



Лаповська С. Д.



Мозговий В. В.



Куцман О. М.



Баран С. А.

**Лаповська С. Д.**, доктор технічних наук, заступник директора з наукової роботи, ДП НДІБМВ, керівник ТК 305, професор кафедри будівельних матеріалів КНУБА, 04080, м.Київ, вул. Костянтинівська, 68; e-mail: mit@kievweb.com.ua, тел. (044)425-37-75, (050)311-26-35.

**Мозговий В. В.**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, Національний транспортний університет, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 109, e-mail: mozgovyy@gmail.com, тел. +38(044)285-95-28, +38(050)506-25-64.

**Куцман О. М.**, асистент кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, Національний транспортний університет, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 113, e-mail: kutsmans@ukr.net, тел. +38(044)285-95-28. +38(066)501-42-80.

**Баран С. А.**, асистент кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, Національний транспортний університет, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 113, e-mail: baran\_serg@ukr.net, тел. +38(044)285-95-28, +38(097)880-64-51.

**S. Lapovska**, D.Sc, Deputy Director for Research, TC 305 State Enterprise «Scientific Research and Desing Institute of building materials and products», professor Department of building materials, Kiev University of Construction and Architecture, 04080, Kyiv, Kostyantynivska str., 68, e-mail: mit@kievweb.com.ua, tel. (044)425-37-75, (050)311-26-35.

**V. Mozgovyy**, D.Sc, professor, head of Department road construction materials and chemistry, National Transport University, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 109, e-mail: mozgovyy@gmail.com, tel. +38(044)285-95-28, +38(050)506-25-64.

**A. Kutzman**, assistant Department of road construction materials and chemistry, National Transport University, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 113, e-mail: kutsmans@ukr.net, tel. +38(044)285-95-28. +38(066)501-42-80.

**S. Baran**, assistant Department of road construction materials and chemistry, National Transport University, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 113, e-mail: baran\_serg@ukr.net, tel. +38(044)285-95-28, +38(097)880-64-51.

## ОЦІНКА МІЦНОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ІСНУЮЧОГО ПОКРИТТЯ

### ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТОБЕТОНА СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ

#### EVALUATION DURABILITY OF THE EXISTING CEMENT-CONCRETE COVERAGE

**Анотація.** У статті приведені особливості оцінки міцності конструкції дорожнього одягу, а саме існуючого цементобетонного покриття на автомобільній дорозі Н-01 Київ – Знамянка. Проаналізовані одержані результати визначення міцності на стиск зразків, виготовлених із зразків-кернів, відібраних з цементобетонного покриття. Проведено визначення міцності на розкол, а також визначення міцності неруйнівним методом за допомогою склерометра. Результати розрахунків з визначення залишкової міцності на розтяг при згині цементобетонних плит та результати випробувань відібраних кернів із покриття показали, що за період експлуатації (28 років) розрахункове значення існуючого покриття зменшилося майже вдвічі.

**Ключові слова.** Цементобетонне покриття, дорожній одяг, міцність на розтяг при розколі.

**Анотация.** В статье приведены особенности оценки прочности конструкции дорожной одежды, а именно существующего цементобетонного покрытия на автомобильной дороге Н-01 Киев - Знаменка. Проанализированы полученные результаты определения прочности на сжатие образцов, изготовленных из образцов-кернов, отобранных из цементобетонного покрытия. Проведено определение прочности на раскол, а также определения прочности неразрушающим методом с помощью склерометра. Результаты расчетов по определению остаточной прочности на растяжение при изгибе цементобетонных плит и результаты испытаний отобранных кернов для покрытия. показали, что за период эксплуатации (28 лет) расчетное значение существующего покрытия уменьшилось почти вдвое.

**Ключевые слова.** Цементобетонное покрытие, дорожная одежда, прочность на растяжение при расколе.

**Annotation.** In the article the features of assessing the strength of pavement structures, namely the existing cement-concrete cover on the road N-01 Kyiv - Znamenka. Analyzed the results obtained determine the compressive strength of samples made from core samples, taken with cement-concrete surface. A split determine the strength and determination of the strength of non-destructive method using sclerometer. The results of calculations to determine the residual tensile strength in bending of cement slabs and test results of selected core coverage. showed that during the period of operation (28 years), the estimated value of the existing cover has decreased by almost half.

**Keywords.** Rigid pavement, road pavement, tensile strength at split.

#### Постановка проблеми

У практиці дорожнього будівництва України часто з'являються проблеми реалізації проектних рішень при капітальному ремонті або реконструкції автомобільних доріг, коли вони були отримані за декілька років до початку виконання будівельних робіт. Це призводить до того, що за цей період часу змінюються і удосконалюються чинні нормативні документи та можуть зазнавати суттєвих змін в гіршу сторону автодорожні об'єкти. Це потребує додаткового аналізу існуючого стану конструкції дорожнього одягу перед початком виконання робіт.

Національним транспортним університетом виконувалася робота стосовно оцінки міцності конструкції дорожнього одягу з асфальтобетонними шарами на існуючому цементобетонному покритті ділянки автомобільної дороги Н-01 Київ – Знамянка, км 21+620 – км 38+880. Ця робота пов'язана з необхідністю прийняття більш детальних технічних рішень при реалізації капітального ремонту даної ділянки автомобільної дороги.

Для прийняття технічних рішень при капітальному ремонті ділянки автомобільної дороги Н-01 Київ – Знамянка, км

21+620 – км 38+880 було проведено аналіз стану існуючого цементобетонного покриття. Для цього були взяті результати визначення міцності на стиск зразків, виготовлених із зразків-кернів, відібраних з цементобетонного покриття автомобільної дороги Н-01 Київ – Знамянка (рисунок 1). Розподіл міцності на стиск бетонних зразків наведено на рисунку 1.

Розрахункова міцність  $R_p$  та клас міцності бетону  $B$  визначались за відомими формулами:

$$R_p = R_{cp} (1 - t \cdot C_v),$$

$$B = R_{cp} (1 - 1,64 \cdot C_v) \cdot 0,1,$$

де  $R_{cp}$  – середнє значення міцності;  
 $C_v$  – коефіцієнт варіації;  
 0,1 – коефіцієнт переведення в МПа.

У результаті випробувань отримано середній клас міцності бетону  $B 30$  для даної ділянки автомобільної дороги при

$t=1,64$  (нормальний закон). Цей клас міцності відповідає мінімальному проектному класу бетону для монолітного одношарового покриття або верхнього шару двохшарового покриття для II, III категорії дороги згідно нового ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги.

Національний транспортний університет разом із ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів (НДІБМВ)» проводили визначення міцності на розтяг при розколі зразків із існуючого цементобетонного покриття. Для цього були відібрані керни діаметром 150 мм (рисунок 2).

Керни відбирали у місцях без видимих дефектів, як у найбільш напружених (полосі нахату, краї плит в центрі та на кутах), так і в менш напружених (між полосами нахату) місцях та випробовували їх на розкол у водонасиченому стані. На основі отриманих результатів випробувань на розкол були розраховані значення міцності на розтяг при згині для кожного зразка (таблиця 2) та виконано статистичну обробку результатів випробувань для вірогідних випадків потрапляння на тріщини під час відбору кернів.

**Таким чином, отримані результати свідчать про наступне:**

- для оптимістичного варіанту (випадок А), коли під час відбору кернів тріщина не потрапляє в зону зразка, розрахункова міцність на розтяг при згині становить  $R_{btb} = 3,08 \text{ МПа}$ ;
- для випадку Б з урахуванням зруйнованого зразка до початку випробування на розкол розрахункова міцність на розтяг при згині –  $R_{btb} = 2,14 \text{ МПа}$ ;
- для песимістичного варіанту (випадок В), розрахункова міцність на розтяг при згині –  $R_{btb} = 0,65 \text{ МПа}$ .

Аналіз отриманих експериментальних результатів також підтверджує значне зменшення залишкового ресурсу розрахункової міцності на розтяг при згині, порівнюючи із початковим його значенням, що становить  $R_{btb} = 4,00 \text{ МПа}$ .

Також під час польових випробувань експериментально оцінювали марку цементобетону із застосуванням склерометра (склерометр (від грец. σκληρός – твердий і μέτρον – вимірювання) – прилад для визначення твердості матеріалів).

Польові випробування із застосуванням склерометра виконували у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю».

Суть даного методу полягає в тому, що визначають значення відскоку бойка приладу від поверхні бетону, а міцність бетону розраховується за попередньо встановленими градувальними залежностями між міцністю бетонних зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-214:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками» та за непрямыми характеристиками міцності за величиною відскоку.

Число випробувань на одній ділянці, відстань між місцями випробувань на ділянці і від краю конструкції, товщина конструкції на ділянці випробувань повинні бути не менше значень, наведених у таблиці 3.

**Випробування проводять у такій послідовності:**

- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалося перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;

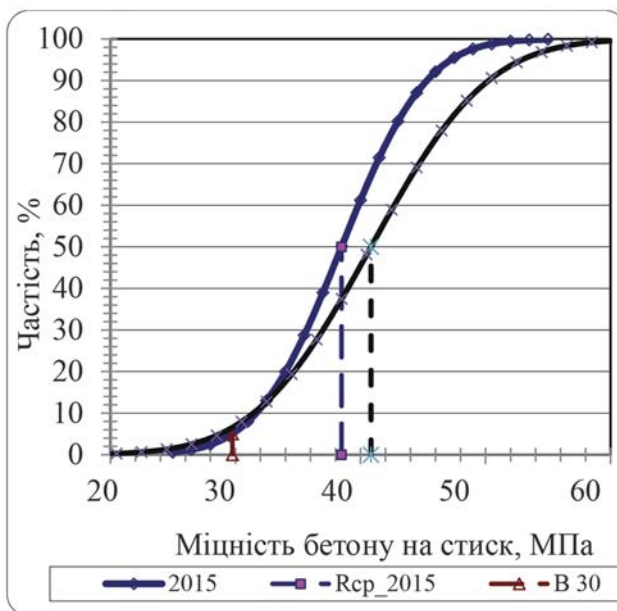
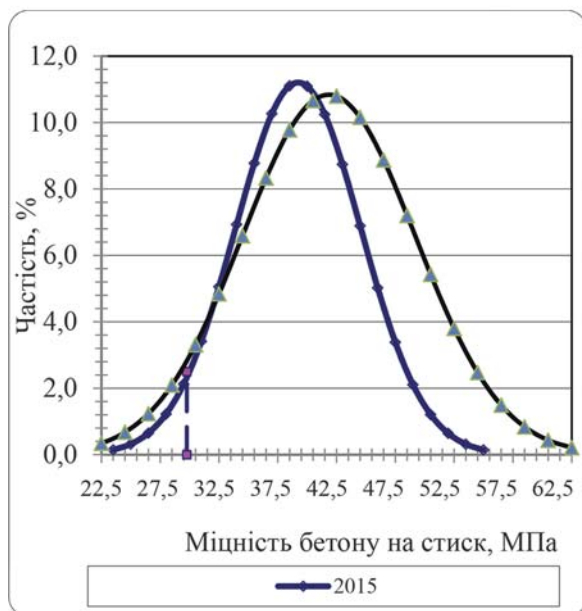


Рис. 1. Щільність та функція розподілу міцності на стиск бетонних зразків за результатами випробувань



Рис. 2. Загальний вигляд кернів, відібраних із покриття

- положення приладу при випробуванні конструкції відносно горизонталі рекомендується приймати таким же, як при випробуванні зразків для встановлення градуювальної залежності, при іншому положенні необхідно вносити поправку на показники у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- фіксують значення непрямої характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- обчислюють середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

Таблиця 2.

Розраховані значення міцності на розтяг при згині зразків цементобетонного покриття

№ ч/ч	№ зразка	Міцність на розтяг при згині, МПа		
		Випадок А*	Випадок Б*	Випадок В*
1	№ 48.1 верх	6,62	6,62	6,62
2	№ 48.1 верх А	5,841	5,841	5,841
3	№ 48.1 низ	3,67	3,67	3,67
4	№ 48.2	5,28	5,28	5,28
5	№ 49.1	5,87	5,87	0
6	№ 49.2	6,21	6,21	6,21
7	№ 71	7,32	7,32	7,32
8	№ 71А	6,35	6,35	6,35
9	№ 72	8,3	8,3	8,3
10	№ 73	6,88	6,88	6,88
11	№ 73А	8,51	8,51	8,51
12	№ 73Б	6,7	6,7	6,7
13	№ 74	8,25	8,25	0
14	№ 75	6,82	6,82	6,82
15	№ 75 А	6,35	6,35	6,35
16	№ 75 Б	6,71	6,71	6,71
17	№ 76	7,3	7,3	7,3
18	№ 76 А	5,93	5,93	5,93
19	П 24 №11 верх	4,39	4,39	4,39
20	П 24 №11 низ А	4,44	4,44	4,44
21	П 24 №11 низ Б	7,39	7,39	7,39
22	П 24 №12 низ А	3,44	3,44	3,44
23	П 24 №12 низ Б	3,53	3,53	3,53
24	П 24 №12 верх	6,85	6,85	6,85
25	П 18 № 1 верх	5,5	5,5	5,5
26	П 18 №1 низ	6,67	6,67	6,67
27	П 18 № 2	5,66	5,66	5,66
28	П 19 №3 верх**		0	0
29	П 19 № 3А	2,68	2,68	2,68
30	П 19 №4	6,35	6,35	6,35
Середнє		6,06	5,86	5,39
Сигма		1,48	1,83	2,3
Коеф.вар.		0,24	0,31	0,43
Довірча ймовірність		0,95	0,95	0,95
Коеф. Стьюдента		2,05	2,04	2,04
Розрах.знач.		3,08	2,14	0,65

\* Випадок А – тріщини не потраплялись.

\* Випадок Б – з урахуванням зруйнованого зразка до початку випробування на розкол.

\* Випадок В – з урахуванням зруйнованого зразка до початку випробування на розкол та потрапляння на тріщину у 2-х місцях.

Таблиця 3.

Вимоги до випробувань для визначення значення відскоку

Найменування методу	Число випробувань на ділянці	Відстань між місцями випробувань, мм	Відстань від краю конструкції до місця випробування, мм	Товщина конструкції, мм
Пружній відскок	5	30	50	100

Польові випробування були здійснені співробітниками НДІБМВ. При проведенні випробувань усього було отримано близько 1100 значень.

За допомогою статистичної обробки результатів випробувань, із врахуванням вимог інструкції по використанню приладу, були отримані середні значення характеристик у кожній точці випробувань. На основі цих даних, використовуючи градуювальну залежність із паспорту приладу, були встановлені значення міцності на стиск цементобетону. Статистичний аналіз встановлених даних свідчить про наступне:

- середнє значення міцності на стиск становить 39,68 МПа;
- коефіцієнт варіації – 0,15.

Це дає можливість констатувати, що клас цементобетону існуючого покриття – В 30.

Таким чином, було підтверджено інформацію про те, що проектний клас бетону у місцях без руйнувань не змінився і показники міцності на стиск не достатньо об'єктивно відображають втрату несучої здатності цементобетонного покриття. Це свідчить про необхідність оцінювати залишковий ресурс міцності цементобетонного покриття за показником опору на розтяг при згині.

### Висновки

Аналіз різних джерел інформації щодо стану існуючого цементобетонного покриття свідчить про суттєве підвищення інтенсивності його деградації за різними ознаками руйнувань. Більш детальні обстеження, що виконані у 2015 р. за методикою ГБН В.2.3.-218-534:2011 «Оцінювання стану бетонного покриття автомобільних доріг», за видами та об'ємами руйнувань потребує повного відновлення несучої здатності існуючого цементобетонного покриття, шляхом капітального ремонту.

Власні результати візуального обстеження цементобетонного покриття свідчать про значну втрату його несучої здатності: поздовжні та поперечні тріщини, сітка тріщин, обломи кутів плит, суттєві руйнування плит в зоні швів розширення. Також ці дані засвідчують втрату здатності виконувати свої функції швів розширення та стиску у результаті відсутності мастики та заповнення їх результатами облому кромок, асфальтобетону та матеріалами шарів зносу.

Дослідження показали, що за рахунок втоми від проїздів транспортних засобів за період експлуатації 28 років розрахункове значення існуючого покриття зменшилося майже вдвічі. Про це свідчать результати розрахунків з визначення залишкової міцності на розтяг при згині цементобетонних плит та результати випробувань відібраних кернів із покриття.

### Література:

1. ГБН В.2.3-218-534:2011 Оцінювання стану бетонного покриття автомобільних доріг
2. ВБН В.2.3-218-008-97 Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів
3. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу