

МОДИФІКУВАННЯ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ ГУМОВОЮ КРИХТОЮ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН

Гринишин О.Б., Нагурський А.О., Почапська І.Я., Хлібишин Ю.Я.
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, 79000, м. Львів
iryna.y.pochapska@lpnu.ua

Досліджено набухання і процес розчинення гумової крихти в середовищі залишкової базової оливи. Вивчено вплив розміру зерна гумової крихти на процес розчинення і набухання. Встановлено механізм дії гумової крихти під час модифікування бітумів. *Ключові слова:* гумова крихта, базова олива, набухання, розчинення, бітум.

Модификация дорожных битумов резиновой крошки отработанных шин. Гринишин О.Б., Нагурский А.А., Почапская И.Я., Хлибишин Ю.Я. Исследовано набухание и процесс растворения резиновой крошки в среде остаточного базового масла. Изучено влияние размера зерна резиновой крошки на процесс растворения и набухания. Установлен механизм действия резиновой крошки при модификации битумов. *Ключевые слова:* резиновая крошка, базовое масло, набухание, растворение, битум.

Modification of road bitumen with rubber crumb exhaust tires. Grinishyn O., Nagursky A., Pochapskaya I., Khlibyshyn Y. The process of swelling and dissolution crumb rubber in the residual base oil is researched. The influence of grain size crumb rubber in the process of dissolving and swelling was established. The mechanism of influence crumb rubber by modification was investigated. *Keywords:* crumb rubber, base oil, swelling, dissolution, bitumen.

Відпрацьовані шини належать до відходів IV класу небезпеки і підлягають обов'язковій утилізації. В природних умовах шина розкладається майже 100 років в ґрунт в процесі розкладання переходять токсичні речовини. Отже, правильне використання відпрацьованих шин дасть змогу захистити довкілля і вирішити проблему покращення дорожніх покриттів.

Нафтові бітуми – це найважливіші інженерно-будівельні матеріали, які широко використовуються у дорожньому будівництві для виробництва покрівельних і гідроізоляційних матеріалів та при будівництві житлових

будинків, промислових підприємств і аеродромів. Сучасні проблеми стану доріг в країні вимагають виробництва таких будівельних матеріалів, які відповідали б вимогам сучасних міжнародних стандартів і забезпечували надійність і довговічність дорожніх покриттів

Нафтові бітуми через природні властивості не здатні створювати умови для довготривалої їх роботи під дією сучасних високих транспортних навантажень та несприятливих погодних умов. Тому для покращення властивостей бітумів їх модифікують. Одним із перспективних напрямків

підвищення якості бітумів з покращеними експлуатаційними характеристиками є їх модифікування полімерними матеріалами [1].

Один із полімерних модифікаторів для модифікування бітумів є гумова крихта, яку одержують дробленням зношених автомобільних шин [2]. Механізм дії гумової крихти приходить на зміну властивостей бітумів.

До складу бітумів входять оливи, смоли, асфальтени, асфальтогенові кислоти тощо. Набухання і розчинення гумової крихти відбувається в оливі оскільки в асфальтенах і смолах розчинності немає. Тому **метою роботи** було встановлення ймовірного механізму дії залишкової оливи, яка є аналогом вуглеводневої частини бітумів.

Використання відпрацьованих шин як модифікуючого агента є перспективним напрямком досліджень, однак різні автори пропонують різні варіанти вирішення цього питання [1-4], але механізм проходження цього процесу майже не описаний і

не встановлений. Тому досліджено особливості набухання, розчинення гумової крихти та її участь у модифікації бітуму.

Результати досліджень

Аналогом вуглеводневої частини бітумів є залишкова олива. Для проведення експериментальної частини роботи використовували залишкову оливу і гумову крихту (фракції діаметром 2,0 мм; 3,0 мм). Залишкову оливу нагрівали до робочої температури і завантажували гумовою крихтою.

На експериментальній установці досліджено процес набухання і розчинення гумової крихти в залишковій оливі залежно від температури процесу і гранулометричного складу гумової крихти.

Дослідження проводили на установці, яка складається з реактора, обладнаного нагрівачем, регулятором температури і перемішуючого пристрою. Процес вивчали в інтервалі температур 150-250°C упродовж 9 годин (рис. 1-2).

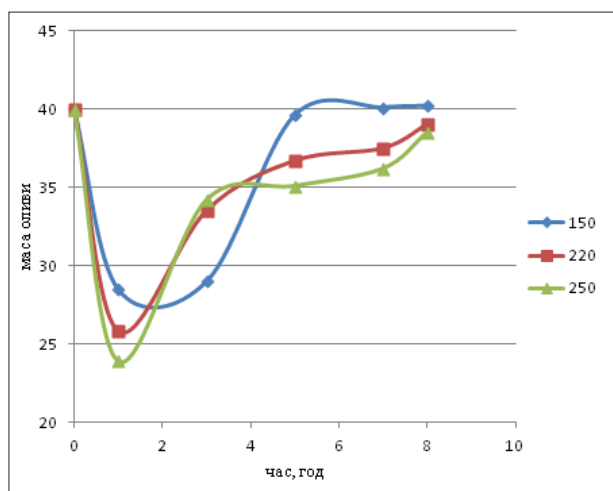


Рис. 1. Залежність зміни маси оливи від часу

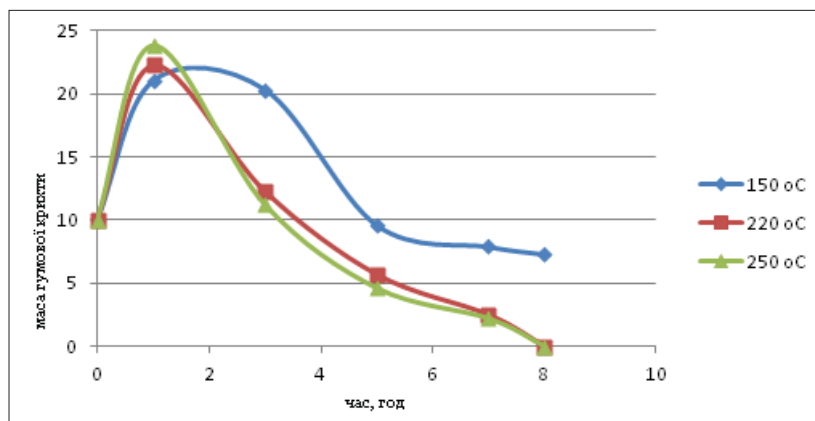


Рис. 2. Залежність зміни маси гумової крихти від часу

Вивчення залежності зміни маси оливи залежно від температури і часу розчинення показало, що протягом першої години відбувається набухання гумової крихти за рахунок оливи. Як видно з графіків 1 і 2, у першу годину відбувається різке збільшення маси гумової крихти і зменшення маси оливи. Найефективніше набухання відбувається при 250°C. Після 1 години

починається розчинення гумової крихти. Встановлено, що за температури 220°C і 250°C процес розчинення відбувається майже однаково, гумова крихта розчиняється повністю (рис. 2) і збільшується маса оливи (рис. 1).

Наступний етап досліджень — вивчення впливу гранулометричного складу гумової крихти на процес набухання і розчинення.

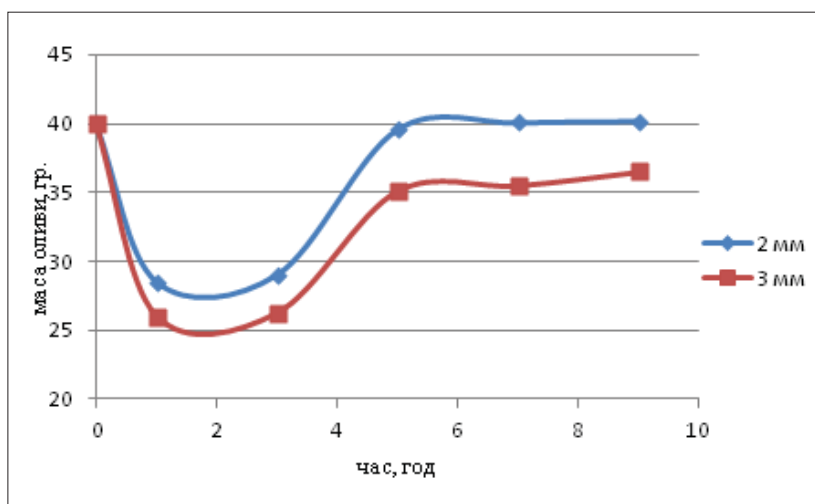


Рис. 3. Залежність зміни маси оливи від часу

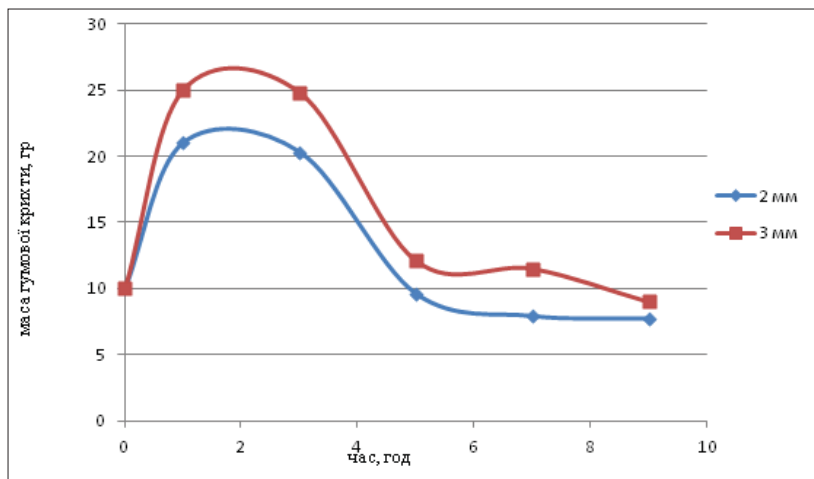


Рис. 4. Залежність зміни маси гумової крихти від часу

Результати досліджень (рис. 3-4) показали, що гумова крихта більшого діаметру поглинає в перші дві години більше оливи, ніж гумова крихта меншого діаметру, але розчинення її відбувається повільніше.

Отже, ефективніше в залишковій оливі розчиняється гумова крихта меншого гранулометричного складу. Також проведено золь-гель аналіз, результати якого показані на рис. 5-6.

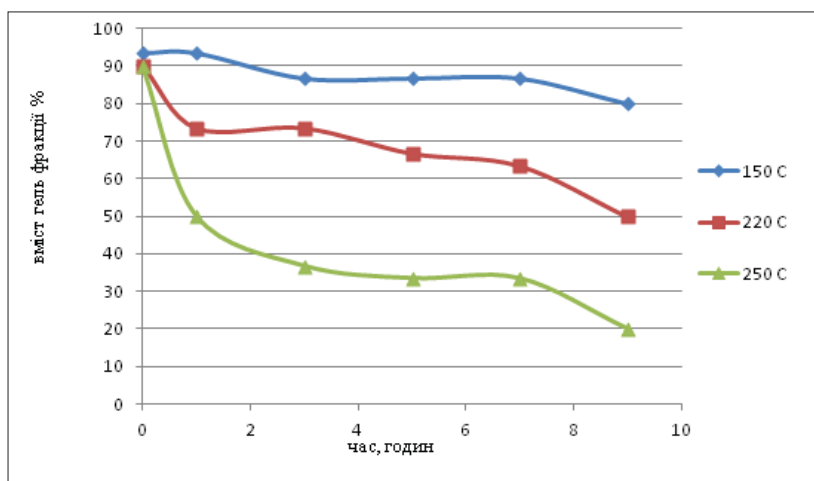


Рис. 5. Залежність вмісту гелю фракції від часу

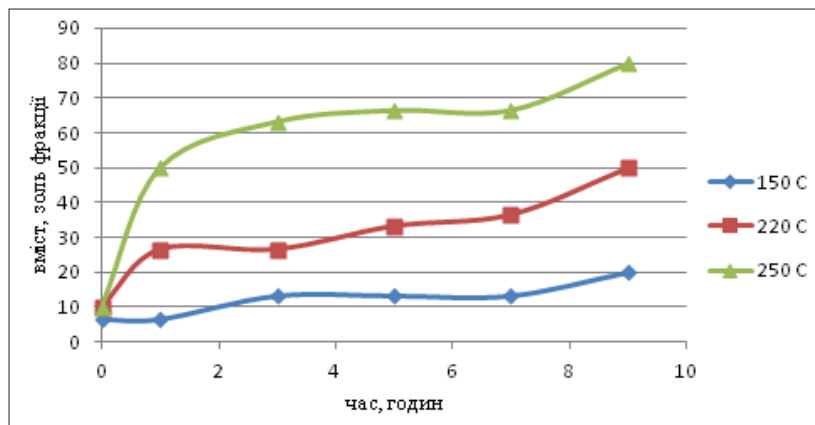


Рис. 6. Залежність вмісту золь-фракції від часу

Виявлено, що із збільшенням часу розчинення кількість гель-фракції зменшується, а золь-фракції збільшується. Чим вища температура досліджуваного зразка, тим швидше розчинюється крихта. При 150°C процес відбувається дуже повільно, а при 250°C через 9 годин вміст гель-фракції зменшується на 75 %. На основі одержаних результатів визначено оптимальні параметри реалізації процесу.

Для вивчення основних закономірностей модифікування використовували дорожній бітум БНД 60/90 і чотири типи каучуків. Процес проводили за температури 180°C протягом 8 год. при постійному перемішуванні. Для модифікованих бітумів визначали температуру розм'якшення, пенетрацію, дуктильність і еластичність за стандартизованими методиками. Результати модифікування бітуму БНД 60/90 різними типами каучуків зведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика нафтового бітуму модифікованого каучуками

Показник	Вихідний бітум БНД60/90	Бітум модифікований каучуками			
		СКИ-3	СКН-1855 Э	СКН-4065 Э	СКМС-30 АРКМ-15
Температура розм'якшення за «кільцем та кулею», °C	46	54	79	64	103
Дуктильність при 25 °C, см	58	15	3	6	3
Пенетрація при 25 °C, 0,1 мм	70	44	15	27	12
Еластичність, %	6	35	72	68	75

Отже, додавання до бітуму різних типів каучуків дає змогу збільшити температуру розм'якшення та

зменшити пенетрацію і дуктильність одержаного модифікованого бітуму. Встановлено, що швидше реагує на

температуру розм'якшення каучук СКМС-30. При додаванні 5% мас. цього каучука температура розм'якшення збільшується від 48°C до 103°C, але при використанні цього типу модифікатора дуктильність бітуму різко зменшується з 58 см до 3 см, а penetрація знижується від 70 од. до 12 од., що свідчить про значне підвищення твердості одержано бітуму. Важливим результатом, який досягається внаслідок модифікування бітуму каучуками, є підвищення його еластичності, коли модифіковані бітуми характеризуються більшою твердістю і вищою тугоплавкістю і підвищеною пластичністю порівняно з вихідним бітумом. Аналогічно проводили модифікацію бітуму гумовою крихтою.

Для підтвердження або спростування висунутих гіпотез щодо поведінки гумової крихти під час модифікування бітуму вивчали вплив температури на саму гумову крихту шляхом використання дериватографічного аналізу гумової крихти в різних середовищах.

Термічну стійкість зразків гумової крихти досліджували проведенням комплексного термогравіметричного та диференційного термічного аналізів з використанням дериватографа Q – 1500 D System: F. Paulik, J. Paulic, L. Erdey з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою ПК. Зразки аналізували в динамічному режимі з швидкістю нагрівання до 10°C на хвилину в атмосфері повітря і аргону за описаною методикою. При виборі середовищ враховували, що середовище аргону (інертне середовище) моделює

процес термічних перетворень гумової крихти без доступу повітря (коли частинка гумової крихти знаходиться в об'ємі бітуму), а середовище повітря – процес термічних перетворень частинок гумової крихти, що знаходяться на поверхні і контактують з киснем повітря.

В результаті дериватографічних досліджень гуми встановлено, що процес термічної девулканізації гуми в середовищі повітря починається після нагрівання до температури 210°C, а в середовищі інертного газу – до 220°C. З високою швидкістю цей процес відбувається за температури 250-270°C.

Результати дериватографічних досліджень повністю підтверджують запропонований механізм дії гумової крихти як модифікатора нафтових бітумів

Висновки

Встановлено оптимальні параметри проведення процесу розчинення гумової крихти. Досліджено вплив гранулометричного складу гумової крихти на процес набухання і розчинення. Показано, як відбувається процес набухання і розчинення гумової крихти протягом усього процесу модифікування. Вивчено механізм дії гумової крихти під час модифікування бітумів. Доведено, що при модифікуванні дорожнього бітуму БНД 90/130 гумовою крихтою у кількості 5 % маси за температури 160°C протягом 4 год можна одержати модифікований бітум марки БМП-90/130-49, а при додаванні 10 % маси ГК і цих же умовах – модифікований бітум БМП-60/90-52.

Література

1. Житов Р. Г. Кижняев В. Н., Смирнов А. И. Полимеризация виниловых мономеров в битуме // Пластмассы со специальными свойствами : сб. науч. тр. / под. ред. Лаврова Н. А. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – С. 93-94.
2. Христофорова А.А. Перспективные направления создания композиционных материалов с применением резиновой крошки / Христофорова А.А., Соколова М.Д. // VII школа-семинар молодых ученых России: Материалы докладов. – Улан-Удэ, 2013. – С. 306-307.
3. Некрасов В.Г. Изношенные автомобильные шины как вторичный энергоресурс // Промышленная энергетика. – 1992. – №7. – С. 42-45.
4. Вяжущие и асфальтобетоны БИТРЕК. Опыт применения / ООО НПГ «ИНФОТЕХ». – М., 2014. – 20 с.