

УДК 625.7
UDC 625.7

ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ КРУПНОЗЕРНИСТИХ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ ДО УТВОРЕННЯ КОЛІЇ

Жданюк В.К., доктор технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

Воловик О.О., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

COMPARATIVE STUDIES OF THE STABILITY OF COARSE ASPHALT TO THE RUTTING

Zhdanyuk V.K., Doctor of Technical Sciences, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

Volovyk O.O., Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КРУПНОЗЕРНИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ К ОБРАЗОВАНИЮ КОЛЕИ

Жданюк В.К., доктор технических наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Воловик А.А., Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

За період експлуатації автомобільної дороги у верхніх і нижніх асфальтобетонних шарах дорожнього одягу з'являються незворотні пластичні деформації у вигляді колії. Візуально о проявленні недостатньої стійкості до утворення колії верхнього шару асфальтобетонного покриття можливо судити по колії накату, яка утворюється від дії коліс транспортних засобів за напрямком їх руху. При збільшенні кількості проходів збільшується і загальна глибина колії (рис. 1). У деяких випадках можливе збільшення зсувних зусиль по колії накату і у нижче лежачих шарах асфальтобетону.

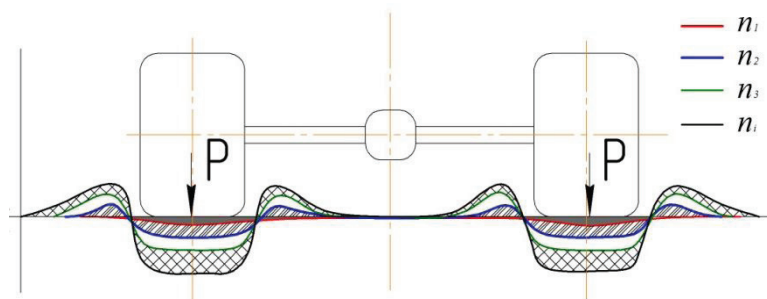


Рисунок 1 – Зміна профілю поверхні покриття дорожнього одягу при збільшенні кількості проходів транспортних засобів

Найбільш суттєвими зовнішніми факторами, які призводять до утворення колії є недостатнє ущільнення на стадії укладання асфальтобетонної суміші і вплив багатовісних вантажних автомобілів при високій температурі покриття в літній період експлуатації. Відносно внутрішніх факторів суттєвий вплив надає склад асфальтобетонної суміші, вплив в'язучого і його марка.

При визначенні фізико-механічних характеристик асфальтобетонів згідно діючого в Україні ДСТУ найбільшою границею при одноосьовому стиску за температури 50 °С володіє асфальтобетон з меншим вмістом щебеню [1]. Порівняльні результати досліджень на колієстійкість дрібнозернистих асфальтобетонів верхніх шарів показують відсутність кореляційних залежностей з показниками фізико-механічних властивостей. Найбільшою стійкістю до утворення колії характеризується дрібнозернистий асфальтобетон з підвищеним вмістом щебеню [2].

На даний момент в Україні відсутні результати експериментальних досліджень на колієстійкість крупнозернистих асфальтобетонів, які влаштовуються у нижніх шарах дорожнього одягу.

Актуальним залишається дослідження крупнозернистих асфальтобетонів типів А1 та Б1 неперервчастої та переривчастої гранулометрії. Гранулометричний склад прийнято для мінімального і максимального вмісту щебеню згідно [1], та наведено на рис. 2-5.

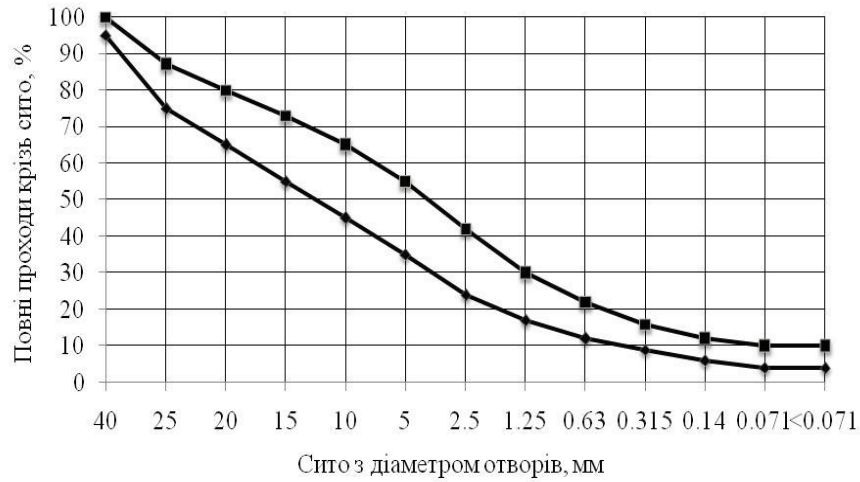


Рисунок 2 – Зерновий склад мінеральної частини щільного крупнозернистого асфальтобетону типу А1 неперервчастої гранулометрії з максимальним розміром зерен щебеню 40 мм

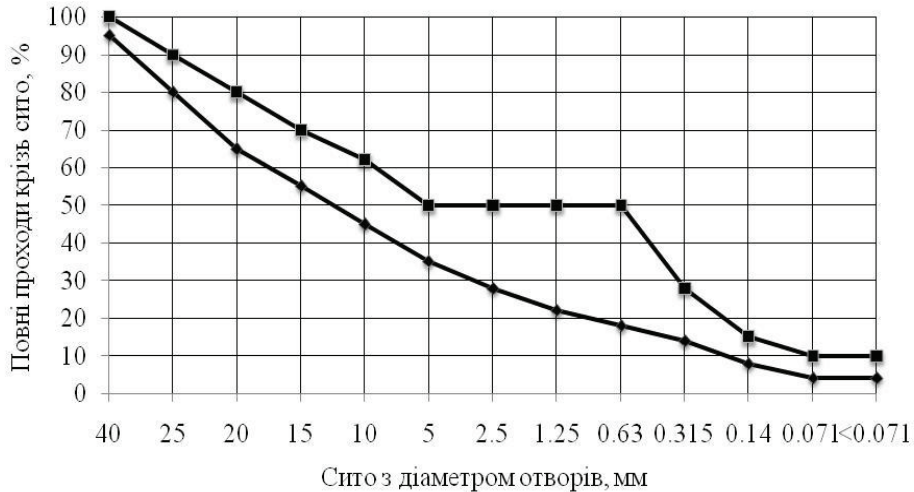


Рисунок 3 – Зерновий склад мінеральної частини щільного крупнозернистого асфальтобетону типу А1 переривчастої гранулометрії з максимальним розміром зерен щебеню 40 мм

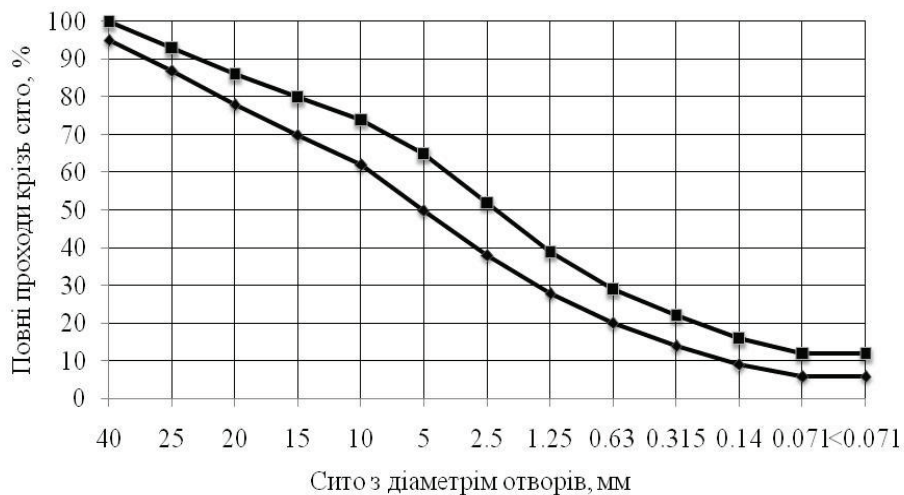


Рисунок 4 – Зерновий склад мінеральної частини щільного крупнозернистого асфальтобетону типу Б1 неперервчастої гранулометрії з максимальним розміром зерен щебеню 40 мм

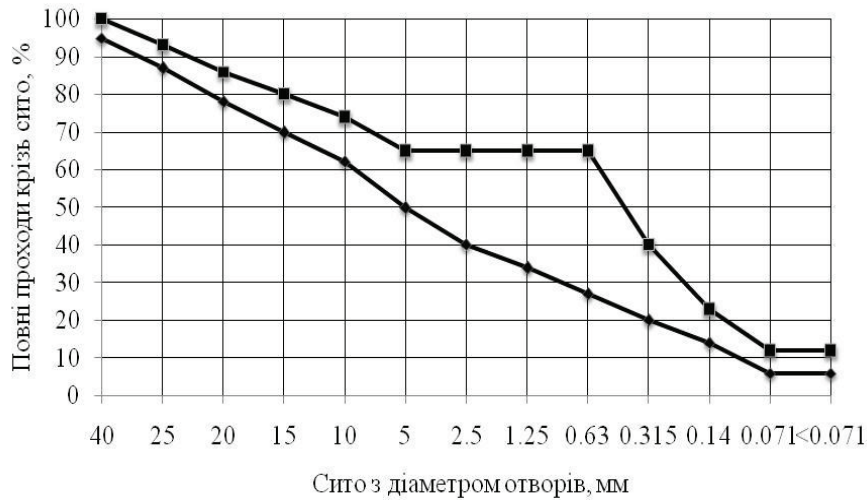


Рисунок 5 – Зерновий склад мінеральної частини щільного крупнозернистого асфальтобетону типу Б1 переривчастої гранулометрії з максимальним розміром зерен щебеню 40 мм

Із підібраних складів асфальтобетонної суміші виготовляли зразки розмірами: 300 мм довжиною, 150 мм шириною та 70 мм висотою.

Випробування на колієутворення проводили шляхом циклічного проходження звантаженого колеса по поверхні виготовлених у лабораторії асфальтобетонних зразках (рис. 6) [3-7]. Питомий тиск колеса на асфальтобетонний зразок еквівалентно навантаженню А1 [8] і складає 0,8 МПа. Температура випробування в робочій камері складає 50 °С та 65 °С.

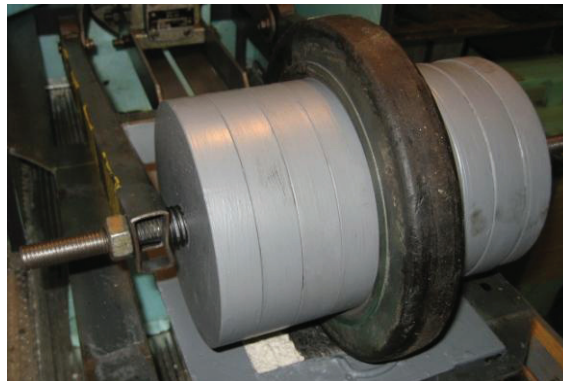


Рисунок 6 – Загальний вид електронно-механічного випробувального стенду колієутворення (ЕМВСК)

Глибина колії у лабораторних умовах вимірювалась електронно-цифровим штангенциркулем при заглибленні відносно поверхні зразка у п'яти послідовних точках по центру колії. Перша точка для вимірювання знаходиться на відстані 5 см від краю зразка (рис. 7).

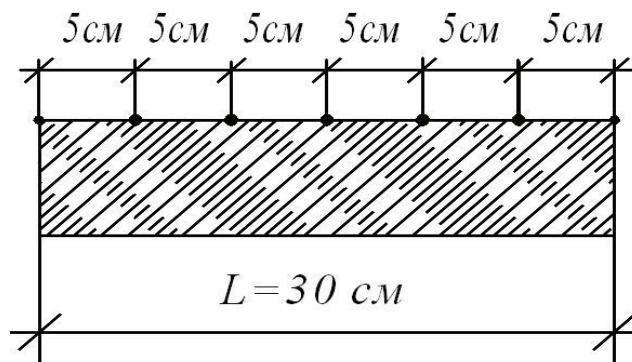


Рисунок 7 – Схема розміщення точок вимірювання глибини колії

Порівняльні експериментальні дослідження стійкості крупнозернистих щільних асфальтобетонів типу А1 та Б1 переривчастої та непереривчастої гранулометрії на основі бітуму марки БНД 60/90 до накопичення залишкових пластичних деформацій у вигляді колії за температури 65 °С показують, що при збільшенні кількості проходів колеса по одному сліду при питомому тиску на асфальтобетонний зразок 0,8 МПа глибина колії (рис. 8-11) збільшується. З наведених залежностей видно, що для асфальтобетону типу А1 непереривчастого гранулометричного складу мінеральної частини з мінімально можливим вмістом зерен щебеню згідно з [3] глибина колії після 5000 проходів колеса перевищує у 2,15 разів глибину колії у асфальтобетоні того ж типу із максимально можливим вмістом щебеню, для якого глибина колії становить 11,3 мм (рис. 8).

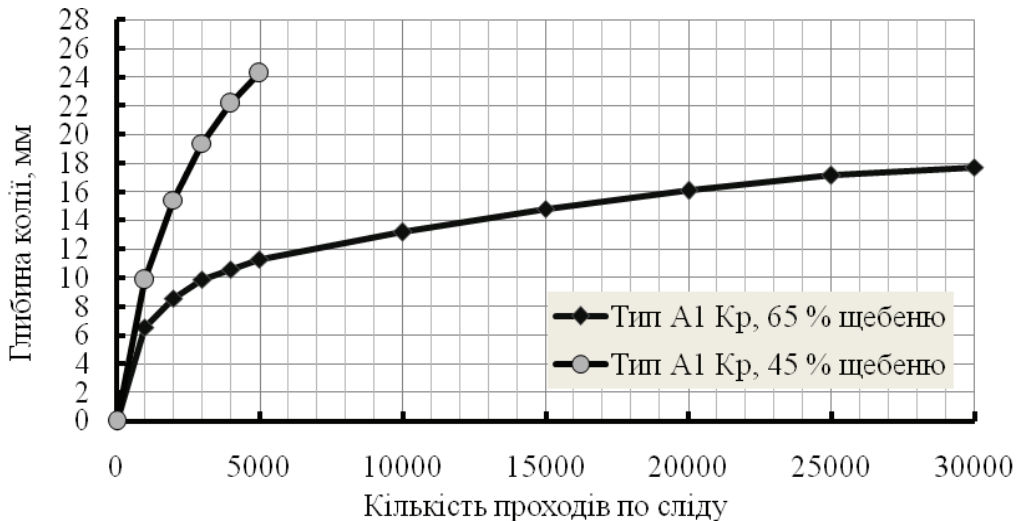


Рисунок 8 – Інтенсивність накопичення пластичних деформацій у вигляді колії в крупнозернистому асфальтобетоні типу А1 непереривчастої гранулометрії за температури 65 °С

Дослідження колієстійкості крупнозернистого асфальтобетону типу А1 переривчастого гранулометричного складу мінеральної частини показує, що в межах нормованого ДСТУ Б В.2.7-119 зернового складу асфальтобетону з мінімально можливим вмістом зерен щебеню властива глибина колії 27,8 мм після 5000 проходів колеса, порівняно з асфальтобетоном того ж типу із максимально можливим вмістом щебеню, для якого глибина колії становить 16,2 мм (рис. 9).

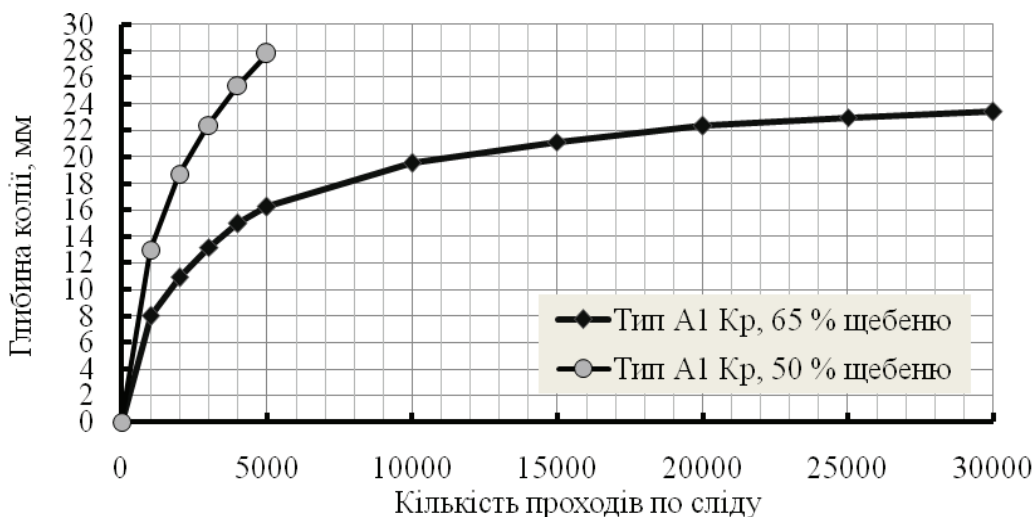


Рисунок 9 – Інтенсивність накопичення пластичних деформацій у вигляді колії в крупнозернистому асфальтобетоні типу А1 переривчастої гранулометрії за температури 65 °С

Результати порівняльних досліджень колієстійкості щільних крупнозернистих асфальтобетонів типу Б1 непереривчастого (рис. 10) та переривчастого (рис. 11) зернового складу вказують на аналогічні закономірності. Дослідженнями встановлено, що більш колієстійким є асфальтобетон з максимально можливим вмістом зерен щебеню непереривчастого гранулометричного складу

мінеральної частини, а найменш колістійким асфальтобетон типу Б1 переривчастої гранулометрії з мінімально можливим вмістом зерен щебеню.

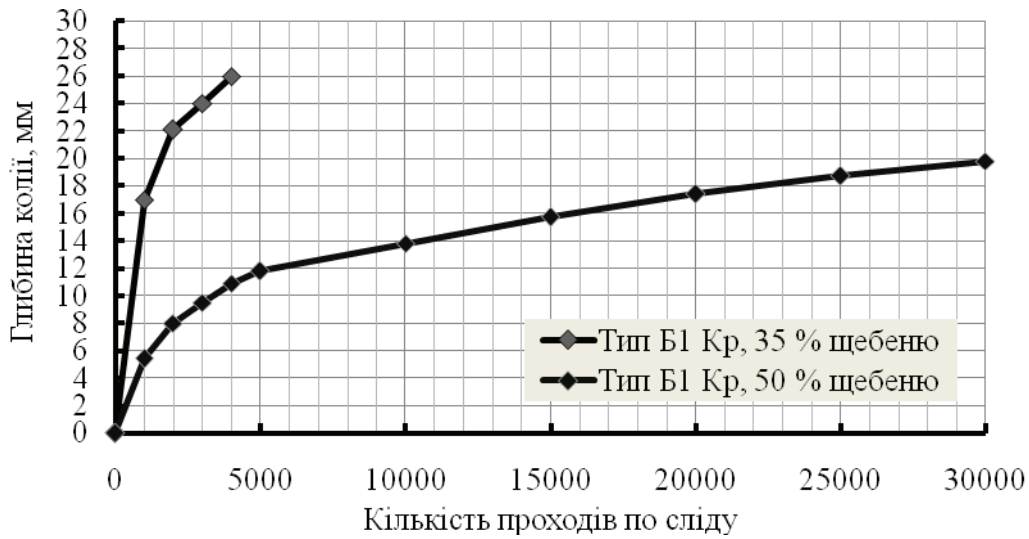


Рисунок 10 – Інтенсивність накопичення пластичних деформацій у вигляді колії в крупнозернистому асфальтобетоні типу Б1 непереривчастої гранулометрії за температури 65 °С

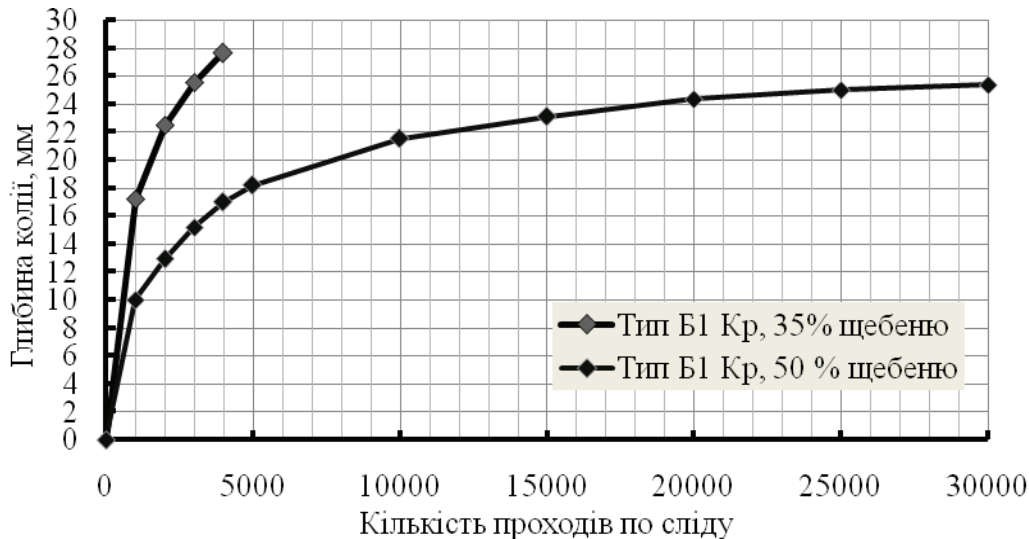


Рисунок 11 – Інтенсивність накопичення пластичних деформацій у вигляді колії в крупнозернистому асфальтобетоні типу Б1 переривчастої гранулометрії за температури 65 °С

Серед досліджуваних щільних крупнозернистих асфальтобетонів більша стійкість до накопичення пластичних деформацій властива асфальтобетонам з непереривчастим гранулометричним складом мінеральної частини, порівняно з асфальтобетонами з переривчастою гранулометрією.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. – Київ: Мінрегіон України, 2011.
2. Жданюк В. К., Даценко В. М., Зражевец Е. М., Чугуенко С. А., Воловик А. А. Устойчивость асфальтобетонных различных гранулометрических типов к накоплению пластических деформаций в виде колеи // Материалы юбилейной научно-технической конференции «80 лет Белорусской дорожной науке». – Минск. – 2008. – С.105-111.
3. Жданюк В. К., Масюк Ю. А., Чугуенко С. А., Плигун В. И. Об оценке устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию пластических деформаций в виде колеи // Материалы II международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», ХНАГХ. – 2007. – С. 168-171.

4. Жданюк В.К., Масюк Ю.А., Чугуенко С.А., Плигун В.И. Об оценке устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию пластических деформаций в виде колеи // Материалы II международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», ХНАГХ. – 2007.- С.168-171.

5. Uzarowski L., Paradis M., Lum P. 2004. Accelerated Performance Testing of Canadian Asphalt Mixes Using Three Different Wheel Rut Testers// «At the Accelerated Field and Laboratory Pavement Testing Session» / Conference of the Transportation Association of Canada.

6. Stricland D., Colang J., Martin M., Deme I. 2008. Performance properties of paving mixtures made with modified sulphur pellets // International ISAP Symposium on «Asphalt Pavements and Environment», Zurich.- p. 64-75.

7. EN 12697-22:2003 Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt– Part 22: Wheel tracking.

8. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186-2004 – К.: Державна служба автомобільних доріг України «УКРАВТОДОР», 2004. – 76.

REFERENCES

1. Building materials. Asphalt mixtures and asphalt for roads and airfield. Specifications: GOST B V.2.7-119:2011. – Kiev: Regional Development of Ukraine, 2011. (Ukr).

2. Zhdanyuk V.K., Datsenko V.M., Zrazhevets E.M., Chuhuenko S.A., Volovik A.A. Stability of asphalt different types of grain size to the accumulation of plastic deformations in a rut // Materials Jubilee Scientific and Technical Conference “80 years old Belarusian road to science”. – Minsk. – 2008. – С.105-111. (Rus).

3. Zhdanyuk V.K., Masuk Y.A., Chuguenko S.A., Pligun V.I. An estimate of the stability of asphalt concrete pavement to the formation of plastic deformations in a rut // Proceedings of the II International Scientific and Technical Internet-conference “Construction, reconstruction and rehabilitation of municipal services buildings”, KNAME. – 2007.- С.168-171. (Rus).

4. Rolli S. Nawerzhnie drogowe i lotniskowe. Ostroznosc w interpretacji wynkow badania koleinowania w aparacie francuskim LPC // Nowosci zagranicznej techniki drogowej.- Warszawa, IBDiM.- 2001.- zeszyt 144.- s. 5-13. (Pl).

5. Uzarowski L., Paradis M., Lum P. 2004. Accelerated Performance Testing of Canadian Asphalt Mixes Using Three Different Wheel Rut Testers// «At the Accelerated Field and Laboratory Pavement Testing Session» / Conference of the Transportation Association of Canada.

6. Stricland D., Colang J., Martin M., Deme I. 2008. Performance properties of paving mixtures made with modified sulphur pellets // International ISAP Symposium on «Asphalt Pavements and Environment», Zurich.- p. 64-75.

7. EN 12697-22:2003 Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt– Part 22: Wheel tracking.

8. Flexible type of pavement: VBN V.2.3-218-186-2004 – К.: State Road Service of Ukraine «UKRAVTODOR», 2004. – 76. (Ukr).

РЕФЕРАТ

Жданюк В.К. Порівняльні дослідження стійкості крупнозернистих асфальтобетонів до утворення колії / В.К. Жданюк, О.О. Воловик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

У статті виконані порівняльні дослідження стійкості гарячих щільних крупнозернистих асфальтобетонів до утворення колії.

Об'єкт дослідження – Процеси колієутворення у нижніх шарах дорожнього одягу.

Мета роботи – Підвищення довговічності асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів автомобільних доріг за критерієм колієстійкості асфальтобетонів.

Метод дослідження – Статистичний аналіз закономірностей колієутворення.

При зміні різновиду гранулометрії та вмісту зерен щебеню у складі асфальтобетонної суміші глибина колії та гребені випирання вздовж неї також змінюються. Показано, що зі збільшенням вмісту щебеню у складі крупнозернистого асфальтобетону непереривчастої гранулометрії їх стійкість до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії збільшується.

Для асфальтобетону типу А1 непереривчастого гранулометричного складу мінеральної частини з мінімально можливим вмістом зерен щебеню глибина колії після 5000 проходів колеса перевищує у 2,15 разів глибину колії у асфальтобетоні того ж типу із максимально можливим

вмістом щебеню, для якого глибина колії становить 11,3 мм. Дослідження колієстійкості крупнозернистого асфальтобетону типу А1 переривчастого гранулометричного складу мінеральної частини показує, що асфальтобетону з мінімально можливим вмістом зерен щебеню властива глибина колії 27,8 мм після 5000 проходів колеса, порівняно з асфальтобетоном того ж типу із максимально можливим вмістом щебеню, для якого глибина колії становить 16,2 мм. Результати порівняльних досліджень колієстійкості щільних крупнозернистих асфальтобетонів типу Б1 непереривчастого та переривчастого зернового складу вказують на аналогічні закономірності.

Результати статті можуть бути упроваджені у виробництво при влаштуванні нижніх шарів дорожнього одягу.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – визначення більш стійкого до колієутворення асфальтобетону.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АСФАЛЬТОБЕТОН, КОЛІЯ, ДОРОЖНІЙ ОДЯГ, ТЕМПЕРАТУРА ПОКРИТТЯ, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, ГРЕБЕНІ ВИПИРАННЯ.

ABSTRACT

Zhdanyuk V.K., Volovyk O.O. Comparative studies of the stability of coarse asphalt to the rutting. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The article made a comparative study of stability of the hot dense coarse asphalt to rutting.

Object of study – Processes rutting in the lower layers of the pavement.

Purpose of the study – Increased durability of asphalt concrete coatings pavements of roads to the rutting.

Method of the study – Statistical analysis of the patterns of rutting

If you change the species and size distribution of grains of gravel content in the composition of asphalt mixture rut depth and bulging ridges along it also vary. It is shown that with increasing content in the rubble asphalt concrete coarse granulometry continuous accumulation of their resistance to plastic deformation in the form of a track increases.

For asphalt concrete type A1 continuous particle size distribution of the mineral with the lowest possible content of grains of gravel rut depth after 5000 wheel passages at 2.15 times the value of the depth gauge in the asphalt concrete of the same type with the highest possible content of crushed stone, for which the depth gauge is 11.3 mm. Research rutting coarse asphalt concrete type A1 continuous particle size distribution of the mineral shows that the asphalt concrete with the lowest possible content of grains of gravel characteristic rut depth of 27.8 mm since 5000 wheel passages, compared to asphalt of the same type with the highest possible content of crushed stone, for which gauge the depth of 16.2 mm. The results of comparative studies rutting dense coarse asphalt type B1 continuous and discontinuous grain composition indicate a similar pattern.

The results of the article can be implemented in a production environment when constructing the lower layers of the pavement.

Projected assumptions about the development of the research object – establishing the most stable to asphalt concrete to the rutting.

KEYWORDS: ASPHALT CONCRETE, RUT, PAVEMENT, TEMPERATURE COATING, GRADING, RIDGES BULGING

РЕФЕРАТ

Жданюк В.К. Сравнительные исследования устойчивости крупнозернистых асфальтобетонов к образованию колеи / В.К. Жданюк, А.А. Воловик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017. – Вып. 1 (37).

В статье выполнены сравнительные исследования устойчивости горячих плотных крупнозернистых асфальтобетонов к образованию колеи.

Объект исследования – Процессы колееобразования в нижних слоях дорожной одежды.

Цель работы – Повышение долговечности асфальтобетонных покрытий дорожных одежд автомобильных дорог по критерию колееустойчивости асфальтобетонов.

Метод исследования – Статистический анализ закономерностей колееобразования.

При изменении разновидности гранулометрии и содержания зёрен щебня в составе асфальтобетонной смеси глубина колеи и гребни выпирания вдоль неё тоже изменяются. Показано,

что с увеличением содержания щебня в составе крупнозернистого асфальтобетона непрерывной гранулометрии их устойчивость к накоплению пластических деформаций в виде колеи возрастает.

Для асфальтобетона типа А1 непрерывного гранулометрического состава минеральной части с минимально возможным содержанием зёрен щебня глубина колеи после 5000 проходов колеса в 2,15 раза превышает значения глубины колеи в асфальтобетоне того же типа с максимально возможным содержанием щебня, для которого глубина колеи составляет 11,3 мм. Исследования колееустойчивости крупнозернистого асфальтобетона типа А1 прерывного гранулометрического состава минеральной части показывает, что асфальтобетону с минимально возможным содержанием зёрен щебня свойственна глубина колеи 27,8 мм после 5000 проходов колеса, сравнительно с асфальтобетоном того же типа с максимально возможным содержанием щебня, для которого глубина колеи составляет 16,2 мм. Результаты сравнительных исследований колееустойчивости плотных крупнозернистых асфальтобетонов типа Б1 непрерывного и прерывного зернового состава указывают на аналогичные закономерности.

Результаты статьи могут быть внедрены в производственных условиях при устройстве нижних слоёв дорожной одежды.

Прогнозируемые предположения относительно развития объекта исследования – установление наиболее устойчивого асфальтобетона к колееобразованию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АСФАЛЬТОБЕТОН, КОЛЕЯ, ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА, ТЕМПЕРАТУРА ПОКРЫТИЯ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ГРЕБНИ ВЫПИРАНИЯ.

АВТОРИ

Жданюк Валерій Кузьмович, доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, e-mail: zhdanuk@khadi.kharkov.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Україна, 61000, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Воловик Олександр Олександрович, асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, асистент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, e-mail: 5985@i.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Україна, 61000, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

AUTHOR

Zhdanyuk Valeriy K., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Head of the Department of construction and operation of highways, e-mail: zhdanuk@khadi.kharkov.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Ukraine, 61000, Kharkov, Yaroslava Mudrogo str., 25.

Volovyk Alexander A., the assistant, Kharkov National Automobile and Highway University, Department of construction and operation of highways Assistant, e-mail: 5985@i.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Ukraine, 61000, Kharkov, Yaroslava Mudrogo str., 25.

АВТОРЫ

Жданюк Валерий Кузьмич, доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации автомобильных дорог, e-mail: zhdanuk@khadi.kharkov.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Украина, 61000 г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Воловик Александр Александрович, асистент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ассистент кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог, e-mail: 5985@i.ua, тел. +38(057) 707-37-80, Украина, 61000, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кожушко В.П., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки, Харків, Україна.

Стороженко М.С., кандидат технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, Харків, Україна.

REVIEWER:

Kozhushko V.P., PhD, Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Professor of the Department of bridges, structures and structural mechanics, Kharkiv, Ukraine.

Storozhenko M.S., Ph.D., Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Professor of the Department of bridges, structures and structural mechanics, Kharkiv, Ukraine.