



УДК 678.4.046.1;678.762.2-134.622.3

*Сечін К.Л., Савчук О.Ф., Геращенко Є.І.*

ДП "Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів". Україна, Дніпропетровськ

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДРІБНОДИСПЕРСНОГО АКТИВНОГО ГУМОВОГО ПОРОШКУ НА ВЛАСТИВОСТІ ГУМИ НА ОСНОВІ СКМС-30 АРКМ-15

#### *Анотація*

*Досліджено гумову суміш на основі каучуку СКМС-30 АРКМ-15 з різним змістом дрібнодисперсного активного гумового порошку (ДАГП) марки ПРТІ-ШР.*

#### *Abstract*

*Influence of small break-up of an active rubber powder on property of rubber on a basis SKMS-30 ARKM-15 is researched.*

В даний час однією з найактуальніших задач промисловості є розробка методів утилізації відходів гумових виробів, в т.ч. шин, а також бракованої гуми на всіх стадіях переробки гумових виробів і напівфабрикатів (непоправного браку), що утворюються у всезростаючих масштабах. Ці матеріальні відходи через масштабність виробництва гумотехнічних виробів (ГТВ) і порівняно недовгого терміну їх служби є важливим джерелом вторинних матеріальних ресурсів для гумової промисловості. Проблема утилізації гумових виробів має також важливе екологічне

значення, оскільки процес накопичення відпрацьованих гумових виробів впливає на навколишнє середовище, внаслідок відносно високої стійкості відпрацьованих виробів до дії повітря, вологи, мікроорганізмів і т.п.

Одним з перспективних напрямків утилізації відходів гумової промисловості є їх вторинне використання після переробки. На сьогодні існує цілий ряд технологій переробки гумових відходів — використання шин як будівельні конструкції, спалювання відходів з метою отримання енергії, подрібнення механічним способом, бародеструкцією, піролізом, вибухом (вибухоциркуляційний спосіб), криогенне та озонове подрібнення. Найпоширенішими є різні способи механічного подрібнення, зокрема спосіб зсувного руйнування при підвищених температурах (до 120°C). Внаслідок подрібнення утворюється продукт, який залежно від ступеня подрібнення називають гумовою крихтою (ГК) і гумовим порошком (ГП) [1–3].

Відомо, що гумова крихта з розміром частин від 0,2 до 0,45 мм, отримана відомими способами, в результаті переробки зношених автопокришок, використовується як домішка (від 5 до 25%) у

гумових сумішах для виготовлення нових автомобільних покришок і інших ГТВ.

Основну увагу вітчизняних і зарубіжних дослідників привертає проблема застосування подрібнених вулканізаторів у вигляді ГК і ГП. Це обумовлено тим, що застосування грубозмелених шматків гуми, хоча і приносить певну користь, проте не вичерпує повністю можливості полімерної речовини, закладеної в старій гумі. Діапазон використання відходів у вигляді ГК і ГП дуже широкий, починаючи з другорядних, невідповідальних виробів і кінчаючи такими важливими виробами, як шини, клинові ремені. Найбільша кількість публікацій, присвячених застосуванню подрібнених вулканізаторів, відноситься до виготовлення з них невідповідальних, другорядних виробів. Як правило, до таких виробів не пред'являють високих вимог, вони дешеві, але мають деякі цінні властивості. Технічна пластина, виготовлена з добавкою ГК з різним розміром частинок, одержаної при шероховці протектору, має фізико-механічні показники, відповідно нормам, встановленим для серійної гуми. Відоме застосування гумової крихти для виготовлення монолітних гумових плит і особливо настилів для заміни підлог тваринницьких ферм замість дерев'яних і бетонних, що дозволяє знизити витрату деревини і зменшити захворювання тварин. Найбільшу зацікавленість викликають дрібнозмелені (незалежно від способу отримання) гумові порошки (ДЗГП). Завдяки вищому ступеню дисперсності вони можуть використовуватися в тих же гумах, що і крихта, але із значно більшою ефективністю і у великих дозуваннях. Вироби, що містять ДЗГП, за якістю, зовнішньому вигляду перевершують вироби з крихтою. Подібно гумовій крихті ДЗГП знаходить застосування не тільки в другорядних виробках, але також і в більш якісних.

Інститутом ХФ РАН, ЗАО "НТЦ ЭКОРД" (м. Москва) і фірмою "Гайя Інтернейшил" (США) був розроблений спосіб високотемпературного зсувного подрібнення і пристрій для його реалізації – роторний диспергатор [3]. Розроблений спосіб був використаний для переробки відходів полімерних композиційних матеріалів в ДАГП. Технологія впроваджена на ТОВ "ПМЗ" (м. Дніпродзержинськ). Як сировинна база для виготовлення гумових порошоків на ТОВ "ПМЗ" використовуються гумові покришки, що відслужили гарантійний ресурс. Устаткування і технологія отримання гумових порошоків відрізняється від відомих способів універсальністю і високою продуктивністю, та дозволяє виготовляти і фракціонувати гумові порошки із заданим ступенем дисперсності, високою питомою поверхнею частинок (0,5–2,0 м<sup>2</sup>/г) і дає можливість проводити їх модифікацію активними низькомолекулярними

домішками, а також виключає попадання металевих частинок.

У роботі досліджено вплив дрібнодисперсного активного гумового порошку у гумовій суміші на основі бутадиєнметилстирольного каучуку на комплекс технологічних і пружньо-міцнісних властивостей гумових сумішей і вулканізаторів.

Об'єктом досліджень був дрібнодисперсний активний гумовий порошок марки: ПРТІ-ШР, ТУУ25.1-31523315-002-2004 (порошок гумовий, отриманий роздрібнюванням відходів шинного виробництва).

У роботі як полімерну матрицю для введення домішок ДАГП ПРТІ-ШР використовували модельну гумову суміш на основі бутадиєнметилстирольного каучуку СКМС-30 АРКМ-15.

Проведено дослідження можливості та оцінки ефективності введення ДАГП марки ПРТІ-ШР у гумову суміш.

Вибір рецептури гумової суміші для відпрацювання технології й оцінки впливу ДАГП ПРТІ-ШР на комплекс фізико-механічних і технологічних характеристик відбувався виходячи з припущень щодо сумісності полімерів. Таким чином, найбільш перспективним представилося використання як полімерної матриці для введення досліджуваних дрібнодисперсних гумових порошоків гумові суміші на основі СКМС-30 АРКМ-15.

Як зразки для досліджень застосовували стандартні пластинки 120×140×2 мм, "циліндри" 10×10 мм, "диски" 60×6 мм. Гумову суміш для зразків виготовляли на лабораторних вальцях за стандартними режимами. Вулканізували зразки в компресійних прес-формах на гідравлічному пресі за питомого тиску до 100 кгс/см<sup>2</sup> протягом заданого часу, який визначався виходячи із значення показника Т90 на реологічних кривих процесу вулканізації дослідних гумових сумішей. Оптимальний час вулканізації і технологічні параметри переробки дослідних гумових сумішей з домішками ДАГП визначали на реометрі фірми MONSANTO Rheometer 100 при температурі 1510С, що вказані у таблиці 1.

Кінетика вулканізації гумової суміші з домішками ДАГП показує, що їх введення приводить до незначного підвищення максимального крутильного моменту композиції при температурі 151°С. Введення ДАГП ПРТІ-ШР до складу гумової суміші не призвело до істотної зміни часу до початку вулканізації і оптимального часу вулканізації.

Виходячи з того, що значення максимального крутильного моменту корелює з основними фізико-механічними показниками (ФМП), можна було очікувати того, що досліджені суміші з домішками гумових порошоків матимуть порівняно високі значення показників умовної міцності та відносного подовження при розриві.



Таблиця 1

Реологічні характеристики гумових сумішей з домішками ПРТІ-ШР при температурі 151°C

№ п/п	Вміст ДАГП у гумовій суміші (%)	Мінімальний крутильний момент, Н·м	Максимальний крутильний момент, Н·м	Час до початку вулканізації, хв.	Оптимальний час вулканізації, хв.
1	без домішок	6,1	38,0	4,3	25,49
2	25	6,2	39,0	4,31	25,48
3	50	6,7	47,6	4,28	25,49
4	100	6,7	43,0	4,3	25,29
5	150	6,8	42,3	4,32	25,25
6	180	7,0	42,0	4,3	25,10
7	200	7,0	41,7	4,34	25,00

Досліджено технологічні властивості ДАГП як у якості самостійного композиційного матеріалу, так і його комбінації з гумовими сумішами. Дослідження реологічних характеристик ДАГП показали, що хімічних перетворень при дії температури 150–170°C не відбувається, тобто, використовувати їх у якості самостійного конструкційного матеріалу по типу "термопластів" без наявності каучуку і введення вулканізуючих домішок, неможливо. У той же час показано, що введення в гумові суміші домішок ДАГП у дозуваннях до 100–200 мас. частин майже не змінюють характер кінетичних кривих вулканізації композицій на основі СКМС-30АРКМ-15.

Як слідує з даних, наведених в таблиці 2, введення в гумові суміші ДАГП ПРТІ-ШР приводить до незначного підвищення умовної міцності при розтязі і зниження відносного подовження при розриві. При цьому твердість змінювалась у межах допуску.

При технологічному відпрацюванні встановлено оптимальні параметри режимів виготовлення композицій з домішками дрібнодисперсних гумових порошоків.

Результати досліджень на прикладі дослідних вулканізаторів показують, що введення ДАГП ПРТІ-ШР майже не змінює їх основних вихідних пружньо-міцностних властивостей. Для забезпе-

чення високого рівня фізико-механічних показників гум, наповнених ДАГП, необхідне коригування складу вулканізуючої групи і додаткове введення пластифікаторів.

Дослідне випробування композиції з гумової суміші на основі СКМС-30 АРКМ-15 з домішкою ДАГП ПРТІ-ШР показало, що з неї можливо виготовляти формові ГТВ задовільної якості. Таким чином, можна стверджувати, що введення гумових порошоків помітно не впливатиме на процес формування ГТВ.

В результаті проведеної роботи визначено:

- основні параметри виготовлення сумішей і формових гумотехнічних виробів з них;
- марки гумових сумішей на основі метилстирольних каучуків, для яких ефективно введення дрібнодисперсних гумових порошоків;
- залежність між кількісним вмістом ДАГП ПРТІ-ШР в рецептурах композицій і технологічними властивостями гумових сумішей, а також пружньо-міцностними властивостями вулканізаторів;
- можливість використання ДАГП ПРТІ-ШР у гумових сумішах на основі каучуку СКМС-30 АРКМ-15 з наповненням до 150–200 мас. частин;
- самостійне застосування дрібнодисперсних гумових порошоків для виготовлення формових гумотехнічних виробів на серійному устаткуванні неможливе.

Таблиця 2

Фізико-механічні показники гумових сумішей з ПРТІ-ШР

№ п/п	Вміст ДАГП у гумовій суміші (%)	Умовна міцність при розтязі, МПа, ГОСТ 270-75	Відносне подовження при розриві, % ГОСТ 270-75	Твердість за Шор А, ум. од., ГОСТ 263-75
1	без домішок	4,0	400	45
2	25	4,2	390	45
3	50	4,4	360	50
4	100	4,7	340	53
5	150	4,7	340	55
6	180	4,9	300	56
7	200	4,7	300	56

**Литература**

1. *Никольский В.Г., Внукова Л.В., Вольфсон С.А., Дударева Т.В., Красоткина И.А.* Современные технологические линии переработки изношенных автопокрышек. Основные направления использования активного порошка дискретно девулканизированной шинной резины. Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Вторичные ресурсы, 2002. — № 1. — С. 48–51.

2. *Никольский В.Г.* Новая технология производства резинового порошка из изношенных автопокрышек. Применение активного резинового порошка в дорожном строительстве // Дороги России XXI века, 2002. — № 3. — С. 72–78.

3. *Никольский В.Г., Внукова Л.В., Вольфсон С.А., Дударева Т.В., Красоткина И.А.* Переработка и использование изношенных автопокрышек на современном этапе. // Химическая техника, 2002. — № 4. — С. 4–41.