

DOI: 10.18372/2310-5461.66.19840
УДК 665.637.8

Д. Ю. Александров

Національний університет «Львівська політехніка»
e-mail: dmytro.y.aleksandrov@lpnu.ua;

О. Б. Гринишин, д-р техн. наук, професор

Національний університет «Львівська політехніка»
orcid.org/0000-0003-4103-3784
e-mail: oleh.b.hrynyshyn@lpnu.ua;

Ю. Я. Хлібишин, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка»
orcid.org/0000-0003-2322-9185
e-mail: yurii.y.khlibyshyn@lpnu.ua;

А. О. Нагурський, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка»
orcid.org/0000-0002-5549-5296
e-mail: andrii.o.nahurskyi@lpnu.ua

ТРИКОМПОНЕНТНА БІТУМНА КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РУЛОННИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ

Відомо, що гудрон, отриманий в процесі переробки нафт парафінової основи, є поганою сировиною для виробництва нафтових бітумів. Причиною цього є надто високий вміст парафінових вуглеводнів, в результаті чого отримані бітуми характеризуються зниженою еластичністю та погіршеними низькотемпературними властивостями. Бітуми, отримані з парафіністих залишків, є недовговічними, а це впливає на загальну тривалість експлуатації покриттів на їх основі. З метою підвищення якості бітумів використовують різні типи модифікаторів. Серед відомих модифікаторів, які здатні розширювати інтервал пластичності бітумів найчастіше використовують окремі види каучуків та гуму (найчастіше у вигляді гумової крихти).

В наш час відомо багато видів ізоляції та покриттів, які виготовляються з бітумних матеріалів. Покриття на основі бітумів дуже часто використовуються для облаштування дахів будинків та споруд для захисту їх від атмосферних опадів. Рулонні покрівельні матеріали особливо розповсюджені на будівництві промислових і цивільних споруд. У сучасному будівництві понад 80 % покрівель цих споруд виконанні з м'яких покрівельних матеріалів. Новим видом матеріалів даного типу є покрівельні матеріали холодного нанесення, при монтажі яких, на відміну від класичних рулонних матеріалів, не використовують

нагрівання. Саме тому розроблення таких матеріалів є перспективним сьогодні.

Постановка задачі

Не зважаючи на наявність великої кількості модифікаторів нафтових бітумів перспективним напрямком досліджень є розроблення нових типів бітумних композицій з використанням різних типів каучуків або гумової крихти. Присутність в бітумній композиції таких компонентів суттєво підвищить еластичність бітумних покриттів та збільшить їхню довговічність.

Рулонні покрівельні матеріали холодного нанесення відносно легко укладаються на поверхню і мають порівняно невисоку вартість. До переваг цих матеріалів можна також віднести простоту проведення підготовчих робіт та легкість ремонту. Недоліками усіх матеріалів виконаних з використанням бітумів є їх недовговічність, що негативно впливає на термін експлуатації покрівлі. Для забезпечення високої якості покрівель бітумна основа повинна бути максимально еластичною, стійкою до впливу високої температури, а також бути гнучкою при від'ємних температурах та володіти високою адгезією до твердих поверхонь.

Раніше було створено трикомпонентні бітумні композиції для рулонних покрівельних матеріалів холодного нанесення. Вони склалися з будівельного бітуму, лляної олії та гумової крихти або каучуку. Недоліком використання в такій

композиції лляної олії є те, що остання не відновиться до рослинних олій масового виробництва. Вона є достатньо дорогою, що в кінцевому результаті здорожчує саму бітумну композицію та рулонну покрівлю на її основі. Тому нами було запропоновано принципову можливість заміни лляної олії на дешевшу та доступнішу рослинну олію, що дало б змогу знизити собівартість покрівельного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для одержання бітумного матеріалу, який можна було б використовувати у виробництві рулонних покрівельних матеріалів необхідно досягнути високої його еластичності, а для виробництва рулонних покрівельних матеріалів холодного нанесення цей матеріал додатково повинен мати високі клейкі та адгезійні властивості. Крім цього важливим аспектом є стійкість бітумного матеріалу до технологічного та експлуатаційного старіння, що забезпечить тривалий період експлуатації покриття.

Суттєво покращити окремі експлуатаційні характеристики бітумів можна внаслідок модифікування полімерами [1]. Відомим на сьогодні методом є модифікування бітумів полімерним латексом Butonal [2] і полімерами типу стирол-бутадиєн-стирол (СБС) [3]. Використання таких модифікаторів дає змогу збільшити еластичність бітумних матеріалів. Також відомим є метод модифікування бітумів нафтополімерними смолами, але цей метод підвищує температуру крихкості отриманих бітумів, що є небажаним для покрівельних бітумів [4].

Вивчено процес модифікування бітумів гумовою крихтою. Досліджено вплив кількості гумової крихти і умов модифікування на якість бітуму. При цьому використано бітуми, одержані з залишків переробки українських нафт. За допомогою дериватографічного методу вивчено термічну стійкість гумової крихти. Вивчено зміну групового складу бітуму в процесі його модифікування гумовою крихтою. Запропоновано імовірний механізм модифікування гумовою крихтою бітумів в умовах низької та високої температури процесу [5]. Важливим аспектом використання гумової крихти у виробництві бітуму є те, що при цьому також частково вирішується важлива екологічна проблема – утилізація зношених автомобільних шин та інших гумово-технічних відходів.

Авторами [6] описано найважливіші закономірності процесу технологічного старіння нафтових бітумів. Розглянуто загальний принцип механізму процесу старіння, зокрема описані перетворення, що мають місце при цьому. В роботі описано базові лабораторні методи моделювання

процесу старіння бітумів, а також описано еволюцію методик дослідження процесу старіння бітумів впродовж останніх десятиліть. Описано методи зменшення швидкості технологічного старіння, зокрема використання інгібіторів технологічного старіння (пластифікаторів і антиоксидантів), а також низки «натуральних» речовин, які сповільнюють старіння бітумів.

Встановлено принципову можливість застосування гумату калію для сповільнення технологічного старіння окиснених нафтових бітумів. Для проведення досліджень використовували зразки гумату калію, виділені з сировини різної природи, зокрема леонардиту і торфу. Розраховано коефіцієнти старіння і вивчено фізико-хімічні властивості модифікованого бітуму, який в подальшому використовували як в'язучий матеріал для одержання гарячих асфальтобетонних сумішей. Встановлено, що для сповільнення процесів технологічного старіння бітумів до них необхідно додавати 3,0 % мас. гумату калію. Це дає змогу одержувати асфальтове покриття з покращеними експлуатаційними характеристиками порівняно з покриттями, одержаними з немодифікованого бітуму [7].

Для виробництва рулонних бітумних покрівельних матеріалів використовується ціла низка бітумних композицій.

Сьогодні використовується композиція на основі бітуму, яка використовується для виробництва покрівельних та гідроізоляційних матеріалів, яка складається з будівельного бітуму в кількості 69–72 % мас., гумової крихти (ГК) в кількості 26–27 % мас. та додатку, що запобігає спресовуванню гумових частинок в кількості 2–4 % мас. Таким додатком є подрібненні відходи титаномангнієвого і алюмінієвих виробництв [8].

У промисловій практиці відносно широко використовується рулонний гідроізоляційний матеріал, під назвою «СПОЛІМОСТ», що включає основу зверху і знизу якої розташовані відповідно верхній і нижній покривні шари виготовленні з бітумно-полімерного в'язучого, на кожному з яких розміщений захисний шар. Покривні шари виготовлені з бітумно-полімерної композиції такого складу: атактичний поліпропілен – 15–17 % мас., ізотактичний поліпропілен – 3–5 % мас., мінеральні добавки – 2–3 % мас., наповнювач – 15–20 % мас., бітум – решта [9].

Відомі сьогодні покрівельні або ізоляційні матеріали холодного нанесення складаються з основи (найчастіше скловолкна), заповненої бітумним матеріалом [9, 10]. З одного боку поверхня рулонного матеріалу покривається фольгою, а з другого – захисною поліетиленовою плівкою. Захисну плівку знімають перед монтажем

рулонного покрівельного матеріалу, накривають рулонним покриттям поверхню і закатують спеціальним валиком. Для забезпечення тривалого використання і високої ефективності рулонного покриття бітумна композиція, що є її основою, повинна відповідати таким вимогам:

- адгезія до твердої поверхні – не менше 3 Н/см^2 ;
- температура розм'якшення за кільцем та кулею – не менше 70°C ;
- гнучкість без розтріскування за від'ємних температур – нижче -25°C ;
- теплостійкість за температури 60°C .

Відомі на сьогодні бітумні композиції володіють недостатньою адгезією до твердих поверхонь. Також вони характеризуються недостатньо високими пластичністю та еластичністю в широкому інтервалі температур. Крім цього монтаж рулонних матеріалів, одержаних на основі таких бітумних композицій, проводять після нагрівання як поверхні так і самого покриття. Доволі часто приходиться використовувати додаткові клеючі матеріали.

На кафедрі хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» розроблено трикомпонентну бітумну композицію «бітум БН 70/30 : лляна олія : СБС» для покрівельних та ізоляційних матеріалів холодного нанесення. Встановлено оптимальний склад бітумної композиції: бітум БН 70/30 – $70,5\text{--}83,5\%$ мас., лляна олія – $12,5\text{--}23,0\%$ мас., СБС Kraton D1192ESM – $4,0\text{--}6,5\%$ мас. [11].

Після вивчення залежності властивостей трикомпонентної системи «бітум БН 70/30 : лляна олія : гумова крихта» від її складу розроблено нову бітумну композицію, яка є основою рулон-

ного покрівельного матеріалу холодного нанесення. Встановлено оптимальні межі складу бітумної композиції: бітум БН 70/30 – $65,0\text{--}78,5\%$ мас., лляна олія – $12,5\text{--}22,5\%$ мас., ГК – $9,0\text{--}12,5\%$ мас. [12]. Розроблено принципову технологічну схему установки для одержання модифікованих бітумів та бітумних композицій спеціального призначення [13].

Однак, при виконанні робіт автори [11–13] використовували лляну олію, яка є відносно дефіцитною, що при налагодженні багатотоннажного виробництва може бути проблемою. Саме тому в першу чергу необхідно було знайти заміну лляній олії більш масовою промисловою олією і досягнути при цьому високої якості розроблюваного бітумного матеріалу.

Мета статті – розробити новий тип бітумних матеріалів для виготовлення рулонних покрівель холодного нанесення з використанням дешевих, а головне доступних компонентів. Для цього необхідно обрати компоненти для одержання бітумної композиції та визначити їхній оптимальний вміст у композиції.

Виклад основного матеріалу

Як основу для одержання трикомпонентних бітумних композицій, які в перспективі буде використано у виробництві рулонних покрівельних матеріалів холодного нанесення, використовували бітум марки БН 70/30 за ДСТУ 4148-2003 (табл. 1). Компонентом, що слугував для надання композиції клейких властивостей використовували ріпакову олію. Як пластифікатор використовували модифікатор Kraton D1192ESM, що є блочним кополімером типу стирол-бутадієн-стирол.

Таблиця 1

Характеристика бітуму БН 70/30

Показник	Значення показника
Температура розм'якшення за «кільцем та кулею», $^\circ\text{C}$	82
Дуктильність при 25°C , см	2
Пенетрація при 25°C , 0,1 мм	17
Еластичність, %	50

Приготування бітумних композицій здійснювали на лабораторній установці змішування. Для приготування бітумних композицій зразки попередньо зважених вихідних компонентів завантажували у металеву ємність і розігрівали її до заданої температури при постійному перемішуванні. Для одержаних бітумних сумішей визначали температуру розм'якшення за методом «кільця і кулі», пенетрацію, дуктильність, теплостійкість, еластичність, водопоглинання за стандартизованими методиками. Для визначення

гнучкості на брусі за температури -25°C взірець бітумної суміші наносили на фольгу тонким шаром, охолоджували до температури -25°C , після чого згинали навколо дерев'яного бруска, діаметром 25 мм. При цьому спостерігали за поверхнею бітумного матеріалу. Після згинання поверхня бітуму повинна бути однорідною, без тріщин, розривів тощо. Адгезію визначали за допомогою вимірювання механічного зусилля під час відривання металевої печатки від поверхні, вкритої бітумним матеріалом.

Першим етапом досліджень було вивчення властивостей бінарної суміші, одержаних додаванням до будівельного бітуму марки БН 70/30

ріпакової олії в кількості 10–20 % мас. Процес змішування проводили впродовж 1 год. за температури 170–190°C. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив вмісту ріпакової олії на властивості бінарної суміші «бітум : ріпакова олія»

Показник	Бітум БН70/30	Вміст ріпакової олії, % мас.		
		10	15	20
Температура розм'якшення, °C	82,0	66,0	55,0	51,0
Дуктильність при 25 °C, см	2,0	4,7	7,8	8,1
Пенетрація при 25 °C, 0,1 мм	17,0	45,0	62,0	75,0
Еластичність, %	50,0	37,0	26,0	21,0
Гнучкість на брусі при -25°C	не витримує	не витримує	не витримує	витримує
Теплостійкість при 60 °C	витримує	не витримує	не витримує	не витримує
Адгезія, Н/см ²	–	3,2	5,8	5,1
Водопоглинання, %	0,06	0,11	0,16	0,19

В результаті проведених досліджень встановлено, що введення в бітум рослинної (зокрема ріпакової) олії спричиняє його розм'якшення. Це підтверджується зниженням температури розм'якшення та еластичності. Пенетрація бітуму при цьому підвищується. Також при додаванні в бітум ріпакової олії збільшується його адгезія до твердих поверхонь. Саме рослинна олія спричиняє ефект «липкості» бітумної композиції за кімнатних температур. Це дає змогу наносити такий матеріал на поверхню без попереднього нагрівання – тільки притиснувши його до поверхні.

Однак, при додаванні в бітум надто великої кількості ріпакової олії – більше 15,0 % мас. – адгезійні властивості бітуму погіршуються. Це, очевидно, відбувається в результаті надмірного розрідження бітумної композиції.

Важливою характеристикою бітумних композицій, які використовуються у виробництві рулонних покрівель холодного нанесення є еластичність за низьких температур. Показано, що введення 20 % мас. ріпакової олії в будівельний бітум БН 70/30 дає змогу витримати випробування гнучкості на брусі за температури мінус 25°C. Саме цей показник характеризує еластичність за низьких температур, тобто морозостійкість бітумного матеріалу. Теплостійкість бітумного матеріалу при цьому навпаки знижується при збільшенні в ньому вмісту ріпакової олії, а при досягненні кількості цього компонента в бітумі 10 % мас. і більше – взагалі перестає відповідати вимогам по теплостійкості.

Ще один показник бітумної композиції – водопоглинання – незначно змінюється при зміні вмісту в ній ріпакової олії. При будь-якому вмісті в композиції ріпакової олії цей показник відповідає нормам (не більше 1 %).

Провівши аналіз отриманих експериментальних даних бачимо, що неможливо підібрати

склад бінарної суміші «бітум : ріпакова олія», при якому бітумна композиція відповідатиме усім вимогам, які ставляться до основи рулонних покрівель холодного нанесення. Необхідно додатково вводити ще один компонент, який би підвищував температуру розм'якшення та твердість бітумної композиції і при цьому забезпечуючи її високі морозостійкість та еластичність. Такого ефекту можна досягнути додаванням до бітуму каучуків, зокрема СБС. Саме тому другим етапом досліджень було вивчення властивостей трикомпонентної бітумної композиції з використанням СБС.

Трикомпонентні бітумні композиції одержували змішуванням будівельного бітуму марки БН 70/30, ріпакової олії (РО) та СБС марки Kraton D1192ESM у різних співвідношеннях за температур 170–190 °C. Методологія нічим не відрізнялася від одержання двокомпонентних бітумних композицій. Результати досліджень наведені в табл. 3–5.

Встановлено, що введення в бітумну композицію каучуку СБС покращує її основні характеристики. Чим більший вміст каучуку СБС в композиції тим вища її температура розм'якшення та еластичність. Пенетрація, що характеризує твердість бітумної композиції, при цьому зменшується. Отже збільшення вмісту в трикомпонентній бітумній композиції каучука СБС підвищує її твердість та тугоплавкість. Підтвердженням цього також є збільшення теплостійкості бітумної композиції при додаванні до неї каучуку СБС. Водопоглинання і дуктильність бітумної композиції майже не змінюються при зміні вмісту в ній каучуку СБС.

Недоліком використання каучуку СБС як компонента бітумної композиції є зниження адгезії до твердих поверхонь. Тому необхідно встановити оптимальний вміст цього компонента суміші.

Таблиця 3

**Характеристика трикомпонентної бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС»
(вміст ріпакової олії 10 % мас.)**

Показник	Бітум БН 70/30 +10 % РО	Вміст СБС, % мас.		
		3	5	10
Температура розм'якшення, °С	66	76	82	94
Дуктильність при 25 °С, см	4,7	5,6	6,2	7,3
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	45,0	40,0	37,0	29,0
Еластичність, %	37,0	56,0	66,0	85,0
Гнучкість на брусі при – 25°С	не витримує	не витримує	не витримує	не витримує
Теплостійкість при 60 °С	не витримує	витримує	витримує	витримує
Адгезія Н/см ²	3,2	2,8	2,3	1,4
Водопоглинання, 1%	0,11	0,12	0,12	0,14

Таблиця 4

**Характеристика трикомпонентної бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС»
(вміст ріпакової олії 15 % мас.)**

Показник	Бітум БН 70/30 +10 % РО	Вміст СБС, % мас.		
		3	5	10
Температура розм'якшення, °С	55	63	69	78
Дуктильність при 25 °С, см	7,8	8,5	9,0	9,6
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	62,0	57,0	52,0	41,0
Еластичність, %	26,0	40,0	51,0	72,0
Гнучкість на брусі при – 25°С	витримує	витримує	витримує	не витримує
Теплостійкість при 60 °С	не витримує	не витримує	витримує	витримує
Адгезія Н/см ²	5,8	5,2	4,6	3,2
Водопоглинання, 1%	0,16	0,17	0,18	0,20

Таблиця 5

**Характеристика трикомпонентної бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС»
(вміст ріпакової олії 20 % мас.)**

Показник	Бітум БН 70/30 +20% РО	Вміст СБС %		
		3	5	10
Температура розм'якшення, °С	51	58	63	72
Дуктильність при 25 °С, см	8,1	9,0	9,6	10,4
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	75,0	68,0	62,0	50,0
Еластичність, %	21,0	32,0	41,0	59,0
Гнучкість на брусі при – 25°С	витримує	витримує	витримує	витримує
Теплостійкість при 60 °С	не витримує	не витримує	витримує	витримує
Адгезія Н/см ²	5,1	4,5	4,0	2,6
Водопоглинання, %	0,19	0,19	0,20	0,21

З метою встановлення оптимального складу трикомпонентної суміші «бітум : ріпакова олія : СБС», яку в подальшому можна буде використовувати як основу для виробництва покрівельних матеріалів холодного нанесення, потрібно здійснити оптимізацію.

Дослідження взаємозв'язку між складом вивченої трикомпонентної бітумної композиції та її експлуатаційними характеристиками (табл. 3–5) продемонструвало взаємний вплив компонентів. Встановлено, температура розм'якшення композиції збільшується з зниженням вмісту ріпакової олії та збільшенням вмісту СБС. Пенетрація та-

кої композиції збільшується при зменшенні вмісту каучуку СБС та збільшенням вмісту ріпакової олії.

Збільшення вмісту ріпакової олії в суміші спричиняє зростання дуктильності. Про цьому показано, що максимальна дуктильність трикомпонентної бітумної композиції досягається при вмісті в ній каучука СБС 10 % мас. та вмісті ріпакової олії 20 % мас.

Щодо еластичності трикомпонентної бітумної композиції, то вона досягає максимуму за мінімального вмісту в ній ріпакової олії та максимальному вмісті каучука СБС.

Щоб витримати випробування гнучкості на брусі за температури -25°C необхідно вводити в склад композиції 10 % мас. і більше ріпакової олії та до 10 % мас. каучуку СБС. В умовах недотримання цих умов бітумна композиція стає крихкою і розтріскується за низьких температур.

Для забезпечення необхідної теплостійкості бітумної композиції вміст каучуку СБС в ній повинен бути понад 5,0 % мас., а вміст ріпакової олії для цього показника не має значення.

Встановлено також, що максимальна адгезія досягається при вмісті в ній ріпакової олії 15 % мас. При збільшенні вмісту в композиції каучуку СБС її адгезійні властивості погіршуються.

Провівши детальний аналіз отриманих експериментальних даних та наклавши одна на одну

області забезпечення кожного з показників трикомпонентної бітумної композиції визначено її оптимальний склад. Для забезпечення показників якості згідно встановлених вимог трикомпонентна бітумна композиція повинна містити: 82,5 % мас. бітуму БН 70/30, 12,5 % мас. ріпакової олії та 5,0 % мас. каучуку СБС. Характеристика трикомпонентної бітумної композиції, отримана змішуванням таких кількостей компонентів наведена в табл. 6.

Виходячи з даних, наведених в табл. 6, бітумна композиція для покрівельного матеріалу холодного нанесення запропонованого складу відповідає усім вимогам, які ставляться до матеріалів даного типу.

Таблиця 6

**Характеристика бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС»
для покрівельного матеріалу холодного нанесення**

Показник	Значення показника	Вимоги до бітумного матеріалу
Температура розм'якшення, $^{\circ}\text{C}$	70	не менше 70
Дуктильність при 25°C см	9,2	–
Пенетрація при 25°C , 0,1 мм	50,0	–
Еластичність, %	53,0	–
Гнучкість на брусі при -25°C	витримує	витримує
Теплостійкість при 60°C	витримує	витримує
Адгезія, Н/см ²	4,5	не менше 3,0
Водопоглинання, %	0,18	–

З технологічної точки зору виробництво бітумної композиції для рулонних покрівель це процес змішування компонентів в умовах високих температур до повної гомогенності.

Основний апарат установки, в якому саме одержують трикомпонентну бітумну композицію – це змішувач – пустотілий апарат з нагрівальною оболонкою та перемішувачим пристроєм. Рамного або якірного типу. Кількість змішувачів на установці залежить від її продуктивності.

Також обов'язковими елементами технологічної установки одержання бітумної композиції є:

- одна або декілька ємностей для зберігання вихідного бітуму. Вони, як і змішувач, повинні мати нагрівні оболонки для підтримання такої температури бітуму, за якої він буде перебувати в рідкому стані;

- ємності для інших компонентів бітумної композиції (в нашому випадку це ріпакова олія і каучук СБС);

- обладнання для дозування компонентів та вимірювання витрати (дозатори, витратоміри) для кожного компонента композиції;

- холодильник повітряного охолодження для охолодження трикомпонентної бітумної компо-

зиції від робочої температури до температури зберігання у ємностях готової продукції;

- термостатовані ємності для зберігання готової продукції, обладнані нагрівними оболонками для забезпечення перебування трикомпонентної бітумної композиції в рідкому стані;

- система циркуляції теплоносія, що складається з трубчастої печі для нагрівання теплоносія та циркуляційного насоса для подачі теплоносія в нагрівальні оболонки технологічних апаратів установки.

Здійснено попередній розрахунок собівартості трикомпонентної бітумної композиції, що є основою рулонних покрівельних матеріалів холодного нанесення. Встановлено, що собівартість цієї композиції становить 22 155 грн./т, що не перевищує собівартість відомих промислових аналогів.

Висновки

Вивчено вплив складу трикомпонентної бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС» на її експлуатаційні властивості.

Розроблено метод одержання нового типу матеріалу на основі бітуму, який може бути використаний для виробництва рулонних

покрівельних матеріалів холодного нанесення. Оптимальний склад розробленої бітумної композиції такий: бітум БН 70/30 – 78,5 % мас., ріпакова олія – 12,5 % мас., СБС – 5,0 % мас. Оптимальні умови одержання цієї композиції: тривалість перемішування – 1 год. та температура 180°C.

Перспективи подальших досліджень

Для покращення властивостей покрівельних бітумних матеріалів холодного нанесення необхідно вдосконалювати бітумну основу та зменшувати її вартість завдяки використанню нових вискоєфективних та низьковартісних модифікаторів. Одним з них є гумова крихта, отримана переробкою зношених шин та інших гумових відходів.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Гринишин О.Б., Фридер І.В. Використання полімерів для модифікування нафтових бітумів, одержаних з парафіністич залишків. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/6 (62). С. 29–32.
- [2] Mohammad Al-Ameri, Oleg Grynysyn, Yuriy Khlibyshyn. Modification of residual bitumen from Orhovyska oil by Butonal polymeric latexes. *Chemistry & Chemical Technology*. 2013. Vol. 7. № 3. P. 323–326.
- [3] Sun L., Wang Y., Zhang Y. Aging mechanism and effective recycling ratio of SBS modified asphalt. *Construction and Building Materials*. 2014. Vol. 70. P. 26–35.
- [4] Oleg Grynysyn, Olena Astakhova, Taras Chervinsky. Production of bitumen modified by petroleum resins on the basis of tars of Ukrainian oils. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 4. № 3. 2010. P. 241–246.
- [5] Andriy Nagursky, Yuriy Khlibyshyn, Oleg Grynysyn, Victoria Kochubei. Rubber Crumb Modified Bitumen Produced from Crude Oils Residuals of Ukrainian Deposits. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol.14. №3. 2020. P. 420–425.
- [6] Myroslava Donchenko, Oleg Grynysyn, Yuriy Prysiaznyi, Serhiy Pyshyev, Ananiy Kohut. The Problem of Road Bitumen Technological Aging and Ways to Solve It: A Review. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 18. № 2, 2024. P. 284–294.
- [7] Myroslava Donchenko, Oleg Grynysyn, Yuriy Demchuk, Petro Topilnytsky, Yuriy Turba. Influence of Potassium Humate on the Technological Aging Processes of Oxidized Petroleum Bitumen. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 17. № 3. 2023. P. 681–687.
- [8] Пат. 28399 Україна, МПК C08L95/00. Композиція для приготування в'язучого покрівельних та гідроізоляційних матеріалів / Єрченко А. П., Свіридов В. К., Кульбаченко К. Ю.; заявник і патентовласник СП «Джирджис». – № 96124775. – опубл. 16.10.2000.
- [9] Пат. 74761 Україна, МПК D06N 5/00, B32B 11/04, E01D 19/08, E04D 5/10, C08L 95/00. Рулонний гідроізоляційний матеріал «СПОЛІМОСТ» / Сімінчук С. В., Скакун А. В.; заявник і патентовласник АП «Славутський руберойдовий завод». № a200509056, опубл. 16.01.2006.
- [10] Панченко В. О., Костюк М. Г., Качура А. О., Окуневський Л. М. Технологія і механізація будівельних процесів. Навчально-методичний посібник. Харків: 2005. 242 с.
- [11] Andriy Nagursky, Yuriy Khlibyshyn, Oleg Grynysyn. Bitumen compositions for cold applied roofing products. *Chemistry & Chemical Technology*. 2017. Vol. 11, № 2. P. 226–229.
- [12] Нагурський А. О., Гринишин О. Б., Хлібишин Ю. Я. Бітумні композиції для покрівельних матеріалів з використанням гумової крихти. *Нафтогазова галузь України*. 2017. № 4. С. 34–37.
- [13] Andriy Nagursky, Oleg Grynysyn, Yuriy Khlibyshyn, Bohdan Korchak Use of Rubber Crumb Obtained from Waste Car Tires for the Production of Road Bitumen and Roofing Materials from Residues of Ukrainian Oil Processing. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 17. № 3. 2023. P. 674–680.

Александров Д. Ю., Гринишин О. Б., Хлібишин Ю. Я., Нагурський А. О. ТРИКОМПОНЕНТНА БІТУМНА КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РУЛОННИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

В статті запропоновано метод одержання бітумної композиції, що може використовуватися як основа рулонного покрівельного матеріалу холодного нанесення. Такий вид матеріалу для облаштування покрівлі розповсюджений на будівництві промислових і цивільних споруд. Перевагою бітумних покрівельних матеріалів холодного нанесення є те що вони легко наносяться на поверхню, не потребують особливої підготовки поверхні та мають відносно невисоку вартість, короткий термін підготовчих робіт і легкість ремонту. Раніше було розроблено трикомпонентні бітумні композиції, до складу яких входять бітум, каучук або гумова крихта та лляна олія. Однак лляна олія є достатньо дорогою і виробляється в обмежених кількостях. Тому важливо було провести її заміну на більш дешеву і доступну. Основою для приготування трикомпонентних бітумних композицій слугував будівельний бітум марки БН 70/30. Компонентом, що слугував для надання композиції клейких властивостей була ріпакова олія. Як пластифікатор використовували модифікатор Kraton D1192ESM. Вивчено вплив вмісту компонентів на основних властивостей трикомпонентної бітумної композиції «бітум : ріпакова олія : СБС». Розроблено метод одержання трикомпонентної бітумної композиції

для виробництва рулонних покрівельних матеріалів холодного нанесення, яка відповідає усім вимогам, що ставляться до даних матеріалів. Встановлено оптимальний склад такої суміші: бітум БН 70/30 – 78,5 % мас., ріпакова олія – 12,5 % мас., СБС – 5,0 % мас. та оптимальні умови одержання: температура 180 °C та тривалість 1 год. Розроблена бітумна композиція для покрівельного матеріалу холодного нанесення відповідає усім вимогам до матеріалів цього типу.

Ключові слова: бітум; композиція; ріпакова олія; модифікатор; покрівельний матеріал.

Alexandrov D., Grynyshyn O., Khlibyshyn Y., Nagurskyy A.

THREE-COMPONENT BITUMEN COMPOSITION FOR THE PRODUCTION OF ROLLED ROOFING MATERIALS

The article proposes a method for obtaining a bitumen composition that can be used as the basis for cold-applied rolled roofing material. This type of material for arranging roofs is widespread in the construction of industrial and civil structures. The advantage of cold-applied bitumen roofing materials is that they are easily applied to the surface, do not require special surface preparation and have a relatively low cost, a short period of preparatory work and ease of repair. Previously, three-component bitumen compositions were developed, which include bitumen, rubber or rubber crumb and linseed oil. However, linseed oil is quite expensive and is produced in limited quantities. Therefore, it was important to replace it with a cheaper and more affordable one. The basis for the preparation of three-component bitumen compositions was construction bitumen of the BN 70/30 brand. The component that served to give the composition adhesive properties was rapeseed oil. The Kraton D1192ESM modifier was used as a plasticizer. The influence of the content of components on the main properties of the three-component bitumen composition "bitumen: rapeseed oil: SBS" was studied. A method for obtaining a three-component bitumen composition for the production of cold-applied rolled roofing materials was developed, which meets all the requirements for these materials. The optimal composition of such a mixture was established: bitumen BN 70/30 - 78.5% wt., rapeseed oil - 12.5% wt., SBS - 5.0% wt. and optimal conditions for obtaining: temperature 180 °C and duration 1 hour. The developed bitumen composition for cold-applied roofing material meets all the requirements for materials of this type.

Keywords: bitumen; composition; rapeseed oil; modifier; roofing material.

Стаття надійшла до редакції 28.03.2025 р.

Прийнято до друку 11.06.2025 р.