



1. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.:Химия,1970. – 432 с.
2. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.:Химия,1984. – 320 с.
3. Членов В.А., Михайлов Н.В. Виброкипящий слой. - М.: Наука, 1972.- 341 с.
4. Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии.- М.: Наука, 1981.- 320 с.
5. Патент на винахід 69063С2 Україна, МПК F26B 17/10, F26B 17/26 Вібраційна сушарка/ В.О. Федоскін, В.П. Франчук, В.В. Плахотнік, В.Г. Кузнецов, Д.С. Хаддад; заявн.і патентовл. Державний ВНЗ «НГУ» - а2003119981; заявл.05.11.2003; опубл.15.12.2006, Бюл.№12
6. Патент на винахід 112811 Україна, МПК F26B 17/10; F26B 17/26; F26B3/02. Вібраційна сушарка/ В.О. Федоскін, М.М. Єрісов; заявн.і патентовл. Державний ВНЗ «НГУ» - а201502616; заявл. 23.03.15; опубл. 25.10.16, Бюл.№ 20.

УДК 665.7.03

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ У ДОРОЖНЬОМУ ПОКРИТТІ

Ю.Я. Хлібишин¹, І.Я. Почапська²

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, e-mail: yuriy_h@polynet.lviv.ua

² кандидат технічних наук, доцент кафедри цивільної безпеки, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, e-mail: iryana.y.pochapska@lpnu.ua

Анотація. Описано засоби підвищення якості дорожніх бітумів. Досліджено процес модифікації бітумів промисловими полімерами. Показано можливість модифікування бітумів гумовою крихтою та встановлено її оптимальну кількість.

Ключові слова: полімерні відходи, гумова крихта, бітум.

THE USING OF POLYMER WASTE IN ROAD COVERINGS

Yuriy Khlibyshyn¹, Iryna Pochapska²

¹Ph.D., Associate professor, Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: yuriy_h@polynet.lviv.ua

²Ph.D., Associate professor, Department of Civil Safety, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: iryana.y.pochapska@lpnu.ua

Abstract. The means by improving the quality of road bitumen are described. The process modification of bitumen by industrial polymers is investigated. The possibility of modifying bitumen with rubber crumb and the optimal amount of rubber crumb in this process is determined.

Keywords: polymer waste, crumb rubber, bitumen.



Вступ. Дорожні бітуми марок БНД (за ДСТУ 4044-2001) не відповідають вимогам дорожнього будівництва за теплостійкістю, еластичністю, стійкістю до низьких температур, адгезійними властивостями (особливо до поверхні мінеральних матеріалів з кислих гірських порід), стійкістю до старіння.

Підвищення якості дорожніх бітумів можна досягнути регулюванням їх властивостей застосуванням різних модифікуючих добавок, таких як полімери, гумова крихта, адгезійні добавки, сірка та ін. Модифікація бітумів полімерами належить до найбільш активно впроваджуваних технологій будівництва і ремонту покриттів автомобільних доріг.

Першим еластомером, який застосовувався як модифікатор бітуму при виробництві асфальтобетонних сумішей, був природний каучук. У США та Канаді в 1950-х роках для модифікації дорожнього бітуму почали застосовувати неопреновий латекс у вигляді емульсії каучуку у воді.

Ділянки доріг, які побудовані з використанням модифікованих бітумів добре зарекомендували себе в умовах інтенсивного вантажопотоку.

Для модифікації бітумів застосовують каучуки (полібутадієнові, натуральний, хлоропреновий, бутилкаучук), термопластичні полімери (поліетилен, поліпропілен, етиленвінілацетат), сірку, гумову крихту, термопластичні каучуки (поліуретан, олефінових сополімери, блоксополімери стирол-бутадієн-стирол). Найбільш широко застосовують ПБЗ на основі блоксополімерів стирол-бутадієн-стирол.

Численні відходи виробництва і споживання створюють великі екологічні проблеми, як в Україні так і за кордоном. Сьогодні обсяги захоронення відходів на звалищах і полігонах постійно зростають, у зв'язку з цим виникає проблема утилізації відходів. Використання відходів, насамперед, залежить від їх кількості; хімічного складу відходів, існуючих технологій для переробки, а також попиту на отриману продукцію з використанням конкретних відходів.

Актуальною постає проблема відпрацьованих автомобільних шин, оскільки вони є потужним джерелом забруднення довкілля. Викинуті на звалища, або закопані, шини розкладаються в природних умовах не менше 100 років. Контакт шин з дощовими опадами та з ґрунтовими водами супроводжується вимиванням ряду токсичних органічних сполук: дифеніламіну, дибутилфталату, фенантрени і ін.

Відпрацьовані автомобільні шини є цінною вторинною сировиною з вмістом гуми (каучуку) - 65-70%, технічного вуглецю - 15-25%, металу - 10-15%.

Економічне значення використання відпрацьованих шин визначається тим, що видобуток природних ресурсів стає все більш дорогим, а в ряді випадків - обмеженим. Утилізація зношених автошин дозволить істотно зни-



зити споживання деяких дефіцитних природних ресурсів. Тому використання відпрацьованих шин набуває все більшої значущості. Методам утилізації шин присвячені численні роботи серед яких [1-7].

Мета роботи. Дослідження впливу різних модифікуючих добавок на властивості бітумів, отриманих з гудронів парафінистих нафт, а також використання гумової крихти як модифікатора та порівняння якості отриманих продуктів за пластичністю, температурою розм'якшення, дуктильністю, пенетрацією.

Матеріал і результати досліджень. Гудрони парафінистих нафт є невідповідною сировиною для виробництва бітумів. Високий вміст парафінових вуглеводнів негативно впливає на процес одержання окиснених бітумів, а одержані бітуми мають погані низькотемпературні властивості та еластичність, що загалом зменшує довговічність усіх типів бітумних покриттів. Відомо, що для розширення температурного інтервалу пластичності бітумів та для покращення його еластичних властивостей використовують спеціальні типи каучуків, а також гуму. Проте, ефективність цієї групи модифікаторів за умови введення їх у бітуми, одержані з парафінистої сировини залишається невивченою. Тому вирішення цієї науково-практичної проблеми є надзвичайно важливим для українських виробників бітумів, оскільки більшість нафтових бітумів в Україні одержують саме з парафінистих залишків.

Однак недостатньо вивченим є процес модифікування еластомерами бітумів, отриманих на основі залишків переробки парафінистих нафт. Застосування відпрацьованих шин як модифікуючого агенту є перспективним напрямком досліджень, проте різні автори по-різному реалізують цей процес [2-3], а його механізм – практично не описаний і не встановлений.

Для дослідження відібрано зразки бітумів БНД різних марок за ДСТУ 4044-2001, отримані на установці виробництва окиснених бітумів ПАТ «Укртатнафта» м. Кременчук (Полтавської обл.), бітум БНБ-70/30 за ДСТУ 4148-2003, отриманий із залишків переробки парафінистих нафт на установці виробництва окиснених бітумів ПАТ «НПК-Галичина» (м. Дрогобич Львівської обл.). Як модифікатори використовували такі типи промислових продуктів, як Butonal, Elvaloy, Kraton, а також гумову крихту, одержану подрібненням відпрацьованих автомобільних шин.

Дослідженнями встановлено, що при введенні в бітум промислових модифікаторів спостерігається збільшення температури розм'якшення, дуктильності та зменшення пенетрації бітумів. Причому при використанні для модифікування бітуму полімеру Butonal NS 198 досягаються найкращі показники. Саме цей модифікатор було обрано для подальших дослідів.

Проведеними дослідженнями встановлено, що використовуючи для модифікування катіонний латекс Butonal NS 198, отримують бітуми, які відповідають існуючим вимогам до бітумів модифікованих полімерами. Покращення основних показників модифікованих бітумів при введенні такого модифікатора в залежності від його кількості та температури приготування, свідчить про можливість регулювання його властивостей у виробничих умовах. На основі проведених досліджень показано, що катіонний латекс Butonal NS 198 може бути використано для модифікування дорожніх нафтових бітумів, одержаних з залишків переробки парафіністих нафт з метою покращення їх експлуатаційних характеристик і, особливо, підвищення еластичності.

Хоча модифікування бітумів, одержаних з залишків переробки парафіністих нафт, різними типами каучуків позитивно впливає на їхні основні властивості, вартість модифікованих бітумів при цьому різко зростає, оскільки каучуки є досить дорогими – значно дорожчими за бітум. Тому необхідно було здійснити пошук дешевих модифікаторів з групи еластомерів. Таким модифікатором є гумова крихта, яку одержують подрібненням відпрацьованих автомобільних шин, вартість яких є набагато менша від вартості каучуків і латексів. Використовуючи гумову крихту в бітумному виробництві можна також частково вирішити важливу екологічну проблему, якою є утилізація зношених автомобільних шин, яких на даний час є дуже багато і з кожним роком кількість їх зростає [5].

В літературних джерелах описано процес модифікування бітуму гумовою крихтою [5-7]. Не зважаючи на наявність публікацій щодо використання гумової крихти у бітумному виробництві, механізм процесу модифікування бітумів гумовою крихтою вивчений недостатньо. Тому необхідно детально проаналізувати процес модифікування та вивчити закономірності процесу розчинення гумової крихти в бітумі.

Відомо, що гума – це вулканізатор каучуку, що при звичайних умовах знаходиться у вигляді тривимірної структури, який не може розчинятися в бітумі за низьких температур, проте при нагріванні до високих температур можливе руйнування тривимірної структури гуми та подальше розчинення утворених лінійних фрагментів в бітумі.

Під час модифікування бітумів гумовою крихтою, відбуваються процеси набухання гумової крихти, а також її часткове або повне розчинення в бітумі. Процес набухання і розчинення гумової крихти в бітумі вивчали за температур 150 °C та 250 °C впродовж 9 год. В результаті попередніх досліджень встановлено, що з усіх груп компонентів бітуму тільки оливні компоненти можуть взаємодіяти з гумовою крихтою.



Проведеними дослідженнями встановлено, що спочатку відбувається набухання гумової крихти завдяки поглинанню частини оливних компонентів, які входять до складу бітуму. Далі маса гумової крихти зменшується, що вказує на поступову її деструкцію та розчинення у бітумі. Впродовж першої години модифікування відбувається різке збільшення маси гумової крихти. Найефективніше гума розчиняється впродовж перших п'яти годин, відтак швидкість подальшого розчинення різко зменшується, що підтверджується одержаними даними.

З метою більш точного вивчення основних закономірностей процесу розчинення гумової крихти проводили золь-гель аналіз. Дослідженнями встановлено, що вміст гель-фракції при збільшенні тривалості розчинення гумової крихти в бітумі знижується, що також свідчить про проходження процесу девулканізації гуми та її розчинення в середовищі бітуму.

Результатами досліджень доведено принципову можливість застосування гумової крихти для модифікації бітумів, одержаних з залишків переробки парафіністих нафт.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено можливість застосування гумової крихти як модифікатора бітумів, одержаних з залишків переробки парафіністих нафт. Встановлено, що додавання гумової крихти покращує основні властивості бітумів як еластичність, температура розм'якшення, пенетрація. Це дає можливість заміни дорогих еластомерів гумовою крихтою при одержанні модифікованих бітумів і разом з цим частково вирішити екологічні проблеми відходів, зокрема відпрацьованих гумових шин.

Доведено, що додавання до окиснених нафтових бітумів гумової крихти в кількості 5-12 % мас., дозволяє отримувати полімермодифіковані бітуми, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2014.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасова, Т. Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 2. – С. 130-135.

2. 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.

3.Христофорова А.А. Перспективные направления создания композиционных материалов с применением резиновой крошки вяжущем [Текст] / Христофорова А.А., Соколова М.Д. // VII школа-семинар молодых ученых России: Материалы докладов. - Улан-Удэ, 2013. - С. 306-307.

4. Вольфсон, С. И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С. И. Вольфсон, Е. А. Фафурина, А. В. Фафурин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74-79.

5. Хлібишин Ю.Я. Дослідження модифікації дорожніх бітумів гумовою крихтою /



Хлібишин Ю.Я., Почапська І.Я., Гринишин О.Б., Нагурський А.О. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» № 787 – Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2014. – С.144-148.

6. Гринишин О. Б., Нагурський А. О., Почапська І. Я., Хлібишин Ю. Я. Модифікування дорожніх бітумів гумовою крихтою відпрацьованих шин // Екологічні науки. – 2017. – № 3/4 (18/19). – С. 64–70.

7. Волынкина, Е. П. Использование отработанных автомобильных покрышек / Е.П.Волынкина, С. А. Кудашкина, А. В. Незамаев // Экология и промышленность России. – 2004. – № 1. – С. 40-44.

УДК 681.586

МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДАТЧИКАХ

З.А. Баясилова

аспирантка Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева г. Алматы, Казахстан, e-mail: zuhra_bayasilova@mail.ru

Аннотация. Большинство многофункциональных датчиков измеряет, как правило, два параметра – это механическую величину (деформацию, давление и силу) и температуру. Измеряемые при этом неэлектрические величины - давление и температура имеют разную динамику и величину и размерность. Поэтому необходимо выбрать такие принципы преобразования, чтобы они были совместимы физически, информационно, энергетически и конструктивно. Рассмотрены и проанализированы различные принципы преобразования неэлектрических величин - силы и давления в электрическую величину-ток, напряжение, сопротивление, частоту. Представлены математические модели, описывающие функции преобразования, проанализированы условия их адекватности.

Ключевые слова модель, метод, преобразование, величина, давление, сила, деформация, ток, напряжение.

METHODS FOR THE CONVERSION OF THE POWER PARAMETERS IN MULTIFUNCTION SENSORS

Z.A. Bayasilova

post-graduate student, Kazakh National Research Technical University K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zuhra_bayasilova@mail.ru

Abstract. Most multi-function sensors usually measure two parameters - a mechanical value (deformation, pressure and force) and temperature. The measured non-electric values - pressure and temperature have different dynamics and magnitude and dimension. Therefore it is necessary to choose such principles of transformation that they were compatible physically, information, energetically and constructively. Various principles of transformation of non - electric quantities-force and pressure into electric quantity-current, voltage, resistance,