 ISSN 2226-3780

ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМОВИХ СТРУКТУР В СИСТЕМАХ КООРДИНАЦІЇ І УПРАВЛІННЯ КОМПЛЕКСОМ ВАКУУМ-АПАРАТІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Розглянуто загальні вимоги до складних систем управління технологічними комплексами. Виконано огляд основних схем існуючих технологічних комплексів вакуум-апаратів періодичної дії. Визначено структуру фреймів інтелектуальної системи координації та управління комплексом вакуум-апаратів періодичної дії. Визначена організація взаємодії фреймових структур в ієрархічній системі.

Ключові слова: складна система, технологічний комплекс, вакуум-апарат, ієрархічна система координації, фреймова модель управління.

Прокопенко Юрий Владимирович, *соискатель, кафедра автоматизации технологических процессов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина,*
e-mail: yv_prokopenko@ukr.net*.*
Ладанюк Анатолий Петрович, *доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.*
Сокол Ростислав Михайлович, *аспирант, кафедра автоматизации процессов управления, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.*

Прокопенко Юрій Володимирович, *здобувач, кафедра автоматизації технологічних процесів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.*
Ладанюк Анатолій Петрович, *доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.*
Сокол Ростислав Михайлович, *аспірант, кафедра автоматизації процесів управління, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.*

Prokopenko Yuri, *National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine,* ***e-mail: yv_prokopenko@ukr.net****.*
Ladanyuk Anatoly, *National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine.*
Sokol Rostislav, *National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

УДК 678.065.004
DOI: 10.15587/2312-8372.2015.52012

Євдокименко Н. М.,
Фурса О. О.,
Гаврилюк Ю. В.

ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО НІТРОГЕНОВМІСНИМИ СПОЛУКАМИ ПОДРІБНЕНОГО ВУЛКАНІЗАТУ

В роботі оцінено можливість процесу модифікації подрібненого вулканізату нітрогеновмісними сполуками. Оцінено вплив сполук на термодинамічні властивості еластомерної матриці. Показано синергічний ефект впливу на рівень міцності вулканізатів сумісної модифікації. В ході роботи обрано та підтверджено математичними розрахунками оптимальні параметри процесу.

Ключеві слова: *точність вимірювань, подрібнений вулканізат, модифікація, композит, нітрогеновмісні сполуки, дифузія, оптимізація.*

1. Вступ

Нині тенденція розвитку полімерного матеріалознавства полягає у пошуку раціональних шляхів використання відомих матеріалів завдяки модифікації їх властивостей. Пріоритетним напрямом в розвитку сучасної економіки є вирішення екологічних проблем, насамперед оцінювання можливості повторного застосування як відходів виробництва гумо-технічних виробів, так і амортизованих гум. Актуальність досліджень у даному напрямку полягає у можливості автоматизації процесу модифікації подрібненого вулканізату та прогнозуванні результатів використання вторинної сировини на якісні показники кінцевого виробу. Це дозволяє практично уникнути тривалого та витратного процесу проведення емпіричних експериментів та випробувань. Що, в свою чергу, дозволить скоротити витрати часу, людських та матеріальних ресурсів з метою оптимізації процесу виробництва.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Переробці та вторинному використанню підлягають не тільки амортизовані вироби, але й відходи виробництва. Значними за масштабами утворення відходів є вулканізовані гумові та гумотканеві матеріали, які утворюються на стадіях виготовлення гумових сумішей та формування заготовок, вулканізації та обробки готових виробів, різні види браку [1].

До фізико-хімічних методів переробки гумовмісних відходів у першу чергу належить регенерація — процес руйнування просторової сітки вулканізованої гуми під час теплової, механічної і хімічної дії на неї. Після регенерації одержують переважно пластичний продукт, здатний знову перероблятися у вироби [2, 3].

Одними з найпоширеніших методів переробки гумовмісних відходів є фізичні, до яких належать подрібнювання (процес зменшення розмірів кусків гуми до частинок з розміром до 5 мм) і подрібнення (аналогічний процес одержання частинок менше 5 мм) [1].

Подрібнювальне обладнання ґрунтується в основному на принципах удару, роздавлювання, стирання, різання та їх комбінацій. Найбільш поширенні серед подрібнювальних машин (дробарок) — це молоткові (подрібнення ударом), одновалкові (стиранням), двовалкові (стисканням, стиранням і зсувом), ножові (різанням) та роторні (стисканням, стиранням, зсувом і різанням) дробарки [1–6].

 © Євдокименко Н. М., Фурса О. О., Гаврилюк Ю. В.

Відомо, що властивості багатокомпонентних полімерних систем залежать від характеристик міжфазних шарів в таких системах. Існує кілька теорій, які описують будову міжфазного шару на межі розподілу фаз двох полімерів. В роботі [7] була висловлена гіпотеза про сегментальну розчинність полімерів, відповідно до якої на межі полімер — полімер утворюється міжфазний шар, що представляє собою своєрідний «розчин» сегментів одного полімеру в іншому.

Питання про вірогідність теорії сегментальної розчинності залишається відкритим. Але, не дивлячись ні на що, уявлення про сегментальну розчинність дали можливість пояснити численні явища, що спостерігаються при контакті полімер — полімер, що раніш пояснювали дифузією макромолекул, яка зростає зі збільшенням спорідненості полімерів [5].

Структуру перехідних шарів у бінарних полімерних системах можна пояснити колоїдно-хімічним механізмом [8]. Теорія ґрунтується на близькості величин поверхневого натягу відомих полімерів (у межах 20–80 дин/см), що призводить до дуже низьких значень міжфазного натягу. Як установлено дослідженнями [9] міжфазна межа стає хитливою при натягу порядку декількох десятих дин на сантиметр. Головною особливістю отриманих результатів [10] є наявність експериментальної залежності поверхневий натяг — склад суміші, причому поверхневий натяг у максимумі вище поверхневого натягу окремих компонентів.

Ще однією особливістю системи подрібнений вулканізат (ПВ) — каучук є нерівномірність густини просторової сітки по об'єму часток ПВ. У результаті механохімічних перетворень, які відбуваються при здрібненні вулканізату і при переробці суміші, що містить ПВ, відбувається деструкція на знов утвореній поверхні більш інтенсивно, чим в об'ємі [3]. У поверхневих шарах щільність зшивання виявляється нижче, ніж у внутрішніх шарах. Зі збільшенням дисперсності глибина деструктивних процесів, як в об'ємі, так і в поверхневих шарах зростає [7]. Збільшуються вміст золь фракції [6] і концентрація кисневмісних груп у поверхневих шарах ПВ. Ці зміни, безсумнівно, будуть позначатися на характері процесів, що протікають на міжфазній межі каучук — ПВ. Відомо, наприклад, що зі зниженням ступеня зшивання субстрату адгезійна міцність системи вулканізат — гумова суміш після совулканізації зростає [10]. Це, вказує на те, що в міру зменшення розміру часток ПВ і підвищення їхньої розпушеності поступово збільшується товщина шару, що утворилася внаслідок посилення мікрореологічних процесів переносу структурних утворень еластомерів на межі контакту, і відбувається більш глибока взаємодифузія сегментів макромолекул матриці і частки ПВ. Зі зменшенням розмірів часток ПВ цей фактор зміни структури міжфазної перехідної області поступово стає переважним і призводить до зниження напружень на межі розподілу, внаслідок передачі навантаження від середовища до частки через усе більшу кількість зв'язків. Закономірно, що це супроводжується підвищенням втомно-міцностних властивостей гум [5].

Дослідженнями, що проводились в УДХТУ [11–13] обґрунтовано загальні закономірності розробки еластомерних композицій, які містять подрібнений вулканізат (ПВ). Було показано, що для еластомерних композицій з ПВ змінюється механізм руйнування гуми — адгезійний механізм руйнування змінюється на когезійний внаслідок перерозподілу вулканізуючої групи, що призводить до суттєвого зменшення ступеня зшивання приграничного шару. Ймовірно, перерозподіл вулканізуючої групи є наслідком як високої сорбційної активності, так і високої хімічної активності ПВ.

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження в даній роботі виступають безпосередньо сам подрібнений вулканізат та нітрогенвмісні сполуки з одного боку, та процес модифікації в цілому.

Метою роботи є оцінювання можливості застосування модифікованого нітрогеновмісними сполуками подрібненого вулканізату та визначення оптимальних параметрів процесу модифікації та оптимізації складу еластомерних композицій.

Відповідно до поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

— оцінити вплив сполук на термодинамічні властивості еластомерної матриці;

— дослідити вплив фізико-хімічних факторів на ефективність процесу модифікації;

— оцінити ефективність застосування ПВ, модифікованого нітрогеновмісними сполуками, в композиціях з еластомерної матриці.

4. Матеріали та методи дослідження процесу модифікації подрібненого вулканізату

Технологічні властивості гумових сумішей та фізико-механічні властивості гум визначали згідно з діючими стандартами. Структурні особливості еластомерних композицій вивчали за результатами оцінювання електропровідності гум. Параметри вулканізаційної сітки визначали за характером деформаційних кривих. Сумісність нітрогеновмісних сполук з каучуком вивчали методом зверненої газової хроматографії. Сорбційну активність визначали за даними УФ-спектроскопії.

Можливість застосування вивчали за допомогою математичних моделей [14] та алгоритмів керування.

5. Результати дослідження процесу модифікації подрібненого вулканізату та можливостей прогнозування його результатів

Оцінено можливість модифікації ПВ нітрогеновмісними сполуками і визначено оптимальний склад еластомерних композицій з високим рівнем деформаційно-міцнісних властивостей, що містять модифікований ПВ.

Вивчено термодинамічні властивості (рис. 1) еластомерних композицій та фізико-механічні показники гум, що містить модифікований ПВ, визначено оптимальні параметри процесу модифікації.

Відомо, що ПВ має високу сорбційну активність, яка призводить до перерозподілу вулканізуючих агентів у приграничному шарі і, як наслідок, спостерігаємо різке падіння рівня деформаційно-міцносних властивостей гуми, що містить ПВ. Для запобігання перерозподілу вулканізуючої групи необхідно шляхом модифікації знизити сорбційну активність ПВ. Для регулювання сорбційної активності ПВ вивчали модифікацію водорозчинними нітрогеновмісними сполуками.

 ISSN 2226-3780

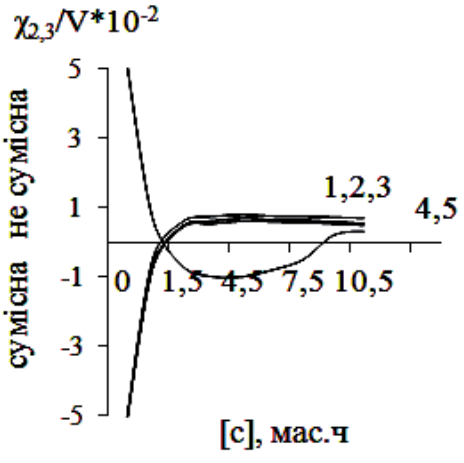

Рис. 1. Концентраційна залежність параметра Флорі-Хаггінсу ($\chi_{2,3}$/V*10-2) для системи НК + добавка: 1 — моноетаноламін, 2 — діетаноламін, 3 — триетаноламін, 4 — смола АСС, 5 — смола Фенодон S (4, 5— літературні дані)

Таким чином, за рахунок модифікації нітрогеновмісних сполук відбувається зменшення сорбційної активності ПВ.

Методом зворотної газової хроматографії вивчали термодинамічні властивості системи НК + нітрогеновмісна сполука. Як видно з даних рис. 1, характер концентраційної залежності параметра Флорі-Хаггінсу для системи НК + аліфатичний амін (низькомолекулярні сполуки) (рис. 1, крива 1–3) принципово відрізняється від залежності для смол (олігомерні сполуки) (рис. 1, крива 4, 5). Відомо, що оптимальний вміст модифікуючої добавки визначається умовами мікророзшарування системи, яке відбувається при переході з сумісного стану ($\chi_{2,3}/V < 0$) до несумісного ($\chi_{2,3}/V > 0$) (за механізмом конденсації) або при переході системи з несумісного ($\chi_{2,3}/V > 0$) стану до сумісного ($\chi_{2,3}/V < 0$) (механізм диспергування) — для системи НК + нітрогеновмісна сполука оптимальний вміст модифікуючої добавки становить 1,5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучуку.

Відомо, що високий рівень деформаційно-міцнісних властивостей гуми забезпечує фазова морфологія з мінімальним розміром часток гетерофази, в той час як для зростання рівня адгезійної взаємодії необхідним є збільшення розміру часток гетерофази.

Параметри геометричної фазової морфології розраховували за кінетичними кривими вулканізації (метод віброреометрії) з використанням диференційного рівняння П. Ф. Ферхюльтса. При введені низькомолекулярних сполук спостерігаємо зменшення розміру часток гетерофази, що призводить до збільшення рівня деформаційно-міцнісних властивостей, в той час, як при введені смол — розмір часток гетерофази зростає, що забезпечує адгезійну міцність.

Для підвищення ефективності було здійснено дослідження впливу вмісту ПВ, модифікованого з водних розчинів нітрогеновмісних сполук, в еластомерних композиціях на рівень фізико-механічних показників (рис. 2).

Як видно з наведених даних на рис. 2, при введені в еластомерну композицію на основі НК ПВ, модифікованного з водного розчину діетаноламіну, високий рівень умовної міцності при розтязі зберігається навіть при введені 50 мас. ч. ПВ на 100 мас. ч. каучуку.

Для визначення оптимальних параметрів процесу модифікації ПВ з водних розчинів нітрогеновмісних сполук вивчали: вплив концентрації водного розчину та величини тиску. Вивчали водні розчини в діапазоні концентрацій 1 ÷ 7 %. Ефект модифікації оцінювали за зростанням рівня умовної міцності при розтягу гум, що містять модифікований ПВ.

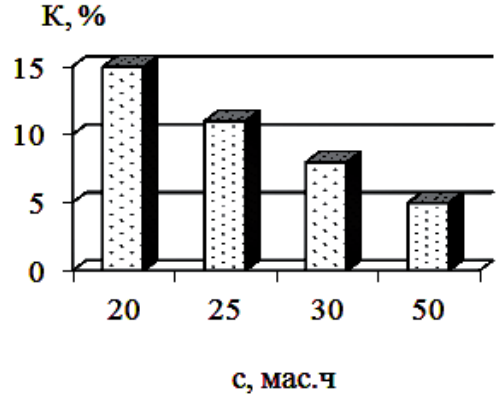

Рис. 2. Діаграми порівняння показника ефекту зростання (*K*) рівня умовної міцності при розтязі вулканізатів на основі НК з різним вмістом (*c*) подрібненого вулканізату модифікованого з водного розчину діетаноламіну

В результаті здійснених досліджень визначено такі оптимальні параметри процесу модифікації: концентрація водного розчину 4 ÷ 5 %, температура 100 ÷ 105 °С, тиск в автоклаві 3 атм.

В табл. 1 наведено результати розширених випробувань еластомерних композицій, що містять 20 мас. ч. ПВ модифікованого з водного розчину нітрогеновмісної сполуки (різної природи) (еластомерна матриця з наповненої стандартної суміші на основі НК).

Як видно з наведених даних для дослідних зразків рівень усіх показників зростає. Природа нітрогеновмісної сполуки несуттєво впливає на процес модифікації.

Таблиця 1

Властивості еластомерних композицій, що містять 20 мас. ч. ПВ (еластомерна матриця з наповненої стандартної суміші на основі НК)

Показник властивостей	Контроль (немодифікований ПВ)	ПВ модифікований з водного розчину аміну		
		монетаноламін	діетаноламін	триетаноламін
Умовна міцність при розтязі, МПа: – при 25 °С – після старіння 70 °С*168 год	 7,0 6,2	 7,9 6,6	 8,2 6,8	 8,0 6,8
Відносне подовження, %: – при 25 °С – після старіння 70 °С*168 год	 300 250	 300 260	 310 290	 310 300
Твердість, ум. од.	50	50	52	54
Опір стиранню, ТДж/м^3	110	145	140	150

Модифікація з 5 %-вого водного розчину аміну (100 °С*30 хв., 3 атм.).

Відомо, що еластомерні композиції з ПВ є складними гетерогенними системами. Структурними складовими таких систем є еластомерна матриця, ПВ і міжфазні

області. При наявності взаємозв'язку між елементами реалізуються синергічні ефекти, тому було здійснено дослідження ефективності сумісної модифікації як ПВ з водного розчину нітрогеновмісної сполуки, так і модифікації еластомерної матриці смолами Фенодон S (рис. 3, *а*) або АСС (рис. 3, *б*). Модифікацію ПВ виконували з 5 %-вого водного розчину діетаноламіну при температурі 100 °С впродовж 30 хвилин в автоклаві при тиску 3 атм. Як видно з наведених даних, при сумісній модифікації, як еластомерної матриці, так і ПВ спостерігаємо синергічний ефект.

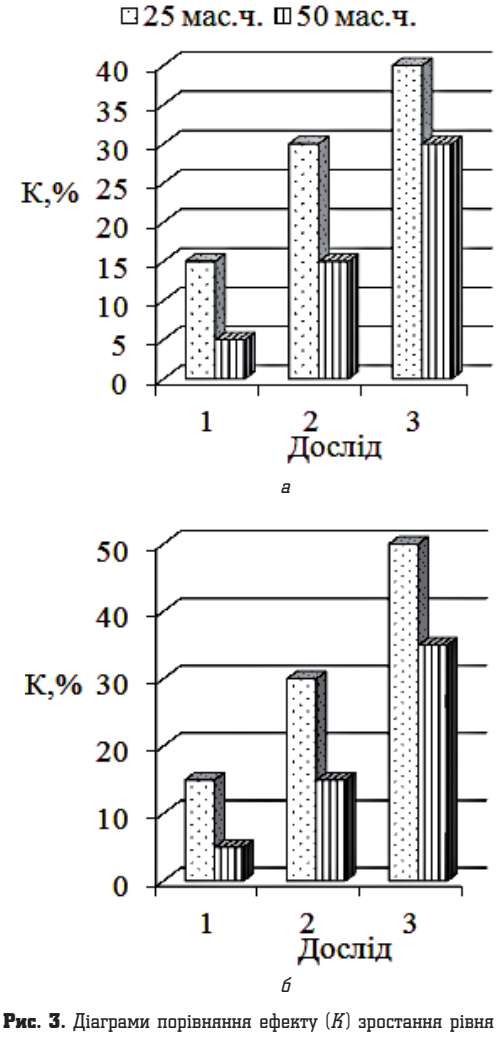

Рис. 3. Діаграми порівняння ефекту (*К*) зростання рівня умовної міцності при розтязі вулканізатів з модифікованої смолами Фенодон S (*а*), або АСС (*б*) еластомерної матриці (стандартна наповнена суміш на основі НК) та ПВ, модифікованого з водного розчину діетаноламіну (табл. 2)

Для композицій на основі НК (еластомерна матриця, модифікована смолою АСС (рис. 3, *б*)), при введені 25 мас. ч. ПВ, модифікованого з водного розчину діетаноламіну, спостерігаємо зростання рівня умовної міцності при розтязі на 50 % у порівняні з контрольним зразком. При модифікації тільки еластомерної матриці показник зростає на 30 %, а при модифікації ПВ (з водного розчину діетаноламіну) ефект зростання рівня умовної міцності при розтягу становить тільки 15 %. Виявлений синергічний ефект зберігається також при введені 50 мас. ч. модифікованого ПВ.

Синергічний ефект обумовлений впливом модифікації ПВ з водного розчину нітрогеновмісної сполуки — спостерігаємо зростання рівня міцності при використанні аміно-сульфуровмісної смоли (АСС) (рис. 3, дослід 3) у порівнянні з кумароніденовою сульфуровмісною смолою (Фенодон S) (рис. 3, *а*, дослід 3), в той час як в системах з немодифікованим ПВ природа смоли не впливає на рівень міцності гуми (рис. 3, *а*, *б*, дослід 2). При сумісній модифікації оптимальний вміст смоли зменшується з 4,0 мас. ч. до 2,5 мас. ч.

Таким чином, при сумісній модифікації як поверхні ПВ з водного розчину діетаноламіну, так і модифікації смолою АСС еластомерної матриці, спостерігаємо зростання рівня умовної міцності при розтягу дослідних зразків на 50 % у порівнянні з контрольними — при вмісті ПВ 25 мас. ч., а при вмісті 50 мас. ч. — на 35 %.

Таблиця 2

Умови модифікації до діаграм, що зображені на рис. 3

Умови модифікації	Дослід		
	1	2	3
Еластомерна матриця + смола	—	+	+
ПВ модифікований з водного розчину діетаноламіну	+	—	+

Для оптимізації умов модифікації, ПВ і розробки оптимальної еластомерної матриці було здійснено дослідження методом планування експерименту. Вивчали, як модифікацію ПВ з водного розчину різної концентрації ПЧАС, так і модифікацію еластомерної матриці смолою. Вміст ПЧАС в модифікованому ПВ змінювали в діапазоні концентрації 3 ÷ 6 %, а вміст смоли в еластомерній матриці в інтервалі 1,5 ÷ 4,5.

Як відзначалося вище, активні центри, що формують вулканізаційну сітку, утворюються вже в процесі виготовлення гумової суміші — для оцінки впливу механохімічних процесів вивчали вплив типу устаткування на ефективність процесу модифікації.

В табл. 3 наведено результати досліджень впливу типу устаткування на деформаційно-міцнісні властивості вулканізатів з еластомерної матриці, модифікованої смолою АСС (2,5 мас. ч.), при введенні 25 мас. ч. модифікованого ПВ з вмістом ПЧАС — 4–5 % (модифікація з 5 %-вого водного розчину при температурі 100 °С впродовж 30 хвилин в автоклаві при тиску 3 атм.).

Таблиця 3

Властивості гум з еластомерної матриці, модифікованої смолою АСС (2,5 мас. ч) (наповнена стандартна суміш на основі НК) та 25 мас. ч. ПВ, модифікованого з водного розчину ПЧАС (5 %) в залежності від технології змішування (типу устаткування)

Показник властивостей	Тип устаткування	
	Вальці	Гумозмішувач
Умовна міцність при розтязі, МПа: – при 25 °С – після старіння 100 °С*24 год	 13,6 12,4	 14,5 13,8
Відносне подовження, %: – при 25 °С – після старіння 100 °С*24 год	 320 300	 380 360

Як видно з наведених даних (табл. 3), при виготовлені гумових сумішей у гумозмішувачі рівень властивостей вулканізатів зростає для всіх показників на 15 ÷ 20 %.

Таким чином, суміші, що містять модифікований ПВ доцільно виготовляти в гумозмішувачі.

Отримані дослідним шляхом результати підтвердили при розрахунку математичної моделі процесу модифікації. В моделі було задано параметри процесу, отримано розрахунок по оптимальним параметрам процесу, та враховано параметри роботи обладнання. Розрахунки підтвердили практичні значення, похибка розрахунків коливається в межах допустимого, що дає можливість зменшити кількість практичних дослідів в рази.

6. Обговорення результатів дослідження процесу модифікації подрібненого вулканізату та можливостей прогнозування параметрів кінцевого продукту

Дана робота є продовженням досліджень, що проводяться на кафедрі ХТПЕ ДВНЗ УДХТУ. Але в даній роботі, вперше розроблено математичну модель проведення процесу модифікації подрібненого вулканізату нітрогенвмісними сполуками, що дозволило оптимізувати процес виробництва за рахунок прогнозування необхідних параметрів процесу в цілому. Це дозволило скоротити витрати людських та матеріальних ресурсів у зв'язку із втратою потреби у проведенні довготривалих та енерговитратних експериментів та випробувань.

Результати даних досліджень можуть бути адаптовані та використані на підприємствах гумової промисловості України, з метою підвищення ефективності підприємств в цілому, за рахунок автоматизації та техніко-економічної оптимізації процесу виробництва.

До переваг даного дослідження можна віднести початок розробок у цьому напрямку та отримання перших діючих, в реальних умовах результатів. Разом з цим, необхідно зазначити потребу у подальших дослідженнях з метою удосконалення моделі та зменшення похибки у результатах.

7. Висновки

1. Методом зворотної газової хроматографії, визначено, що для системи НК + нітрогеновмісна сполука оптимальний вміст добавки становить 1,5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучуку.

2. Виявлено синергічний ефект впливу на рівень міцності вулканізатів сумісної модифікації. З'ясовано, що рівень умовної міцності при розтязі вулканізатів зростає на 50 % у порівнянні з контрольними зразками.

3. Досліджено вплив фізико-хімічних факторів на ефективність процесу модифікації ПВ. Встановлено, що максимальний ефект модифікації реалізується при проведенні процесу модифікації з 5 %-вого розчину протягом 30 хвилин в автоклаві, при температурі 100 °С, тиску 3 атм.

4. Визначено вплив типу устаткування для виготовлення гумової суміші з ПВ, модифікованим нітрогеновмісної сполуки на властивості гум та встановлено, що при використанні гумозмішувача ефект зростання умовної міцності при розтязі збільшується на 20 %.

Література

1. Леонов, Д. И. Анализ способов измельчения изношенных шин [Текст] / Д. И. Леонов, И. В. Леонов // Машиностроитель. — 1999. — № 8. — С. 28–29.
2. Former, C. Stand und Perspektiven des Gummirecyclings [Text] / C. Former, E. Osen // Kautsch. und Gummi Kunstst. — 2003. — Vol. 56, № 3. — P. 81–89.
3. Мікульонок, І. О. Основні методи використання гумовмісних відходів [Текст] / І. О. Мікульонок // Хімічна промисловість України. — 2001. — № 5. — С. 53–58.
4. Myhre, M. Rubber Recycling [Text] / M. Myhre, D. A. MacKillop // Rubber Chemistry and Technology. — 2002. — Vol. 75, № 3. — P. 429–474. doi:10.5254/1.3547678
5. Дроздовский, В. Ф. Способы получения регенерата [Текст] / В. Ф. Дроздовский. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1990. — 64 с.
6. Гуль, Е. В. Регенерация и другие методы переработки старой резины [Текст]: учеб. пос. / Е. В. Гуль, П. Н. Орловский, И. А. Шохин; под общ. ред. П. Н. Орловского. — М.: Химия, 1966. — 140 с.
7. Hoffman, D. Verfahren der zerkleinereeng von altreiten [Text] / D. Hoffman // Gummi, Asbest, Kunststoffe. — 1978. — Vol. 31, № 3. — P. 150–157.
8. Hilyard, N. C. Influence of the cerve system on the properties of vulcanizates incorporating whole tyre scrap rubber crumb [Text] / N. C. Hilyard, S. G. Tong, K. Harrison // Plast and Rubber Process and appe. — 1983. — Vol. 3, № 4. — P. 315–322.
9. Rajalingam, P. The Role of Functional Polymers in Ground Rubber Tire-Polyethylene Composite [Text] / P. Rajalingam, W. E. Baker // Rubber Chemistry and Technology. — 1992. — Vol. 65, № 5. — P. 908–916. doi:10.5254/1.3538650
10. Fesus, E. M. Eggleton Use of modified rubber mite in mixtures on base an general and special purpose rubbers [Text] / E. M. Fesus // Rubber World. — 1991. — Vol. 203, № 206. — P. 23–26.
11. Ващенко, Ю. М. Визначення технологічних особливостей модифікації поверхні подрібненого вулканізату на різному обладнанні [Текст] / Ю. М. Ващенко, О. О. Грицак // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2009. — № 4/10(40). — С. 17–21. — Режим доступу: \www/URL: http://journals.uran.ua/eejet/article/view/22356
12. Голуб, Л. С. Ефективність застосування подрібненого вулканізату в еластомерних композиціях з урахуванням адсорбції модифікуючих речовин на його поверхні [Текст] / Л. С. Голуб, О. О. Грицак, М. В. Ніколенко, В. І. Хомюк, Ю. М. Ващенко // Вопросы химии и химической технологии. — 2011. — № 1 — С. 42–48.
13. Фурса, О. А. Эффективность применения обработанного растворами азотсодержащих соединений измельченного вулканизата в композициях для резиновой обуви [Текст] / О. А. Фурса, Т. В. Ващенко, Ю. Н. Ващенко // Вопросы химии и химической технологии. — 2012. — № 4. — С. 87–90.
14. Дьяконов, В. MathCAD 2001 [Текст]: специальный справочник / В. Дьяконов. — СП6.: Питер, 2006. — 832 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ВУЛКАНИЗАТА

Рассмотрена возможность процесса модификации поверхности измельченного вулканизата азотсодержащими соединениями для эффективного его использования в составе эластомерных композиций. Выбраны и подтверждены расчетами оптимальные параметры процесса. Показано преимущества применения двухстадийной обработки по сравнению с ранее изученными способами модификации, которая проявляется в улучшении механических свойств резин.

Ключевые слова: точность измерения, измельченный вулканизат, модификация, композит, азотсодержащие соединения, диффузия, оптимизация.

Євдокименко Наталя Михайлівна, *доктор технічних наук, професор, кафедра хімічної технології переробки еластомерів, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.*

Фурса Ольга Олександрівна, *кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій та метрології, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна,* ***e-mail: yaroslav_dfz@mail.ru****.*
Гаврилюк Юрій Володимирович, *аспірант, кафедра інформаційних систем, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.*

Евдокименко Наталья Михайловна, *доктор технических наук, профессор, кафедра химической технологии переработки эластомеров, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.*
Фурса Ольга Александровна, *кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютерно-интегрированных технологий и метрологии, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.*
Гаврилюк Юрий Владимирович, *аспирант, кафедра информационных систем, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.*

Evdokimenko Natalia, *Education Institution «Ukrainian State University of Chemical Technology», Dnipropetrovsk, Ukraine.*
Fursa Olga, *Education Institution «Ukrainian State University of Chemical Technology», Dnipropetrovsk, Ukraine,* ***e-mail: yaroslav_dfz@mail.ru****.*
Gavriluk Yuri, *Education Institution «Ukrainian State University of Chemical Technology», Dnipropetrovsk, Ukraine*

УДК 656.021.2
DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51865

Абрамова Л. С.,
Ширін В. В.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ПРИ ПЛАНУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Проаналізовано існуючі методи прогнозування інтенсивності транспортних потоків. Для визначення перспективної інтенсивності транспортних потоків при проведенні аудиту дорожньої безпеки на етапі планування автомобільних доріг, запропоновано застосовувати балансовий метод прогнозування. Запропоновано підхід до прогнозування складу транспортного потоку, який базується на імовірнісних методах прогнозування і може бути застосований при проведенні аудиту дорожньої безпеки.

Ключові слова: *аудит дорожньої безпеки, склад транспортного потоку, прогнозування, інтенсивність транспортного потоку.*

1. Вступ

В процесі виробництва певного продукту, будь-якої галузі, його якість забезпечується за допомогою застосування одного з методів контролю. Виходячи з світового досвіду, найбільш результативною вважається так звана «система управління якістю». Цей метод контролю виник у Японії у 50-х роках минулого століття і забезпечив високу конкурентоздатність японських товарів на світовому ринку. Аудит дорожньої безпеки слід розглядати, як систему управління якістю для технологічного циклу виробництва такого продукту як «автомобільна дорога».

Висока результативність аудиту дорожньої безпеки сприяла розповсюдженню цього методу в багатьох державах: США, Великобританії, Канаді, Данії, Нідерландах, Сінгапурі, Новій Зеландії, Австралії, ПАР. В багатьох країнах Північної Європи офіційно термін «аудит дорожньої безпеки» не прийнято, втім, супроводження контролю за параметрами автомобільних доріг, починаючи від стадії проектування до стадії їх експлуатації містить в собі усі елементи аудиту. Досвід закордонних країн, в яких виконується аудит дорожньої безпеки, свідчить про доцільність проведення такої роботи, адже в цих країнах, згідно міжнародної статистики найбезпечніші автомобільні дороги, а в регіонах, де тільки-но розпочинають застосовувати аудит, спостерігається стабільне зниження рівня аварійності на дорогах.

Найважливішим критерієм, який впливає на рівень безпеки дорожнього руху є перспективна інтенсивність руху. Тому, визначення перспективної інтенсивності руху і складу транспортних потоків являється актуальною задачею.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Введення нових або реконструкція існуючих доріг супроводжується значними змінами потоків автотранспорту, що склалися по напрямах. Але зі зміною інтенсивності змінюється і склад транспортного потоку, що є важливим чинником при визначенні як параметрів дорожнього покриття, так і організації дорожнього руху. Тому, прогнозування параметрів транспортних потоків із застосуванням аналітичних методів є актуальною науково-технічною проблемою.

Моделювання параметрів транспортних потоків може проводитись на будь-який строк, від однієї години до 20–30 років. Задачі прогнозу поділяють за строком прогнозу [1–3], а саме:

— довгострокові (більш ніж 15 років);
— середньострокові (від 10 до 15 років);
— короткострокові (від 1 до 10 років);
— оперативні (від тижня до 1 року);
— поточні (в реальному масштабі часу від 15 хвилин до тижня).