

УДК 625.7/.8

Онищенко А.М., канд. техн. наук, Різніченко О.С.

ПІДВИЩЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНОГО В'ЯЖУЧОГО

Анотація. У статті розглядається дослідження в лабораторних умовах впливу полімерного бітумного в'язучого на колієстійкість різних типів асфальтобетонним використовуючи показник колійності. Проведені дослідження різних типів дрібнозернистого асфальтобетону з максимальним розміром частинок зерен 10 мм з полімерно-бітумним в'язучим і бітумом нафтовим дорожнім БНД 40/60 до накопичення залишкових деформацій у вигляді колії. В результаті чого, встановлено, що асфальтобетони з полімер-бітумним в'язучим мають в майже в 1,5-2 рази менше колію, ніж для асфальтобетону з бітумом БНД 40/60.

Ключові слова: асфальтобетон, в'язуче Polygum, колійність, процедури випробування, глибина колії, залежність міцності зчеплення.

UDC 625.7/.8

Onischenko A.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Riznichenko O.S.

INCREASING RUT RESISTANCE OF ASPHALT PAVEMENT BY USING A POLYMER BINDER

Abstract. This article deals investigate in laboratory conditions effect of polymer bituminous binder on rutting resistance of different types asphalt concrete using rutting measure. It includes research different types of fine-grained asphalt concrete with a maximum particle size of grains of 10 mm with asphalt polymer binder and oil bitumen BND 40/60 till accumulation of residual strains in form of rutting. This indicates that studied asphalt concrete with polymer binder have in almost 1.5-2 times less rutting than asphalt concrete with bitumen BND 40/60.

Keywords: asphalt concrete, Polygum binder, rutting, procedure of testing, rutting depth, strength of adherence depending.

УДК 625.7/.8

Онищенко А.Н., канд. техн. наук, Ризниченко А.С.

ПОВЫШЕНИЕ КОЛЕЕСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО

Аннотация. В статье рассматривается исследования в лабораторных условиях воздействия полимерного битумного вяжущего на колеестойкость различных типов асфальтобетоннов используя показатель колейности. Проведенные исследования различных типов мелкозернистого асфальтобетона с максимальным размером зерен 10 мм с полимерно-битумным вяжущим и битумом нефтяным дорожным БНД 40/60 к накоплению остаточных деформаций в виде колеи. В результате чего, установлено, что асфальтобетоны с полимер-битумного вяжущего имеют в почти в 1,5-2 раза меньше колею, чем для асфальтобетона с битумом БНД 40/60.

Ключевые слова: асфальтобетон, вяжущее Polygum, колейность, процедуры испытания, глубина колеи, зависимость прочности сцепления.

Актуальність проблеми. На дорогах загального користування України в останні роки спостерігається стійке зростання перевезень вантажних транспортних засобів, що призводить до накопичення залишкових деформацій у вигляді колій в шарах асфальтобетонного покриття, особливо при високих літніх температурах.

Порушення поперечної рівності в асфальтобетонному покритті у вигляді колій створює небезпечні умови для водіння, наприклад, існує підвищений ризик втрати керування транспортним засобом під час зміни смуги руху, під час маневрів (наприклад, обгін), застій води в колії може привести до аквапланування колеса транспортного засобу і в результаті - небезпечного водіння. Крім того, застій води в колії призводить до небезпечного її більш інтенсивного розвитку, взимку це утруднює ефективне видалення снігу та крижаних відкладень, збільшує ковзання в смугах руху і знижує безпеку.

Згідно [1-4], колія є найбільш складним видом деформації, його поява на "дорогах є неприйнятною, і утворена колія повинна терміново бути усунена". Це вказує на те, що асфальтобетон зі звичайним бітумом (БНД) не завжди відповідає вимогам стандартів. У цьому випадку, слід зазначити, що для таких доріг тільки якості бітуму і асфальтобетону не завжди достатньо, щоб забезпечити як довговічність, так і стійкість до накопичення залишкових деформацій, водо- і морозостійкість асфальтобетону. Найвні різні модифікатори для бітуму і асфальтобетонних сумішей в Україні, що дозволяють значно збільшити колієстійкість асфальтобетонів з бітумом, які відповідають стандартам. Таким чином, дослідження колійності асфальтобетону, прогнозування інтенсивності колії в асфальтобетоні є актуальним завданням

Аналіз останніх досліджень

Згідно [1, 5] в залежності від категорії доріг і мостів використовують різні типи і види асфальтобетону, які розрізняються за кількістю крупного заповнювача (гравію).

Порівняння результатів випробувань колієстійкості асфальтобетону з різною

Urgency of a problem. On general use roads of Ukraine in recent years there has been a steady increase in traffic of heavy vehicles which causes accumulation of residual strains in form of rutting in layers of asphalt coating, especially during high summer temperatures.

Violation of transverse equality in asphalt pavement in the form of rutting creates dangerous conditions for driving, as: there is increased risk of loss of vehicle control while crossing over a track, during maneuvers (eg overtaking), stagnant water in a rut can lead to hydroplaning wheels of the vehicle and as a result - dangerous driving. In addition to safety reduction stagnant water in a track leads to its more intensive development, in the winter it complicates efficient removal of snow and ice deposits, increasing slip in strip rolling and reduces safety.

According [1-4], rutting is the most difficult type of strain, its appearance on "roads in operation is unacceptable, and emerged rutting is to be urgently eliminated". This indicates that asphalt concrete with ordinary bitumen (BND) does not always meet requirements of standards. In this case, it should be noted that for such roads critical standard of quality for bitumen and asphalt concrete is not always enough to ensure both producibility, resistance to accumulation of residual strain, water and frost resistance of asphalt concrete. The current range of different modifiers for bitumen and asphalt concrete mixtures in Ukraine allows significantly increase rutting resistance of asphalt concretes with bitumen which are in compliance with standards. Therefore, research rutting asphalt concrete, prediction of intensity of rutting in asphalt concrete is urgent task.

Analysis of recent research

According to [1, 5] depending on category of roads and bridges, they use various types and kinds of asphalt concrete which differ in number of coarse aggregate (gravel).

Comparison results of stability tests of asphalt concrete with different gradation

кількістю щебеню наведено в [1]. Автори цих досліджень стверджують, що серед дрібнозернистих асфальтобетонів найнижча глибина колія є типовою для типу А, а найвища – до типу В. Піщаний асфальтобетон характеризується найвищою глибиною колії в порівнянні з дрібнозернистим асфальтобетоном, так після 25 000 проходів колеса для типу А глибина колії в 2 рази нижче, ніж для тип Г. Результати випробувань показали, що глибина колії і показник міцності на стиск при 50 °С, в якості критерію опору зсуву знаходяться в протиріччі.

За результатами досліджень, проведених в ХНАДУ [1-3], на колієстійкість асфальтобетону великий вплив має в'язуча речовина (бітум). Так, якщо кількість бітуму зменшити з 6,4% до 4,6 %, глибина колії в асфальтобетоні після 30000 проходжень колеса зменшується від 14 мм до 6 мм. Таким чином, спостерігається пряма (екстремальна) залежність при визначенні відношення між глибиною колії і вмістом бітуму, на відміну від результатів при випробуванні на згин і визначенні реологічних характеристик [4].

Мета даного дослідження – дослідити в лабораторних умовах вплив полімербітумного в'язучого на основі Polygum на колійність різних типів асфальтобетону з використанням відповідного обладнання.

На кафедрі дорожньо-будівельних матеріалів і хімії НТУ були проведені дослідження дрібнозернистого асфальтобетону, який згідно стандарту відносять до типу А, Б, В і щебенево-мастиковий асфальт (ЩМА) з максимальним розміром частинок зерен 10 мм [7, 8] з використанням полімербітумного в'язучого на основі Polygum і нафтового дорожнього бітуму БНД 40/60 для визначення накопичення залишкових деформацій у вигляді колії.

Випробування колієстійкості проводили за допомогою секторного пресу, розробленого ДНТЦ Дор'якість і НТУ (рис. 1), за допомогою металевого колеса, на який створювали тиск 0,8 МПа, що передавався на асфальтобетонний зразок. Цей тиск еквівалентний навантаженню А1 (57,5 кН) при температурі + 55 °С і різній

before rutting are given in [1]. The authors of these studies claim that among these fine-grained asphalt concrete the lowest depth of rutting is typical for type A and the highest – to type B. Sand asphalt concrete is characterized by the highest rut depth compared to the fine-grained asphalt concrete, while after 25 000 passes depth rutting from wheel of type A 2 times lower than type D. The results of tests showed that rutting depth and indicator of compressive strength at 50° C, as criteria shear resistance are in contradiction.

As the results of studies conducted in HNADU [1-3], rutting resistance of asphalt concrete is greatly influenced by binder (bitumen). As the number of bitumen from 6.4% to 4.6% depth of rutting in asphalt concrete after 30,000 wheel passes is reduced from 14 mm to 6 mm. So, in determining dependence between depth of rutting and bitumen content in asphalt concrete was observed maximum (extreme), in contrast to results when tested for resistibility and determining the rheological characteristics [4].

Objective of this research – investigate in laboratory conditions effect of bituminous Polygum binder on rutting resistance of different types asphalt concrete using rutting measure.

At the Department of Road Construction Materials and Chemistry NTU were performed research of fine-grained asphalt concrete, which in grading composition related to types A, B, V and stone-mastic asphalt (SMA) with a maximum particle size of grains of 10 mm with asphalt binder Polygum" and oil bitumen BND 40/60 till accumulation of residual strains in form of rutting.

Rutting test was carried out by sector press, developed by SSTC Doryakist and NTU (Fig. 1), and loaded on a metal wheel with a pressure of 0.8 MPa, which is transferred asphalt concrete sample. This pressure is equivalent to load A1 (57.5 kN) temperature of +55 °C and varying the number of passes

кількості проходів колеса на одному сліду в прямому і зворотному напрямку за методикою, описаною в [5].

Фізичні та механічні властивості полімербітумного в'язучого на основі Polygum і бітуму нафтового дорожнього БНД 40/60, які були прийняті для приготування асфальтобетонних сумішей типу А, Б, В і ЩМА наведені в таблиці 1.

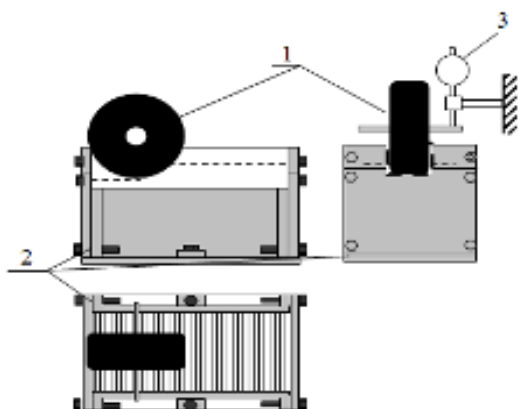


Рисунок 1 – Схема пристрою для випробування на колієстійкість асфальтобетону і накопичення залишкових деформацій: 1 - випробувальне колесо, 2 - металева форма 3 - датчик деформації

Таблиця 1 – Фізичні і механічні властивості бітумного в'язучого

Властивості	Polygum	БНД 40/60
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	59	56
Температура розм'якшення, °С,	82	53
Розтяжність, при 25 °С, см	72	49
Еластичність при 25 °С, %	96	-

При визначенні колієстійкості досліджуваного асфальтобетону з полімер бітумним в'язучим на основі Polygum і бітумом БНД 40/60 була відзначена тенденція до збільшення глибини колійності зі збільшенням числа проходів колеса при температурі 55 °С (рис. 3, 4). Отримані результати показують, що асфальтобетон з полімербітумним в'язучим Polygum більш колієстійкий. Як показано на рисунку 3 асфальтобетон типу А з полімербітумним в'язучим Polygum після 20 тисяч проходів колеса має глибину колії 3,24 мм, а для типу А на основі бітуму БНД 40/60 відповідно до рис. 4 глибина колії складає 6,48 мм.

wheels on one track in forward and reverse direction by the method described in [5].

Physical and mechanical properties of bituminous Polygum binder and road oil bitumen BND 40/60, adopted for the preparation of asphalt mixtures of types A, B, V and SMA are given in Table 1.

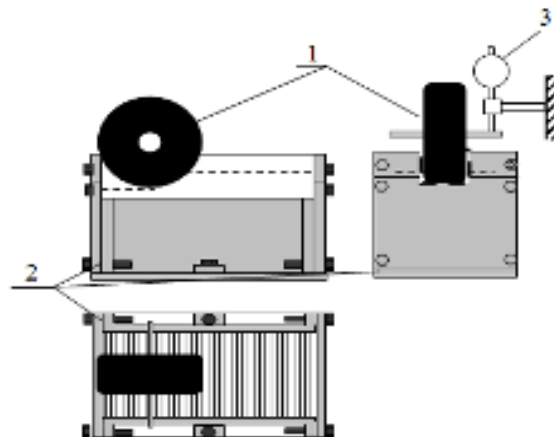
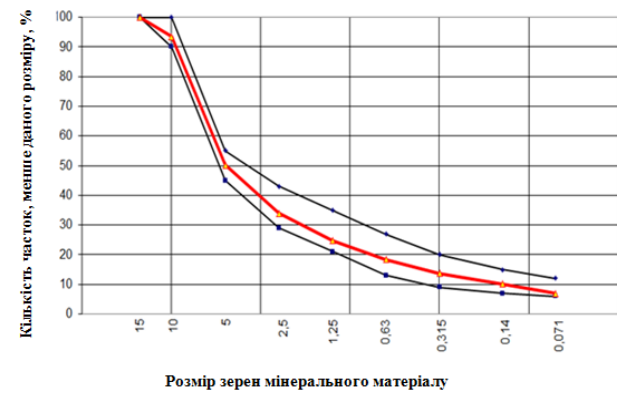


Figure 1 – Scheme of the device for testing resistant asphalt concrete to accumulation of residual strains: test wheel, 2 - metallic form 3 - strain sensor

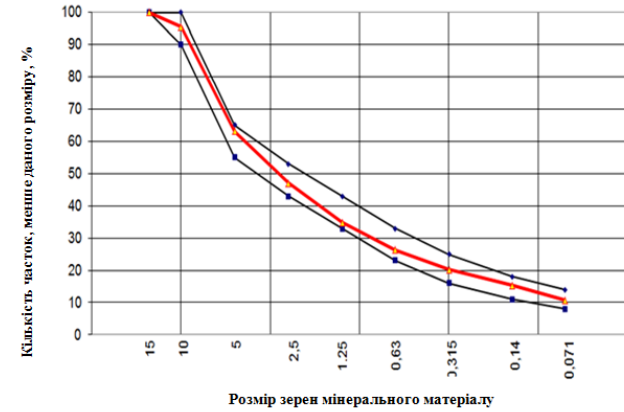
Table 1 - Physical and mechanical properties of bituminous binder

Property	Polygum	BN 40/60
Penetration at 25 °C, 0,1 mm	59	56
Softening point, °C,	82	53
Ductility, at 25 °C, sm	72	49
Elastic recovery at 25 °C, %	96	-

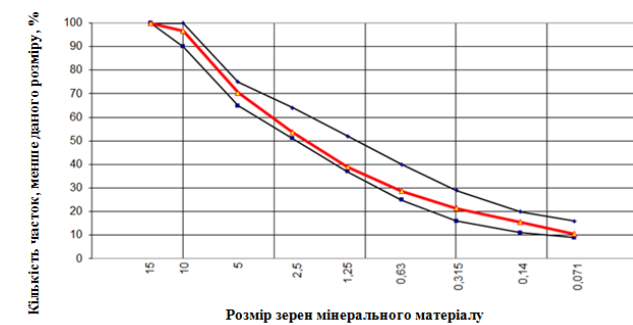
In determining rutting of studied asphalt concrete with asphalt Polygum binder and BND 40/60 was noted trend of increasing depth of rutting with increasing number of wheel passes and temperature of 55 °C (Fig. 3, 4). Obtained results show that asphalt concrete with asphalt binder Polygum is less rut resistant. As shown in Figure 3 asphalt Type A with asphalt binder Polygum after 20 thousand wheel passes has rutting depth of 3.24 mm, and for Type A asphalt with bitumen BND 40/60 according to Figure 4 rutting depth is 6.48 mm.



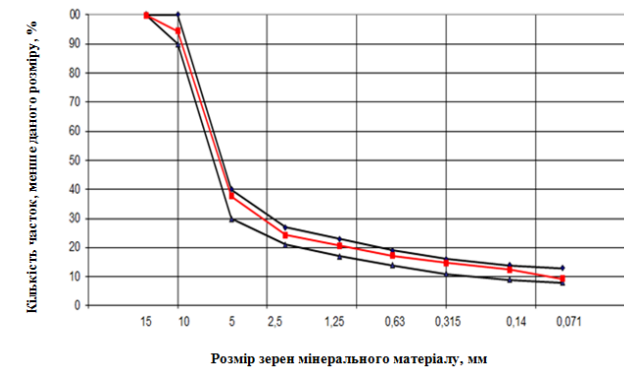
а)



б)

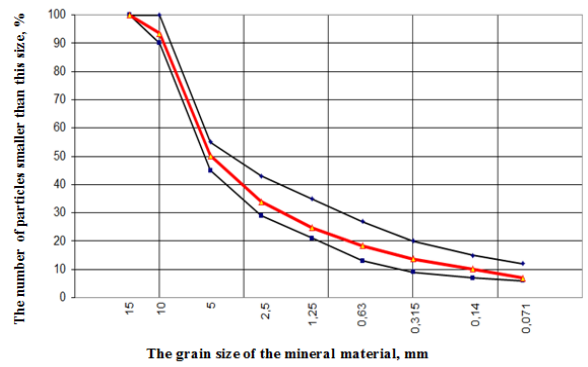


в)

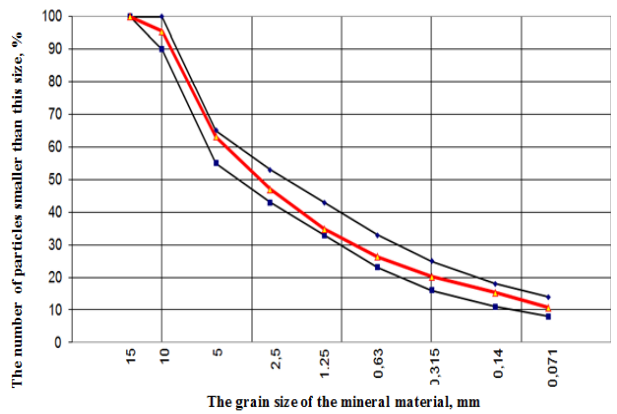


д)

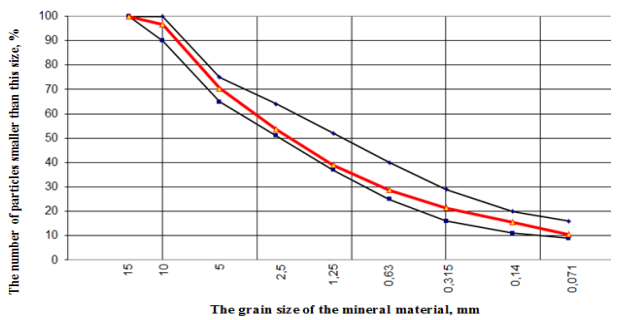
Рисунок 2 – Тип асфальтобетону: а) - тип А; б) - тип Б; в) - Тип В; д) - ЩМА



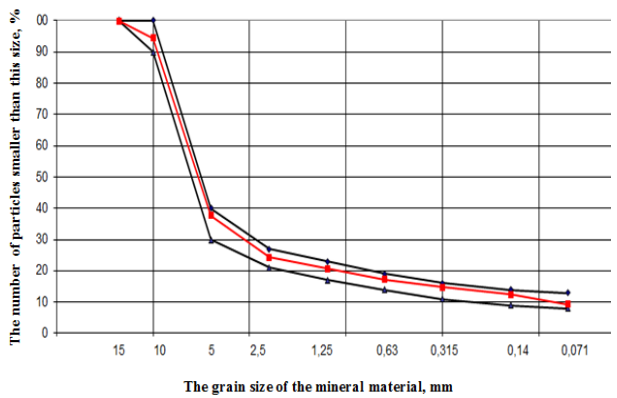
а)



б)



в)



д)

Figure 2 – Grading of asphalt concrete: а) - Type A; б) - Type B; в) - Type V; д) – SMA

Фізичні та механічні властивості асфальтобетону наведені в таблиці 2.

Physical and mechanical properties of asphalt concrete are given in Table 2.

Таблиця 2 – Фізичні і механічні властивості асфальтобетону

Table 2 – Physical and mechanical properties of asphalt concrete

Властивість	Тип А		Тип Б		Тип В		ЩМА	
	Polygum	БНД 40/60	Polygum	БНД 40/60	Polygum	БНД 40/60	Polygum	БНД 40/60
Водонасичення, % за об'ємом	1,6	1,9	2,5	1,8	1,6	2,0	2,6	1,8
Міцність при стиску, МПа, при								
	20 °С	5,9	5,1	7,4	5,3	7,8	5,5	5,3
50 °С	2,8	1,39	2,9	1,4	3,1	1,4	2,6	1,4
Коефіцієнт водостійкості	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0
				9		9		
Оптимальний вміст бітуму в асфальтобетоні, %	5,6	6,2	6,0	6,5	6,3	6,7	6,0	6,2

Property	Type A		Type B		Type V		SMA	
	polygum	BND 40/60	polygum	BND 40/60	polygum	BND 40/60	polygum	BND 40/60
Water saturation, % for volum	1,6	1,9	1,52	1,85	1,65	2,00	2,6	1,8
Critical compression strength, MPa, at								
	20 °С	5,9	5,1	7,4	5,3	7,8	5,5	5,3
50 °С	2,8	1,39	2,95	1,45	3,1	1,47	2,65	1,45
Coefficient of prolonged water resistance	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,99	1,0	1,0
				9		9		
Optimal content of bitumen in asphalt, %	5,6	6,2	6,0	6,5	6,3	6,7	6,0	6,2

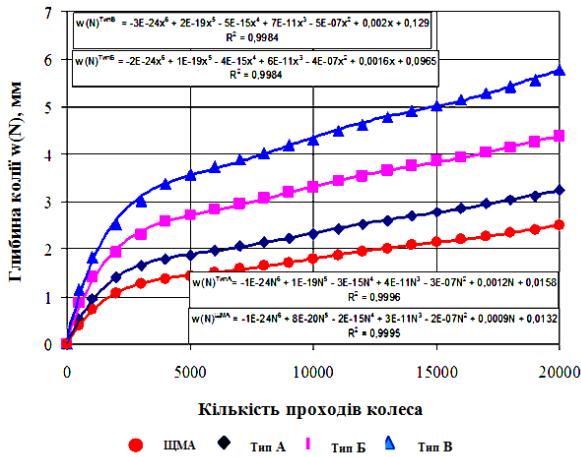


Рисунок 3 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса в досліджуваних асфальтобетонах з в'язучим Polygum

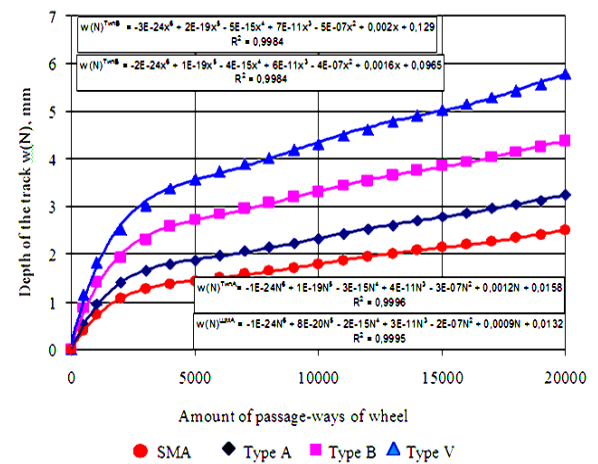


Figure 3 – Dependence of rutting depth on number of wheel passes in the studied asphalt concrete with polygum binder

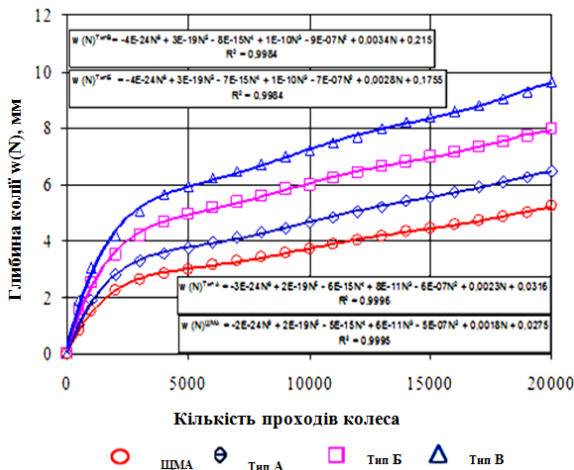


Рисунок 4 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса в досліджуваних асфальтобетонах на бітумі БНД 40/60

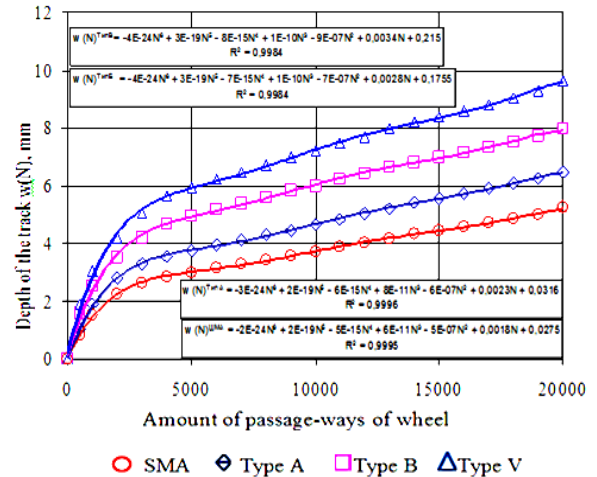


Figure 4 – Dependence of rutting depth on number of wheel passes in the studied asphalt concrete with bitumen BND 40/60

Дані показують, що асфальтобетон з в'язучим Polygum (рис. 3) мають майже в 1,5-2 рази менше колю, ніж асфальтобетон з бітумом БНД 40/60 (рис. 4). Також на основі результатів дослідження (рис. 3, 4) досліджено вплив вмісту щебеню на інтенсивність утворення колії рис.5.

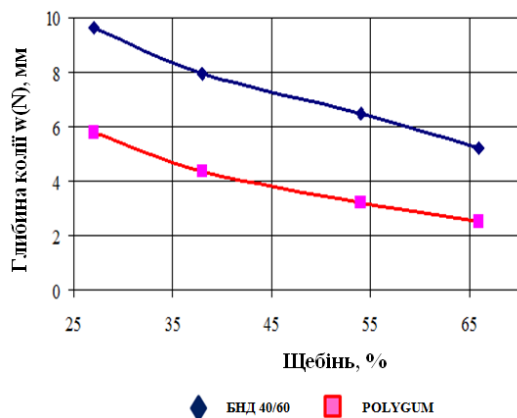


Рисунок 5 - Залежність глибини колії після 20000 проходів колеса для асфальтобетонів з різним вмістом щебеню

Висновки

Результати досліджень показують, що критерій колійності дуже чутливий до в'язкості бітумних в'язучих. Це слід враховувати при приготуванні бітумних сумішей для різних кліматичних умов експлуатації асфальтобетонного покриття.

Всі досліджувані асфальтобетони з в'язучим Polygum мають в 1,5-2 рази менше глибину колії, ніж асфальтобетони з бітумом БНД40 / 60.

Також встановлено, що зі збільшенням вмісту щебеню в асфальтобетоні з в'язучим Polygum, наприклад, з 66 % щебеню глибина колії складає 2,5 мм, а при 27% щебеню глибина колії складає вже 5,79 мм. Таким чином глибина колії зі зменшенням кількості щебеню збільшилася в 2,3 рази.

Література

1. Жданюк В.К., Яценко В.М., Чугуєнко С.А., Воловик О.О. До питання про методи оцінки та показники зсувостійкості // Автошляховик України - 2008. - № 3. - Р.28-30.
2. Жданюк В.К., Даценко В.М. Стійкість асфальтобетонів різних типів до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії //

This indicates that studied asphalt concrete with Polygum binder (Fig. 3) have in almost 1.5-2 times less rutting than asphalt concrete with bitumen BND 40/60 (Fig. 4). Also based on the results of the study (Fig. 3, 4) the influence of gravel content on intensity of asphalt concrete rutting Fig.5.

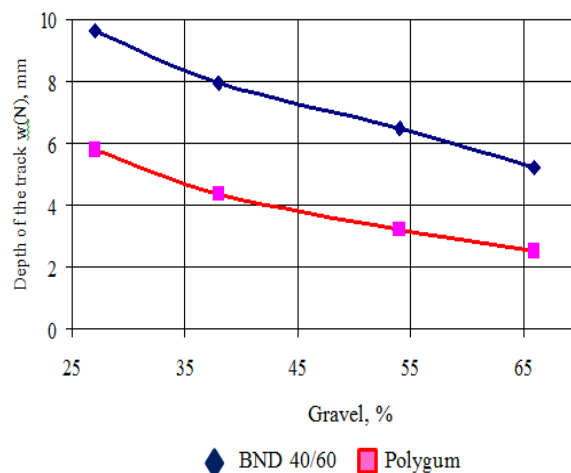


Figure 5 – Dependence of rutting depth after 20,000 wheel passes in studied asphalt concrete on gravel content

Conclusions

Research results indicate that rutting criterion is quite sensitive to the viscosity of bituminous binders. This should be taken into account for preparation of bituminous mixtures for different climatic conditions of asphalt pavement operation.

All studied Polygum bituminous binder have 1.5-2 times less rutting than asphalt with BND40/60 bitumen.

It is also found that with increasing content of gravel in asphalt with Polygum binder for example with 66% gravel rutting depth is 2.5 mm, and with 27% gravel rutting is 5.79 mm. Rutting depth with decrease of gravel increased 2.3 times.

References

1. Zhdanyuk V.K., Datsenko V.M., Chuhuyenko S.A., Volovik O.O. On the evaluation methods and indicators shearing asphalt concrete. // Avtoshlyahovyk Ukraine. - 2008. - № 3. - P.28-30.
2. Zhdanyuk V.K., Datsenko V.M. Stability asphalt concrete different types and kinds of plastycal accumulattion of strain in the form

- Автошляховик України - 2009. - № 1. С. 31-34.
3. Жданюк В. К., Даценко В. М., Зражевец Е. М., Чугуенко С. А., Воловик А. А. Устойчивость асфальтобетонов различных гранулометрических типов к накоплению пластических деформаций в виде колеи // Материалы юбилейной научно-технической конференции./ 80 лет Белоруской дорожной науке. – Минск, 2008. – С. 105–111.
4. Золотарев В.А. Закономерности деформирования и разрушения битумов и асфальтобетонов как основа улучшения и регулирования их свойств. — дис...докт. техн. наук. 05.23.05 / Золотарев В.А. — Москва, 1983. — 575 с.
5. СОУ 45.02-00018112-020: 2009 Дорожній асфальтобетон. Метод випробування на стійкість до накопичення залишкових деформацій./ Мозговий, В.В. Онищенко А.М. та інші
6. Технічні правила ремонту і технічного обслуговування автомобільних доріг загального користування України П-Г.1-218-113-2009.
7. ДСТУ.2.7-119-2011 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови / Мозговий В.В., Онищенко А.М. та інші.
8. ДСТУ 2.7-127: 2006 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови / Золотарьов В.О., Мозговий В.В., Жданюк В.К., і інші.
- of rutting // Avtoshlyahovyk Ukraine. - 2009. - № 1. S. 31-34.
3. Zhdanyuk V.K., Datsenko V.M., Zrazhevets E.M., Chuhuenko S.A., Volovik A.A. Stability asphalt concrete different types and kinds of plastycal accu -mulattion of strain in the form of rutting / / Proceedings science and technology conference. / 80 years Beloruskoy dorozhnoy science. Minsk 2008. S. 105-111.
4. Zolotarev V.A. Patterns of deformation and fracture of bitumen and asphalt concrete as a base to improve and control their properties. - Dis. ... Dokt.tehn.nauk. - 05.23.05 / VA Zolotarev - Moscow, 1983. - 575 p.
5. SOU 45.02-00018112-020:2009 Road bituminous Concrete i. Test method for resistance to the accumulation of residual strains./ Mozgovoy V.V., Onischenko A.M. and other
6. Technical rules of repair and maintenance of the vehicle steadily public roads Ukraine U-D.1-218-113-2009.
7. DSTU.2.7-119-2011 Building materials. Asphaltic concrete mixtures, road and aerodromes asphaltic concrete. Specifications./ Mozgovoy V.V., Onischenko A.M. and other.
8. DSTU.2.7-127:2006 Building materials. Stone mastic road concrete mix and stone mastic asphalt. Specifications./ Zolotarev V.A., Mozgovoy V.V., Zhdanyuk V.K., and other.

Рецензенти:

Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:

Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **04.10.2016 р.**