву до 1м). Міра ураження – більше 20 випадків на 1 км.
18

Обстеження доріг з цементно-бетонними покриттями і ведення документації по реєстрації отриманих даних та подальшому підтриманню відповідних банків даних в структурі програмного забезпечення здійснюють у відповідності із інструкцією „Система управління станом покриттів. Інструкція по формуванню банків даних, К.: Укравтодор.- 2006, с.27”, яка доповнена відповідними новими таблицями та додатками.

Банки даних про фактичні значення руйнувань і деформацій покриття разом із іншою необхідною інформацією із банків даних СУСП використовують для автоматизованого пошуку можливих альтернативних технологічних способів ліквідації пошкоджень і визначення необхідних обсягів ремонтних заходів. Для цього в довідникову частину СУСП занесено біля 190 розроблених технологічних способів проведення ремонтних робіт. Кожен із цих способів передбачає спочатку усунення дії причини виникнення руйнівного процесу в конструкції, а потім – ліквідацію його наслідків. Технологічні способи ліквідації пошкоджень мають свою систему реєстрації спеціальними кодами, що складаються із чотирьох складових:

- перша складова коду визначає тип пошкодження;
- друга – причину виникнення пошкодження;
- третя – рівень ураження покриття по ушкодженням;
- четверта – порядковий номер альтернативного способу ліквідації пошкодження при певному рівні та причині, що його визвала.

Приклад опису технологічного способу ліквідації пошкодження першого типу - *поздовжні наскрізні тріщини* – наведено в табл. 2.

Таблиця 2 - Типова структура робіт дорожньо-ремонтних заходів (фрагмент)

Код	Найменування руйнування	Рівні уражень та критерії віднесення до них		
		Рівень 1 Структура робіт	Рівень 2 Структура робіт	Рівень 3 Структура робіт
1	Поздовжні наскрізні тріщини	Окремі та чітко виділені відкриті одиничні тріщини шириною до 3 мм без розгалуження і викришування. 1.Очистка від пилу і бруду тріщин. 2.Розлив органічного в'язучого на ширину 8-10 см (0.3 кг на 1 м) 3.Засипка піском	Безперервні відкриті тріщини шириною більше 3 мм з обмеженим розгалуженням і викришуванням. 1.Очистка від пилу і бруду тріщин. 2.Розлив органічного в'язучого на ширину 10-12 см (0.5 кг на 1 м) 3.Засипка піском	Широко розгалужені відкриті тріщини шириною більше 5 мм з викришуванням. 1.Очистка від пилу і бруду тріщин. 2.Обробка тріщин піско-струменевм або дисковою пилою (фрезою). 3.Заповнення тріщин термобітумним в'язучим (мастикую).
...

Для кожного із способів ліквідації руйнувань згідно його коду визначені і зареєстровані в довідникових банках даних СУСП описи технологічних процесів їх реалізації. Вибір технологічних способів з числа можливих варіантів здійснюються користувачем із використанням двох критеріїв – оперативно-технологічних можливостей його реалізації та критерію вартості.

Реалізація системи управління станом цементно-бетонного покриття здійснюється в рамках СУСП на основі розвинутого програмного забезпечення. Для цього розширена довідникова підсистема такими режимами, як: типи руйнувань, причини руйнувань, методи ліквідації руйнувань жорсткого одягу, проектування методів ремонту жорсткого одягу. В режимі введення доповнені функції формування нових таблиць, що відповідають занесенню даних про пошкодження та руйнування покриття із визначенням міри та значимості ураження. В режимі введення даних також розроблена функція занесення інформації про питому вартість кожного із способів ремонту жорсткого дорожнього одягу.

Розрахунки планів ремонту покриття здійснюються в традиційній послідовності СУСП, тобто в режимі ПЛАНУВАННЯ реалізуються такі етапи:
ЕТАП 1. Проведення розрахунків в режимі:

РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ (по даним оцінки міцності).

ЕТАП 2. Проведення розрахунків в режимі:

РОЗРАХУНОК ПОТОЧНОГО СЕРЕДНЬОГО РЕМОНТУ (за критерієм зчпних якостей).

ЕТАП 3. Проведення розрахунків в режимі:

РОЗРАХУНОК ПОТОЧНОГО СЕРЕДНЬОГО РЕМОНТУ (за критерієм рівності проїзної частини).

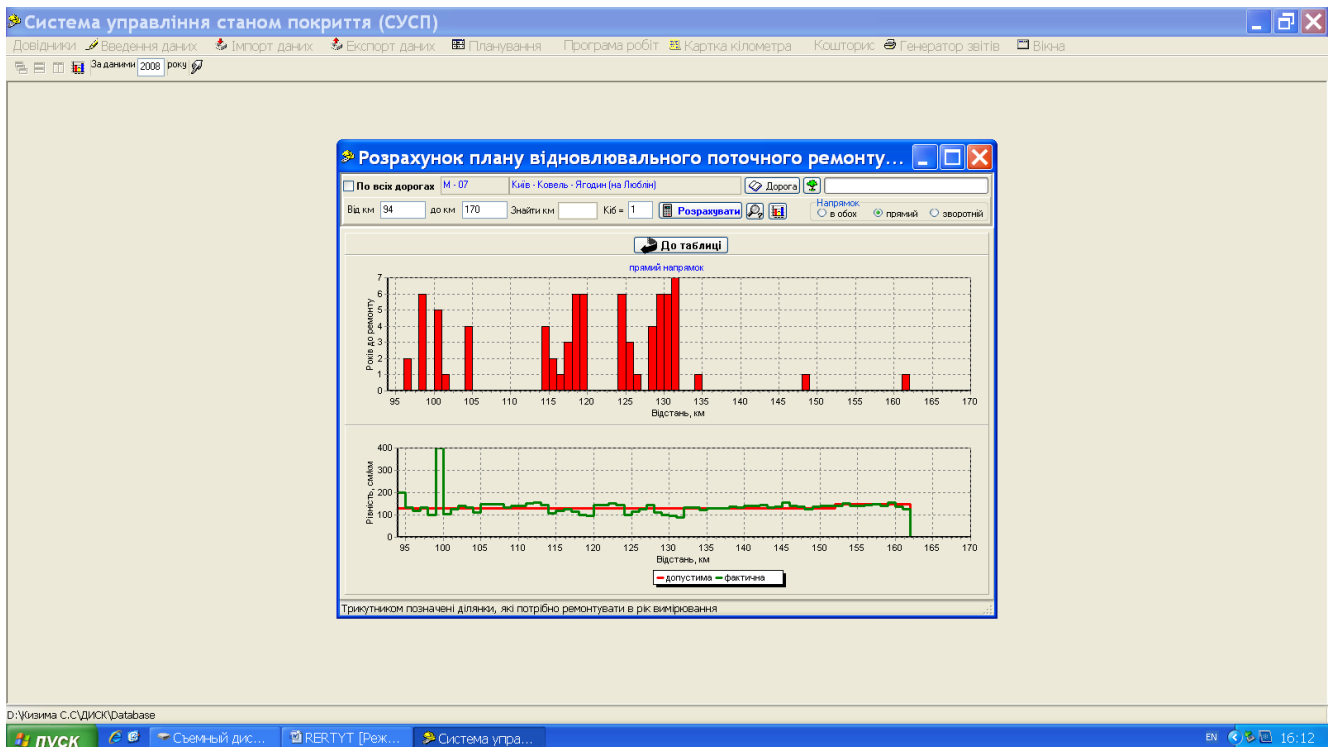


Рисунок 1 - Графік результатів розрахунків в режимі визначення ремонтно-відновлювальних робіт (за критеріями рівності і міцності)

Результати розрахунку планів проведення дорожньо-ремонтних заходів по кожному виду ремонтів висвітлюється як графічними документами (приклад рис.1), так і цілим переліком різноманітних відомостей, форму яких можливо вибрати в режимі ЗВІТИ. Слід відзначити, що основне програмне забезпечення СУСП сполучене із програмним забезпеченням по визначенню кошторисної вартості робіт. Таке сполучення дає можливість розрахувати вартість різних технологічних способів проведення комплексу робіт по ліквідації певних пошкоджень покриття та вибрати кращий варіант виконання робіт за критерієм мінімальної вартості.

Висновки

Визначення стану цементно-бетонних покриттів та проектування відповідних програм робіт з метою його покращання є досить складною задачею, оскільки природа процесів руйнування цементно-бетонних покриттів та доволі дорога технологія виконання дорожньо-ремонтних робіт не дають змогу розробити аналітичні моделі по вирішенню цієї задачі. Таму виникає необхідність у створенні відповідної експертно-аналітичної моделі.

Складена експертно-аналітична модель у загальному вигляді складається із ряду пов'язаних між собою підсистем, кожна із яких в свою чергу формується з використанням принципів експертної оцінки ситуацій та прийняття рішень. Так, наприклад, відповідно до кожного руйнування чи деформації розроблено комплексний, але типовий для різних ситуацій, підхід щодо визначення рівнів стану покриття, а всі процедури по розробці відповідних документів розвивалися в умовах їх широкого обговорення спеціалістами-експертами.

Навіть на такому відносно формалізованому етапі, як вибір варіантів проведення дорожньо-ремонтних заходів, значна підготовча робота реалізується з використанням знань експертів. На цьому етапі визначається послідовна оцінка причинно-наслідкової залежності всіх видів руйнувань, що дає можливість обґрунтувати рішення по проведенню дорожньо-ремонтних заходів шляхом послідовного відбору варіантів.

На етапі формування комплексної програми робіт для досягнення певного транспортно-експлуатаційного рівня на ділянці дороги також використовуються формалізовані правила експертної її оцінки. При цьому передбачається формування варіантів програм робіт з використанням правил можливого комплексного виконання дорожньо-ремонтних заходів з використанням технологічних правил та обмежень. Так, вибір кращого варіанту програми виконання дорожньо-ремонтних заходів на ділянці дороги здійснюється в інтерактивному режимі, тобто з використанням спеціальних програмних модулів передбачається автономний розрахунок вартості виконання варіантів програми робіт, а потім вибір кращого варіанту програми здійснюється експертом при перегляді результатів по всім варіантам.

Створена система визначення стану цементно-бетонних покриттів та формування відповідних програм робіт чи комплексів дорожньо-ремонтних

заходів може бути використана на різних рівнях управління системою експлуатації доріг.

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., Лихоступ М.М. Рекомендації по використанню СУСП для планування ремонтних робіт.// Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор). – К.: – 2002. 18 с.
4. Кизима С.С., Лихоступ М.М. Методика оцінки експлуатаційного стану дорожнього одягу з цементобетонним покриттям та заснування відповідних раціональних програм ремонтно – відновлювальних заходів в оболонці СУСП. М 218-02070912-687:2011.

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: **12.12.2016 р.**