

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АРМОВАНИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ*

Мозговий В.В., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Куцман О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Баран С.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Боровик І.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

*У написанні статті приймала участь Захарова Т.В.

FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN WITH FEATURES USING REINFORCED ASPHALT LAYERS OF HIGHWAYS*

Mozgovyy V., Doctor of science, National Transport University, Kiev, Ukraine

Kutsmann O., National Transport University, Kiev, Ukraine

Baran S., National Transport University, Kiev, Ukraine

Borovyk I., National Transport University, Kiev, Ukraine

* T. Zakharova has been involved in Article.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ АРМИРОВАННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЕВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ*

Мозговой В.В., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

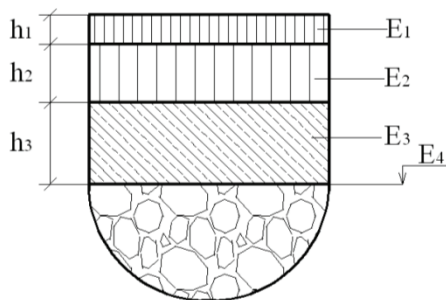
Куцман А.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Баран С.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

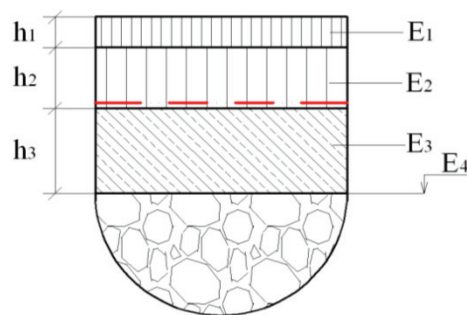
Боровик И.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

* В написании статьи принимала участие Захарова Т.В.

Постановка проблеми. Існуюча практика та проведення досліджень свідчать про можливість підвищення міцності і довговічності асфальтобетонних шарів і дорожнього одягу в цілому за рахунок додатків армуючих синтетичних матеріалів (АСМ) [1-5 та ін]. При розгляді можливості застосування армованих асфальтобетонних шарів дорожнього одягу доцільно для кожної конструкції дорожнього одягу, що проектується, зіставляти варіанти дорожнього одягу із застосуванням як неармованих, так і армованих асфальтобетонних шарів, застосовуючи існуючі нормативні методи розрахунку. Це дозволить виявляти ступінь технічної та економічної ефективності застосування тих чи інших АСМ і їх розміщення в конструкціях. При цьому слід врахувати вплив АСМ на зміну розрахункових характеристик асфальтобетону в зоні взаємодії зі структурою асфальтобетону.



1 а – конструкція з неармованим асфальтобетонними шарами

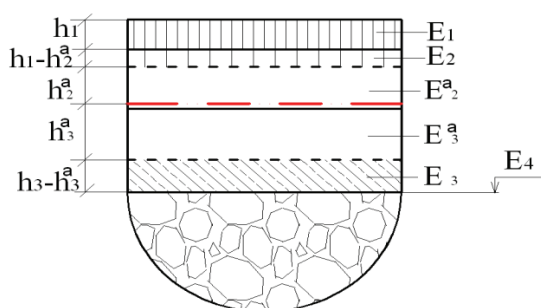


1 б – конструкція з армованими асфальтобетонними шарами

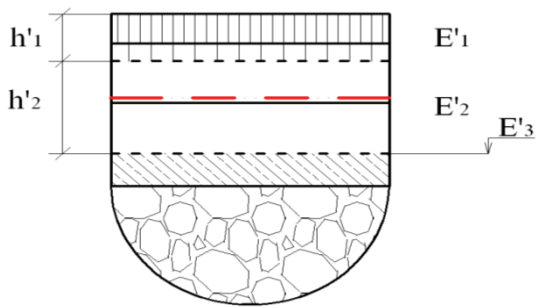
Рисунок 1 – Схема конструкції нежорсткого дорожнього одягу

Наприклад, якщо необхідно здійснити армування асфальтобетонних шарів в конструкції, представленої на рисунку 1а, за рахунок розміщення між нижнім асфальтобетонним шаром з модулем пружності E_2 і шару асфальтобетонної основи з модулем пружності E_3 , який розташований на основі із загальним модулем пружності E_4 , так як це показано на малюнку 1б.

Враховуючи зону взаємодії АСМ зі структурою асфальтобетонних шарів між штриховими лініями, розрахункова схема конструкції дорожнього одягу з армованими асфальтобетонними шарами буде представлена шестишаровим напівпростором з відповідними товщинами, як показано на рисунку 2а. У межах цієї зони взаємодії армовані асфальтобетонні шари будуть мати відповідні розрахункові характеристики, наприклад, розрахункові модулі пружності другого і третього шарів зміняться відповідно до значення E_2 на E_2^a і E_3 на E_3^a . Маючи необхідні розрахункові характеристики і відповідний апарат для розрахунку багатошарових конструкцій дорожнього одягу є можливість здійснити необхідні розрахунки дорожнього одягу за всіма критеріями граничного стану. У разі застосування спрощених розрахункових схем роботи асфальтобетонних шарів в конструкції нежорсткого дорожнього одягу у вигляді тришарового напівпростору за допомогою відомих підходів є можливість з розрахункової схеми у вигляді шестишарового напівпростору отримати розрахункову схему тришарового напівпростору.



2а – конструкція з армованими асфальтобетонними шарами, як багатошарова конструкція з врахуванням впливу армування на розрахункові характеристики асфальтобетону



2б – конструкція з армованими асфальтобетонними шарами, приведена до тришарового напівпростору

Рисунок 2 – Схема конструкції нежорсткого дорожнього одягу з армованими асфальтобетонними шарами

Для успішного здійснення таких розрахунків необхідно мати дані про об'єктивні та достовірні розрахункові характеристики армованого асфальтобетону. В існуючій практиці в більшості випадків такі характеристики отримують наближеними розрахунками [6-7], які не відображають реальний характер взаємодії АСМ зі структурою асфальтобетону різних видів і типів. Тому автори вважають, що доцільно визначати розрахункові характеристики армованого асфальтобетону тільки експериментальним методом.

Відомо, що при проектуванні нежорсткого дорожнього одягу з шарами з армованого асфальтобетону, згідно чинних нормативних документів [8, 9], необхідно використовувати розрахункові характеристики армованого асфальтобетону, які відображають вплив часу дії навантаження і температури на напружено-деформований і граничний стани, а саме:

- модуль пружності $E(t, T)$;
- міцність на розтяг $R_p(t, T)$;
- показник втоми $m(T)$.

На даний момент часу, як відомо, розрахункові умови роботи асфальтобетонних шарів згідно [8] щодо температури і часу дії навантаження прийняті наступні.

Розрахункові температури:

- для розрахунку за критерієм граничного опору при вигині - 0°C ;
- для розрахунку за критерієм пружного прогину - плюс 10°C ;
- для розрахунку за критерієм граничного стану по зсуву:
 20°C (для ОКР У-І); 25°C (для ОКР У-ІІ, У-ІV західного)
 30°C (для ОКР У-ІІІ) 35°C (для ОКР У-ІV південного).

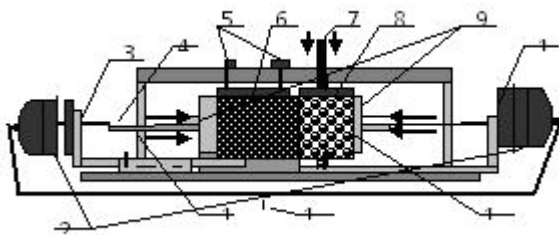
Розрахунковий час навантаження:

- при динамічних навантаженнях 0,1 с;
- при статичних навантаженнях – 600 с.

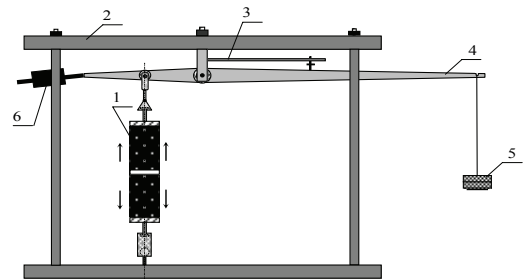
У Національному транспортному університеті з метою отримання об'єктивних даних про розрахункові характеристики армованого асфальтобетону була розроблена спеціальна методика, яка полягає в наступному.

Перед визначенням розрахункових характеристик армованого асфальтобетону в першу чергу передбачається встановити розрахункові характеристики неармованого асфальтобетону призначеного складу у відповідності з методикою нормативних документів [10, 11].

Визначати розрахункові характеристики доцільно тільки для таких видів АСМ і технологій їх використання, які не призводять до розшарування асфальтобетонних шарів при їх експлуатації. Тому, наступним кроком є перевірка ступеня ослаблення зв'язків між асфальтобетонними шарами при застосуванні АСМ після відповідних водо-морозних впливів при випробуванні на зсув і відрив у відповідності з методиками [12, 13, 14] за схемами, представлених на рисунку 3.



3а - схема випробування на зсув



3б - схема випробування на відрив

Рисунок 3 - Схема випробування зразків із армованого асфальтобетону на зчеплення між шарами при випробуванні на зсув і на відрив

Ті види АСМ і технології їх застосування, що задовольняли вимогам до забезпечення зчеплення між шарами, використовуються для виготовлення зразків з армованого асфальтобетону з метою визначення необхідних розрахункових характеристик. При виготовленні зразків армованого асфальтобетону передбачено застосування таких технологічних операцій, що дозволяють імітувати технологічний вплив на пошкодженість АСМ між асфальтобетонними шарами при їх укладанні і укоченні, а також вплив можливого пошкодження АСМ під час експлуатації при високих літніх температурах. З цією метою розроблена методика оцінки циклічної довговічності АСМ в армованому асфальтобетоні [11]. Для виготовлення зразків армованого асфальтобетону передбачено застосовувати прилади, за допомогою яких методом укочування ущільнюється асфальтобетонна суміш, наприклад, секторних пресом або вальцевим пристроєм (рисунок 4) [15, 16].



а – секторний прес

б – вальцевий пристрій

Рисунок 4 – Загальний вигляд приладів для ущільнення асфальтобетону методом укочування при виготовленні зразків армованого асфальтобетону

Виготовлені плити із армованого асфальтобетону (рисунок 5) розмічають та розпилюють за допомогою каменерізного станку на зразки необхідних розмірів, що передбачені для випробувань.



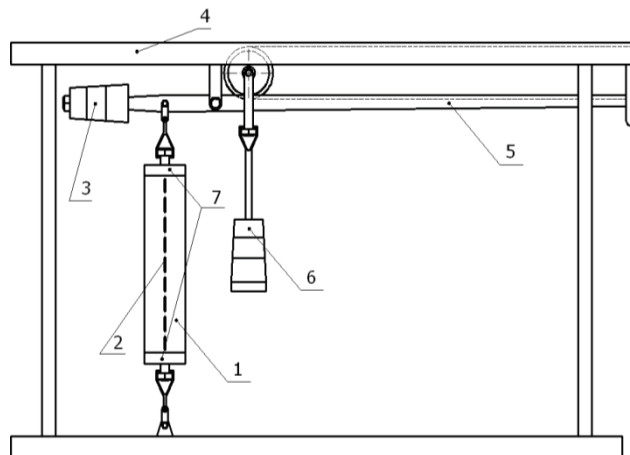
Рисунок 5 – Плита армованого асфальтобетону після виготовлення

Розміри плит і зразків армованого асфальтобетону, для визначення його розрахункових характеристик, призначаються в залежності від максимальної крупності мінеральних матеріалів і наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розміри зразків, підготовлених для випробувань, мм

Максимальна крупність заповнювача D_{max}	Розміри зразків-призм: товщина – h ; ширина – b ; довжина – l
до 10	30×60×120
до 20	60×120×240
до 40	120×160×320

На торці асфальтобетонних зразків з обох сторін, за допомогою епоксидного клею наклеюють металеві накладки, які розташовують симетрично і співвісно. Підготовлені для випробувань зразки розташовують у важільному приладі згідно зі схемою рисунку 6. Для визначення показника втоми випробування здійснюється при постійній швидкості навантаження.



1 – зразок з армованого асфальтобетону; 2 – армуючий матеріал; 3 – вантаж для рівноваги консолі; 4 – станина (корпус); 5 – консоль; 6 – рухомий вантаж; 7 – металеві накладки

Рисунок 6 – Схема приладу для випробування зразків з армованого асфальтобетону для визначення показника втоми

Показник втоми армованого асфальтобетону m визначають за формулою (1):

$$m = \frac{1}{b_{\tau}} \cdot , \quad (1)$$

де b_τ – параметр функції довговічності, що визначається за залежністю (2):

$$b_\tau = \frac{\lg \frac{V_{\sigma_1}}{V_{\sigma_2}}}{\lg \frac{\sigma_1}{\sigma_2}} - 1. \quad (2)$$

Одночасно визначають параметр функції довговічності B_τ , за залежністю (3):

$$B_\tau = \frac{\sigma_1^{b_\tau+1}}{V_{\sigma_1}(b_\tau+1)}, \quad (3)$$

де σ_1, σ_2 – граничне напруження відповідно при першій та другій швидкості наростання навантаження ($\sigma_1 = V_{\sigma_1} t_1$; $\sigma_2 = V_{\sigma_2} t_2$), МПа;

$V_{\sigma_1}, V_{\sigma_2}$ – швидкості наростання навантаження, МПа/с.

Міцність на розтяг асфальтобетону визначають за формулою (4):

$$R_{\text{лаб}} = \left(\frac{B_\tau}{t} \right)^{\frac{1}{b_\tau}}, \quad (4)$$

де B_τ, b_τ – параметри функції довговічності, що встановлюють за формулами (2), (3);
 t – розрахунковий час дії навантаження, що дорівнює 0,1 секунди.

Значення модуля пружності визначають при постійному навантаженні на зразок з тривалістю дії навантаження 0,1 с та 600 с на основі графічної залежності $\bar{\varepsilon} = f(F)$ і за значеннями F і $\bar{\varepsilon}$ для прямолінійної ділянки, обчислюють значення модуля пружності E у МПа за залежністю (5):

$$E = \frac{F}{A \bar{\varepsilon}}, \quad (5)$$

де F – довільне значення навантаження, що знаходиться на прямолінійній ділянці;

A – площа зразка;

$\bar{\varepsilon}$ – середнє значення відносної деформації, що відповідає значенню навантаження F на прямолінійній ділянці графічної залежності.

Висновки.

1. При проектуванні нежорсткого дорожнього одягу із застосуванням армованих асфальтобетонних шарів необхідно уточнювати розрахункову схему конструкції дорожнього одягу (в порівнянні з конструкцією, що має неармовані шари) з урахуванням зони впливу АСМ на зміну розрахункових характеристик асфальтобетонних шарів.

2. Розрахункові характеристики армованого асфальтобетону доцільно визначати експериментально для відповідних видів АСМ і складів асфальтобетонних сумішей, із передбачених для армованих асфальтобетонних шарів. Методика приготування зразків армованого асфальтобетону повинна відтворювати або максимально імітувати технологічні або експлуатаційні впливи асфальтобетонних сумішей на можливу пошкоджуваність АСМ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. B.S.Radovsky, V.V.Mozgovoy, I.P.Gamelyak, O.E.Tsekhansky, V.V.Kostritsky, O.G.Ostroverhy. // Ukrainian experience of system retarding reflective cracking overlay systems. Reflective

Cracking in Pavements. Design and performanse of overlay systems. Proceedings of the Third Intern. RILEM Conference. Maastricht, The Netherlands 2-4 Oct. - 1996.

2. Бондарева. Э.Д., Валерьянов В.И., Диндаров В.Э. Техничко-економические аспекты применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве. // Строит. Матер- 1997.- № 9.- с.16-19.

3. Радовский Б. С., Мозговой В.В. Оценка химической стойкости сетки типа НПСП-Д в асфальтобетонном дорожном покрытии // Отчет по НИР. Киев, - 1991 -57 с.

4. Юмашев В.М., Казарновский В.Д., и др. Современный мировой опыт применения геосетки в дорожной отрасли. // Тр. Союздорнии. - 1998.- № 196.-с. 6-21.

5. Савенко В.Я., Василевич О.В. Методика розрахунку нежорстких дорожніх одягів з армуючими прошарками // Автошляховик України. – 2003. – № 3. – с. 37-38.

6. Савенко В.Я., Василевич О.В. Теоретичні основи розрахунку асфальтобетонних шарів, армованих синтетичними прошарками // Автошляховик України. – 2002. – № 4. – с. 37-39.

7. ВБН В.2.3-218-544:2008 Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві.

8. ВБН В.2.3-218-186:2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.

9. ДБН В. 2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги.

10. СОУ 45.2-00018112-076:2012 Асфальтобетонні шари з армуючими прошарками. Метод визначення розрахункових характеристик.

11. СОУ 42.1-37641918-107:2013. Синтетичні матеріали для армування асфальтобетонного покриття. Оцінка довговічності при циклічному навантаженні.

12. Р В.3.2-218-02070915-496:2005 Рекомендації по застосуванню геосинтетичних матеріалів при будівництві та ремонті автомобільних доріг.

13. Р В.2.3-218-21476215-734:2008 Рекомендації з застосування армуючих синтетичних матеріалів різного типу для армування асфальтобетонних шарів при проектуванні конструкцій підсилення дорожнього одягу,

14. СОУ 45.2-00018112-046:2009. Асфальтобетон дорожній. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві.

15. СОУ 45.2-00018112-020:2007 Асфальтобетон дорожній. Метод випробування на стійкість до накопичення залишкових деформацій

16. ПС 0508.00.000: 2012 Паспорт обладнання для виготовлення зразків з армованого асфальтобетону.

REFERENCES

1. B.S. Radovsky, V.V. Mozgovoy, I.P. Gamelyak, O.E. Tsekhan'sky, V.V. Kostritsky, O.G. Ostroverhy. // Ukrainian experience of system retarding reflective cracking overlay systems. Reflective Cracking in Pavements. Design and performanse of overlay systems. Proceedings of the Third Intern. RILEM Conference. Maastricht, The Netherlands 2-4 Oct - 1996.

2. Bondarev. ED, Valeryanovo VI, Dyndarov V.Э. Technical and Economic aspects of application heosyntetycheskyh materials in road construction. // Stroyt. Mater- 1997.- № 9.-p.16-19. (Rus)

3. Radovskyy B.S., V.V Mozgovoy Location Hymycheskoy stoykosty Grid type NPSP-D in the asphalt road pavement // Otchet by NYR. Kiev -1991- p.57. (Rus)

4. Yumashev VM, Kazarnovskyy VD, et al. Myrovoy Modern Experience of application heosetky in dorozhnoy industry. // Tr. Soyuzdornyy. - 1998.- № 196.-p. 6-21. (Rus)

5. V. Savenko, AV Vasiljevic The method of calculation of non rigid pavements of reinforcing layers // Avtoshlyahovyk Ukraine. - 2003. - № 3. - p. 37-38. (Ukr)

6. V. Savenko, AV Vasiljevic The theoretical basis of calculation asphalt layers, layers of reinforced synthetic // Avtoshlyahovyk Ukraine. - 2002. - № 4. - p. 37-39. (Ukr)

7. VBN V.2.3-218-544: 2008 Transport facilities. Geosynthetic materials in road construction. (Ukr)

8. VBN V.2.3-218-186: 2004. Transport facilities. Flexible type of pavement. (Ukr)

9. DBN V. 2.3-4: 2007 Transport facilities. Highways. (Ukr)

10. SOU 45.2-00018112-076: 2012 Asphalt layers of reinforcing layers. The method of calculation of design characteristics. (Ukr)

11. SOU 45.2-00018112-076: 2012 Asphalt layers of reinforcing layers. The method of calculation of design characteristics. (Ukr)

12. R V.3.2-218-02070915-496: 2005 Guidance on the use of geosynthetics for construction and repair of roads. (Ukr)
13. R V.2.3-218-21476215-734: 2008 Guidance on the application of reinforced synthetic materials of various types for reinforcing asphalt layers in the design of pavement structures reinforcement. (Ukr)
14. SOU 45.2-00018112-046: 2009. Bituminous Road. Methods of assessing the adhesion between asphalt layers in shear. (Ukr)
15. SOU 45.2-00018112-020: 2007 Bituminous Road. Test method for resistance to the accumulation of residual strain. (Ukr)
16. PT 0508.00.000: 2012 certificate of the equipment for the manufacture of reinforced asphalt samples. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Мозговий В.В. Особливості проектування нежорстких дорожніх одягів із застосуванням армованих асфальтобетонних шарів для автомобільних доріг / В.В. Мозговий, О.М. Куцман, С.А. Баран, І.І. Боровик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

У статті звертається увага на необхідність врахування конструктивних особливостей при використанні армованого асфальтобетону з метою розрахунку нежорстких дорожніх одягів.

Об'єкт дослідження – армовані асфальтобетонні шари нежорсткого дорожнього одягу.

Мета роботи – удосконалення проектування нежорстких дорожніх одягів із застосуванням армованих асфальтобетонних шарів.

Методи дослідження – аналітико-експериментальні.

Звертається увага на необхідність урахування взаємодії армуючих синтетичних матеріалів зі структурою суміжної зони асфальтобетонних шарів, яка буде проявляти характеристики армованого асфальтобетону. Пропонується такі розрахункові характеристики обов'язково визначати тільки експериментальним шляхом для кожного конкретного складу асфальтобетону та виду армуючого синтетичного матеріалу. Запропоновано методику отримання зразків армованого асфальтобетону на основі приладів, що імітують реальний процес ущільнення асфальтобетонних сумішей в реальних умовах за рахунок процесів укочування з такими ж параметрами тиску, як і під вальцями котків. Це дозволяє врахувати можливі технологічні пошкодження армуючи матеріалів зернами асфальтобетонної суміші, крім того в такій методиці передбачено також імітувати вплив транспортних засобів на армуючий матеріал в асфальтобетоні під час високих літніх температур. Після технологічних та експлуатаційних впливів на армований асфальтобетон запропонована методика визначення його розрахункових характеристик: модуля пружності, міцності на розтяг при згині та показника втоми. Також така методика дає можливість оцінити циклічну довговічність армуючи синтетичних матеріалів.

Отримані результати досліджень дозволили розробити відповідні нормативні документи для здійснення необхідних випробувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДОРОЖНІЙ ОДЯГ НЕЖОРСТКОГО ТИПУ, АРМОВАНІЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК, МОДУЛЬ ПРУЖНОСТІ, МІЦНІСТЬ НА РОЗТЯГ, ПОКАЗНИК ВТОМИ.

ABSTRACT

Mozgovyy V., Kutsman O., Baran S., Borovyk I. Flexible pavement design with features using reinforced asphalt layers of highways. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).

The article draws attention to the need to incorporate design features with the use of fiber reinforced asphalt for the purpose of calculating the flexible pavement.

Object of the study – reinforced asphalt flexible pavement layers.

Purpose of the study – flexible pavement improvement of design with accounting features using reinforced asphalt layers.

Research methods – analytical and experimental.

Attention is drawn to the need to consider interactions reinforcement of synthetic materials with a structure adjacent zones asphalt layers, which will exhibit characteristics of reinforced asphalt concrete. Proposed the following calculated characteristics must determine only experimentally for each type of structure asphalt concrete and reinforcing synthetic material. The method of obtaining samples reinforced asphalt-based devices that simulate real process of compacting asphalt mixtures in the wild due process

ukochuvannya with the same parameters pressure, as in rollers rollers. This allows you to take into account possible technological reinforcing material grains damaged asphalt mixture, in addition to this technique also provides simulate the impact of vehicles on the reinforcing material in asphalt concrete during high summer temperatures. After the technological and operational impacts on the technique of reinforced asphalt concrete definition of its design characteristics: elasticity modulus, tensile strength and flexural fatigue index. Also, this method makes it possible to estimate the reinforcement cyclic durability of synthetic materials.

The obtained results allowed the development of relevant regulations to carry out the necessary tests.

KEYWORDS: FLEXIBLE PAVEMENT, REINFORCED ASPHALT, EXPERIMENTAL METHODS FOR DETERMINING THE DESIGN CHARACTERISTICS, ELASTIC MODULUS, TENSILE STRENGTH, INDEX OF TIREDNESS.

РЕФЕРАТ

Мозговой В.В. Особенности проектирования нежестких дорожных одежд с применением армированных асфальтобетонных слоев для автомобильных дорог / В.В. Мозговой, А.М. Куцман, С.А. Баран, И.И. Боровик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

В статье обращается внимание на необходимость учета конструктивных особенностей при использовании армированного асфальтобетона с целью расчета нежестких дорожных одежд.

Объект исследования – армированные асфальтобетонные слои нежесткой дорожной одежды.

Цель работы – усовершенствование проектирования нежесткой дорожной одежды с применением армированных асфальтобетонных слоев.

Методы исследования – аналитико-экспериментальные.

Обращается внимание на необходимость учета взаимодействия армирующих синтетических материалов со структурой смежной зоны асфальтобетонных слоев, которая будет проявлять характеристики армированного асфальтобетона. Предлагается такие расчетные характеристики обязательно определять только экспериментальным путем для каждого конкретного состава асфальтобетона и вида армирующего синтетического материала. Предложена методика получения образцов армированного асфальтобетона на основе приборов, имитирующие реальный процесс уплотнения асфальтобетонных смесей в реальных условиях за счет процессов укатки с такими же параметрами давления, как и со вальцами катков. Это позволяет учесть возможные технологические повреждения армирующие материалы зернами асфальтобетонной смеси, кроме того в такой методике предусмотрено также имитировать влияние транспортных средств на армирующий материал в асфальтобетоне при высоких летних температур. После технологических и эксплуатационных воздействий на армированный асфальтобетон предложена методика определения его расчетных характеристик: модуля упругости, прочности на растяжение при изгибе и показателя усталости. Также такая методика дает возможность оценить циклическую долговечность армирующие синтетических материалов.

Полученные результаты исследований позволили разработать соответствующие нормативные документы для осуществления необходимых испытаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА НЕЖЕСТКОГО ТИПА, АРМИРОВАННЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ, ПРОЧНОСТЬ НА РАСТЯЖЕНИЕ, ПОКАЗАТЕЛЬ УСТАЛОСТИ.

АВТОРИ:

Мозговой Володимир Васильович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: mozgovyy@gmail.com, тел. +380505062564, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 109.

Куцман Олександр Михайлович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: kutsmans@ukr.net, тел. +380665014280, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 113.

Баран Сергій Анатолійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: baran_serg@ukr.net, тел. +380978806451, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 113.

Боровик Ілона Іллівна, Національний транспортний університет, інженер кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: ilonaborovik@mail.ua, тел. +380969786226, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 112.

AUTHOR:

Mozgovyy Volodymyr V., professor, National Transport University, head of department road construction materials and chemistry, e-mail: mozgovyy@gmail.com, tel. +380505062564, Ukraine, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 109.

Kutsman Oleksandr M., National Transport University, postgraduate, department of road construction materials and chemistry, e-mail: kutsmans@ukr.net, tel. +380665014280, Ukraine, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 113.

Baran Serhii A., National Transport University, postgraduate, department of road construction materials and chemistry, e-mail: baran_serg@ukr.net, tel. +380978806451, Ukraine, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 113.

Borovyk Ilona I., National Transport University, engineer, department of road construction materials and chemistry, e-mail: ilonaborovik@mail.ua, tel. +380969786226, Ukraine, 01103, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 112.

АВТОРЫ:

Мозговой Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедры дорожно-строительных материалов и химии, e-mail: mozgoviy@gmail.com, тел. +380505062564, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 109.

Куцман Александр Михайлович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры дорожно-строительных материалов и химии, e-mail: kutsmans@ukr.net, тел. +380665014280, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 113.

Баран Сергей Анатольевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры дорожно-строительных материалов и химии, e-mail: baran_serg@ukr.net, тел. +380978806451, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 113.

Боровик Илона Ильинична, Национальный транспортный университет, инженер кафедры дорожно-строительных материалов и химии, e-mail: ilonaborovik@mail.ua, тел. +380969786226, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 112.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Головко С.К., кандидат технічних наук, Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П.Шульгіна», завідуючий відділу дорожніх одягів Київ, Україна.

Усиченко О.Ю., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та експлуатації доріг, Національний транспортний університет, Київ, Україна.

REVIEWER:

Holovko S. K., Ph.D., associate professor, State Enterprise «State Scientific-Road Research Institute behalf M.P.Shulhina», Head of Department pavements, Kyiv, Ukraine.

Usychenko O.Yu., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of the faculty of transport construction, Kyiv, Ukraine.