

УДК 625

**ПОКРАЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
БІТУМНИХ В'ЯЖУЧИХ МОДИФІКОВАНИМИ ДОБАВКАМИ**

**УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИТУМНЫХ
ВЯЖУЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ДОБАВКАМИ**

**IMPROVEMENT OF THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF
BITUMEN BINDERS BY MODIFIED ADDITIVES**

Гуйван Є.Ф. аспірант., Кузло М.Т. д.т.н., проф.(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Гуйван Є.Ф. аспірант., Кузло М.Т. д.т.н., проф. (Национальный университет водного хозяйства и природоиспользования, г. Ровно)

Guyvan E.F. PhD student.,Kuzlo M.T., doctor of technical sciences, professor.(National University of Water Management and Nature Resources, Rivne)

В статті розглянуто вплив вмісту модифікуючих добавок, таких як синтетичні та природні воски на властивості дорожнього бітумного в'язучого, що використовується в дорожньому будівництві для виготовлення асфальтобетонних сумішей. Досліджено зміну властивостей бітумного в'язучого за рахунок різних модифікуючих добавок.

В статье рассмотрено влияние содержания модифицирующих добавок, таких как синтетические и природные воски на свойства дорожного битумного вяжущего, используется в дорожном строительстве для изготовления асфальтобетонных смесей. Исследовано изменение свойств битумного вяжущего за счет различных модифицирующих добавок.

The article considers the influence of the content of modifying additives such as synthetic and natural waxes on the properties of road bitumen binder, used in road construction for the manufacture of asphalt concrete mixtures. The modification of bitumen binder properties due to various modifying additives has been investigated. By using synthetic wax additives in asphalt concrete, it is possible to increase resistance to rutting formation in hot weather and to increase crack resistance at low temperatures. Thus, retrofit bitumen can prove to extend the life of non-rigid pavements. According to the obtained studies of modified bits, the range of temperatures for the preparation and compaction of asphalt concrete mixtures modified by the considered additives was determined.

Ключові слова:

Бітум, добавки на основі синтетичних восків, модифікований бітум, в'язкість, еластичність.

Битум, добавки на основесинтетическихвосков, модифицированныйбитум, вязкость, эластичность.

Bitumen, syntheticwax-basedadditives, modifiedbitumen, viscosity, elasticity.

Вступ. Бітум є одним з основних компонентів дорожнього асфальтобетону і відіграє роль в'язучого елемента, що забезпечує об'єднання мінеральних зерен (щебеню та мінерального порошку) у монолітний матеріал. Від бітумного в'язучого залежить значною мірою якість і фізико-механічні показники асфальтобетону.

Незважаючи на технологічність, зручність в укладанні і ремонтпридатність асфальтобетонних матеріалів, вироблених на основі бітуму, для нього характерні недоліки обумовленні виникненням деформацій і руйнувань дорожнього покриття під впливом природних умов та транспорту. При низьких зимових температур бітум стає твердим і крихким, що приводить до утворення поперечних тріщин та подальшого руйнування. В літній період при підвищених температурах відбувається розм'якшення бітуму, що приводить до утворення колійності, зсувів та напливів.

При використанні добавок на основі з синтетичних восків в асфальтобетонах можна підвищити їх опір в утворенні колійності в спекотну погоду, а також підвищити опір тріщиностійкості при низьких температурах. Таким чином, модифікуючі добавки покращують властивості бітумів і тим самим продовжують термін служби нежорсткого дорожнього покриття.

Аналіз існуючих досліджень. В області модифікацій бітумів за для покращення характеристик асфальтобетону проводилися дослідження [1,2,3], в яких було показано, що з додаванням різноманітних полімерів відбувається покращення фізико-механічних характеристик бітумів таких як: penetрація, температура розм'якшення, еластичність тощо. В роботі [4] дослідження вказують на суттєвий вплив синтетичного воску на властивість бітуму і асфальтобетон в якому він використовувався. Існуючі дослідження показали, що за рахунок додавання модифікуючих добавок у бітумне в'язуче, покращувалися експлуатаційні показники асфальтобетонного покриття і, як наслідок, продовження терміну його експлуатації. Однак, вплив модифікуючих добавок, таких як синтетичні та природні воски на властивості дорожнього бітумного в'язучого, що використовується в дорожньому будівництві для виготовлення асфальтобетонних сумішей, потребує подальших досліджень.

Метою роботи є дослідження впливу модифікуючих добавок на основі синтетичних і природних восків на фізико-механічні властивості бітумного в'язучого.

Матеріали та методи досліджень. Вихідними матеріалами для проведення досліджень було взято: бітум нафтовий дорожній марки БНД

70/100 Мозирського нафтопереробного заводу (Білорусь); енергозберігаюча добавка на основі синтетичного воску SasobitSasolWAX (Німеччина, Південна Африка); суміш речовин на основі компонентів монтанового воску і високомолекулярних аліфатичних сполук із функціональними групами ASPHALTAN A (Німеччина); суміш речовин на основі компонентів монтанового воску і високомолекулярних вуглеводнів ASPHALTAN B (Німеччина); низькомолекулярна модифікатор асфальту на основі жирних кислот LocomontBS-100 (Швейцарія); синтетичний віск DEUREX (Німеччина).

За початковий показник був взятий бітум марки БНД 70/100 з пенетрацією 85 при 25°C, температурою розм'якшення 49,8°C, розтяжністю 100см., динамічною в'язкістю при температурі 135°C=1,2Па×с та при температурі 160°C=0,24Па×с. Кожен зразок бітумного в'язучого був модифікований окремою добавкою, вміст якої становив 1,5% від маси бітуму. Модифікація всіх зразків бітумів проводилася за температури 165-180°C і часом 60 до 120 хвилин.

Експериментальні дослідження з визначення фізико-механічних властивостей модифікованого бітуму проводилися за стандартними методиками: температура розм'якшення бітуму за ДСТУ EN 1427:2018 [5], пенетрація за ДСТУ EN 1426:2018 [6], розтяг за ДСТУ 8825:2019 [7], еластичність за ДСТУ EN 13398:2018 [8];

Також було визначено динамічну в'язкість бітумів з використанням віскозиметра HighPerformanceRotationalViscometerB085-22N Matest (Італія) в широкому інтервалі температур і швидкостей зсуву, що дозволило визначити технологічні температури змішування бітуму з мінеральною частиною асфальтобетонної суміші.

Результати та аналіз експериментальних досліджень

Результати досліджень з визначення основних фізико-механічних властивостей нафтового бітума БНД 70/100 при його модифікації різними добавками наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні фізико-механічні властивості модифікованого бітуму

Модифікуюча добавка, %	Пенетрація при 25 °C (мм)	Температура розм'якшення (°C)	Індекс пенетрації	Розтяжність (см)	Еластичність (%)
Sasobit 1.5%	65.7	63.8	2.506	30	70
Asphaltan A 1.5%	67.2	65.8	2.941	20	70

Asphaltan B 1.5%	66.5	59.7	1.734	18	71
Licomont BS 1.5%	67	74.3	4.338	11	70
Deurex 1.5%	62.5	56.5	0.879	15	70

Крім того, було проведено дослідження з визначення динамічної в'язкості модифікованих бітумів. При цьому, динамічна в'язкість визначалася при температурі 135°C, що відповідає найменшій температурі ущільнення асфальтобетонних сумішей, а також при 160 °C що є середньою температурою при змішуванні бітуму з мінеральною частиною. Результати проведених випробувань з визначення динамічної в'язкості бітуму наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Динамічна в'язкість модифікованого бітуму

Модифікуюча добавка, %	Динамічна в'язкість		Температура виробництва, °C	Температура ущільнення, °C
	t 135 °C, Па·с	t 160°C, Па·с		
БНД 70/100 Мозир.	1.2	0.24	164-167	155-159
Sasobit 1.5%	0.43	0.14	145-150	155-159
Asphaltan A 1.5%	0.38	0.135	153-158	143-146
Asphaltan B 1.5%	0.49	0.14	155-159	146-151
Licomont BS 1.5%	0.458	0.156	156-159	146-152
Deurex 1.5%	0.46	0.19	159-164	149-154

Виконані дослідження з модифікації бітуму марки БНД 70/100 Мозирського НПЗ різними добавками на основі восків, показали суттєве покращення його в'язких і експлуатаційних властивостей.

З введенням у бітум 1,5% добавки Sasobit в бітум відбувається зниження пенетрації за температури 25 °C в 1,3 рази. Температура розм'якшення бітуму зростає на 14,0 °C. Розтяжність бітуму за температури 25 °C знизилася з 100см до 30см. Еластичність бітуму становить 70%.

З введенням у бітум 1,5% добавки AsphaltanA приводить до зниження пенетрації за температури 25 °C в 1,26 рази. Температура розм'якшення бітуму зростає на 17,4 °C. Розтяжність бітуму за температури 25 °C знизилася до 20см Еластичність бітуму становить 70%.

При додаванні в бітум 1,5% добавки AsphaltanB приводить до зниження penetрації за температури 25 °С в 1,28 рази. Температура розм'якшення бітуму зростає на 9,9С°. Розтяжність бітуму за температури 25 °С знизилася до 18,9см Еластичність бітуму становить 71%.

При введенні у бітум 1,5% добавки LicomontBS приводить до зниження penetрації за температури 25 °С в 1,27 рази. Значно зростає на 24,5 °С температура розм'якшення. Розтяжність за температури 25 С° знизилась до 11см. Еластичність бітуму становить 70%.

З введенням у бітум 1,5% добавки Deugexвідбувається найбільше зниження penetрації із усіх добавок за температури 25 °С в 1,36 рази. Температура розм'якшення бітуму зростає на 6,7 °С. Розтяжність бітуму за температури 25 °С знизилася з 100см до 15см. З введенням синтетичного воску

При модифікації бітуму синтетичними або природніми восками відбувається зниження динамічної в'язкості бітуму за технологічних температур, що приводить до зміни температурних режимів приготування та ущільнення асфальтобетонних сумішей. А саме в середньому відбувається зменшення в'язкості за температури 135°С на 63%, а при температури 165°С на 36,6%.

Висновки. Згідно отриманих досліджень модифікованих бітумів було визначення діапазони температур приготування та ущільнення асфальтобетонних сумішей модифікованих розглянутими добавками.

Дослідження показали, що при застосування модифікуючих добавок в бітумі в кількості 1,5% відбувається покращення фізико-механічних характеристик. А саме в середньому підвищується температура розм'якшення бітуму на 22,2% та знижується penetрація 22,6%.Також відбувається зменшення розтяжності модифікованого бітуму в 3 рази.

Додавання модифікуючих добавок знижує технологічну температуру приготування асфальтобетону.Це приводить до необхідності перегляду температурних режимів при приготуванні ущільненню асфальтобетонних сумішей.

1. Золотарев В.О. Битумы, модифицированные полимерами, и асфальтополимербетоны/ Золотарев В.О. // Дорожная техника - Санкт-Петербург «Славутич» с. 16-23, 2009 год.

Zolotarev V.O. Bytумы, modyfytsyrovannye polymeramy, y asfaltopolymerbetony/ Zolotarev V.O. // Dorozhnaiatekhnyka - Sankt-Peterburh «Slavutyuch» s. 16-23, 2009 hod.

2. Золотарев В.О. Битумы, модифицированные полимерами и добавками. / Золотарев В.О. // Избранные труды. Том 2.– Санкт-Петербург: «Славутич», 2013 год.

Zolotarev V.O. Bytумы, modyfytsyrovannyye polymeramy ydobavkamy. / Zolotarev V.O. // Yzbrannyye trudy. Tom 2.– Sankt-Peterburh: «Slavutyuch», 2013 hod.

3. С.В. Кіщинський Вплив вмісту термопластів на властивості та старіння бітумів різного виробництва / С.В. Кіщинський, І.В. Копинець// Вісник ХНАДУ, вип.79 2017р. с.33-40

S.V. Kishchynstkyi Vplyv vmistu termoplastiv na vlastyvosti ta starinnia bitumiv riznoho vyrobnytstva / S.V. Kishchynstkyi, I.V. Kopynets// Visnyk KhNADU, vyp.79 2017r. s.33-40

4. В.К.Жданюк, Дослідження впливу добавок синтетичних восків та латексів, як модифікаторів бітумів, на властивості асфальтобетонів /В.К.Жданюк, К.В.Циркунова, Д.Ю.Костін, О.О.Макарчев// Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2014. Випуск №46 с. 177-181

V.K.Zhdaniuk, Doslidzhennia vplyvu dobavok syntetychnykh voskiv ta lateksiv, yak modyfikatoriv bitumiv, na vlastyvosti asfaltobetoniv /V.K.Zhdaniuk, K.V.Tsyrukunova, D.Iu.Kostin, O.O.Makarchev// Mizhvuzivskyi zbirnyk "NAUKOVI NOTATKY". Lutsk, 2014. Vypusk №46 s. 177-181

5. ДСТУ EN 1427:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі (EN 1427:2015, IDT) – [Чинний від 01.06.2019] - ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)

DSTU EN 1427:2018 Bitum ta bitumni viazhuchi. Vyznachennia temperatury rozmiakshenosti za metodom kiltsia i kuli (EN 1427:2015, IDT) – [Chynnyi vid 01.06.2019] - DP «Derzhavnyi dorozhnii naukovo-doslidnyi instytut imeni M.P. Shulhina» (DP «DerzhdorNDI») – (Derzhavnyi standart Ukrainy)

6. ДСТУ EN 1426:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації) (EN 1426:2015, IDT) - [Чинний від 01.06.2019] - ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)

DSTU EN 1426:2018 Bitum ta bitumni v'iazhuchi. Vyznachennia hlybyny pronyknosti holky (penetratsii) (EN 1426:2015, IDT) - [Chynnyi vid 01.06.2019] - DP «Derzhavnyi dorozhnii naukovo-doslidnyi instytut imeni M.P. Shulhina» (DP «DerzhdorNDI») – (Derzhavnyi standart Ukrainy)

7. ДСТУ 8825:2019 Бітум та бітумні в'язучі. Метод визначення розтяжності - [Чинний від 01.01.2020] - Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)

DSTU 8825:2019 Bitum ta bitumni viazhuchi. Metod vyznachennia roztyazhnosti - [Chynnyi vid 01.01.2020] - Tekhnichniy komitet standartyzatsii TK 307 «Avtomobilni dorohy i transportni sporudy» (DP «DerzhdorNDI») – (Derzhavnyi standart Ukrainy)

8. ДСТУ EN 13398:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Метод визначення еластичності (EN 13398:2017, IDT) - [Чинний від 01.12.2019] - Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)

DSTU EN 13398:2018 Bitum ta bitumni viazhuchi. Metod vyznachennia elastychnosti (EN 13398:2017, IDT) - [Chynnyi vid 01.12.2019] - Tekhnichniy komitet standartyzatsii TK 307 «Avtomobilni dorohy i transportni sporudy» (DP «DerzhdorNDI») – (Derzhavnyi standart Ukrainy)