

## ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ В СИНТЕЗІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Л. Р. ПОСМІТЮХ, Г. В. САКАЛОВА

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21001, [Kafedra.Chemistry@vspu.edu.ua](mailto:Kafedra.Chemistry@vspu.edu.ua)

Проведено дослідження використання відпрацьованого бентоніту в процесах наповнення полімерів. Метою роботи було дослідження впливу наповнювачів на хід зшивання та функціональні властивості вулканізованих еластомерних сумішей. Випробувані композиції включали хлоропреновий каучук і хлорсульфований поліетилен. Як речовину для зміцнення використано нанонаповнювачі. В якості нанонаповнювача використано монтморилоніт та відпрацьований монтморилоніт, насичений іонами купруму.

Аналіз останніх публікацій показав, що важливим напрямком наукових досліджень на сьогоднішній день є визначення ефективних способів регенерації та шляхів утилізації сорбентів, що попередньо були використані в якості сорбентів при очищенні стічних вод та комунальних стоків. Адже утилізація сорбційних матеріалів допомагає не тільки зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, але і вдосконалити технології створення альтернативних матеріалів внаслідок застосування високоякісного глинистого матеріалу [1].

В роботі досліджено вплив наповнювачів – модифікованих монтморилонітів - на хід зшивання та на функціональні властивості композицій, що містять стирол-бутадієн-каучук, хлоропреновий каучук або хлорсульфований поліетилен. Як зміцнювальну речовину було використано нанонаповнювачі.

*Мета роботи* полягала у використанні монтморилоніту та відпрацьованих матеріалів, попередньо використані у технологіях водоочищенні як адсорбент. Очікувано, що такі наповнені еластомерні композиції будуть мати задовільні властивості.

Було досліджено вплив наповнювачів, які поглинули іони важких металів (відпрацьований адсорбційний матеріал) на зшивання та властивості еластомерних сумішей. Досліджено суміш хлоропренового каучуку зі стирол-бутадієном (CR/SBR). Як вулканізуючу речовину для

випробуваних сумішей CSM / SBR і CR / SBR використовували оксид міді (I) ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Для досліджень використані матеріали промислового виробництва:

1. Хлоропреновий каучук (CR) під назвою Ваурген 216, виробництва Lanxess GmbH (комбінований вміст хлору близько 40%);
2. Хлорсульфоновий поліетилен (CSM) під торговою назвою Нуралон 20, виробництва DuPont (сумісний вміст хлору близько 29%);

Нанобент ZR1 (монтморилоніт, модифікований диметилбензил-алкіламоній хлоридом) і нанобент ZR2 (монтморилоніт відпрацьований, відходи водоочисних технологій з вмістом іонів  $\text{Cu}^{+2}$  3%, модифікований диметилбензил-алкіламоній хлоридом).

Додаткові матеріали:

Вулканізуюча група

–оксид міді ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) фірми POCh S.A.

–стеаринова кислота (стеарин) фірми Chemical Worldwide Business S.A.

Суміші готували на лабораторних вальцях з розмірами циліндрів: діаметр - 200 мм, довжина - 450 мм, температура 433 К. Загальний час приготування кожної суміші не перевищував 10 хвилин. Суміші відстоювали приблизно 24 години перед вулканізацією [3]. Склад еластомерних сумішей представлений у таблиці 1

**Таблиця 1** – Склад еластомерних сумішей Бутадієнстиреновий каучук (SBR)/ Хлоропреновий каучук(CR)

Варіант	1 (контроль)	2	3	4
CR	80	80	80	80
SBR	20	20	20	20
$\text{Cu}_2\text{O}$	4	2	4	4
Стеарин	1	1	1	1
ZR1	-	-	5	-
ZR2	-	7	-	5

Наповнювачі вводили в розплав полімеру на початку змішування. Після охолодження та відстоювання вводили компоненти вулканізуючої групи. Вулканізацію здійснювали на електропресі. Зшивання еластомерних сумішей здійснювали шляхом розміщення в сталевих формах між пластинами гідравлічного преса, що нагріваються електрично, при температурі 433К. Зшивання відбувалося за час, визначений кінетикою вулканізації (30 хв), під тиском 300 бар. Отримані зліпки кондиціонували протягом 24 годин. Потім з вулканізату вирізали відповідні зразки для проведення випробувань дослідних зразків.

Результати визначення кінетики вулканізації дослідних зразків показують, що наявність наповнювачів впливає на хід зшивання сумішей CSM/SBR з оксидом міді (I). Час структуроутворення для незаповненої суміші становив 1,06 хв. Серед сумішей, що містять монтморилоніти, найкоротший час обпалювання (1,02 хв) досягнуто при витраті наповнювача з відпрацьованого монтморилоніту 5 м.ч., і цей показник на 0,5 хв нижчий, ніж для найгіршого варіанту 2. Тобто час структуроутворення залежить як від вмісту наповнювача так і витрат оксиду міді (I).

Отримані значення об'ємного рівноважного набухання показали, що вулканізати, які містять додатково іони купруму у наповнювачі, були більш зшиті та менше набухали в толуені та гептані. Загалом вулканізати набухають краще в толуолі, ніж у гептані. Це пояснюється більшою термодинамічною схожістю толуолу з досліджуваною гумовою сумішшю [4].

Результати досліджень фізико-механічних властивостей вулканізацій CR/SBR свідчать, що найнижчу міцність при розриві має зразок варіанту 2, однак після проведення старіння матеріалу його властивості найкращі. Також варіант 2 характеризується високим видовженням нативних зразків та зразків після термоокислення. Однак, узагальнюючи показники напруження – видовження варто зазначити, що варіант 4 більш близький за значеннями як до контрольного варіанту, так і до варіанту 3.

На основі результатів досліджень пружно-деформаційних властивостей еластомерів робимо висновок, що чим нижче значення модуля пружності  $\Delta G'$ , тим менш протягну структуру наповнювача має вулканізатор. Проведені випробування показують, що зразок 4, що містить відпрацьований бентоніт у кількості 5 м.ч., отримав найвище значення модуля пружності  $\Delta G' = 1,971$  МПа, тобто має найбільш розгалужену структуру наповнювача. З поміж усіх заповнених вулканізаторів контрольний зразок 1, характеризувався найнижчим значенням  $\Delta G' = 1,536$  МПа. Таким чином, модуль пружності може бути непрямым показником, що характеризує ефективність наповнення полімеру [3].

Визначено час горіння в повітрі та кисневий індекс випробуваних вулканізованих еластомерів. Аналізуючи наведені результати випробувань, можна зробити висновок, що випробувані вулканізовані еластомери є негорючими завдяки за класифікацією визначеного кисневому індексу. Значення ОІ усіх вулканізаторів перевищило 28%. Найвище значення кисневого індексу – варіант 4 (ОІ = 37%).

### **Висновки**

Застосування бентоніту у виробництві полімерів забезпечує якісне формування структури полімеру за рахунок специфічних колоїдно-хімічні властивостей основного мінералу бентонітових глин – монтморилоніту. Застосування бентоніту, попередньо використаного у технологіях водоочищення, дозволяє додатково вирішити проблему ефективної утилізації відпрацьованих адсорбційних матеріалів. На ступінь зшивання еластомерів впливає як витрати наповнювача, так і вулканізатору. При цьому походження монтморилоніту на процеси структуроутворення сумішей CSM/SBR впливає в незначній мірі.

### **Література**

1. Myroslav Malovanyu, Oleg Blazhko, Halyna Sakalova, Tamara Vasylinych Ecological Aspects of Clay Sorption Materials Usage in Leather and Fur Production Technologies. *Materials Science Forum*. 2021. 1038. 276-281.

2. Сакалова Г.В., Василінич Т.М., Петрук Г.Д., Трач І.А. Оцінка ефективності використання відпрацьованого глинистого сорбенту: Львів. 2020. 364-376.
3. J.Pagacz, K. Pielichowski. Modyfikacja krzemianów warstwowych do zastosowań w nanotechnologii. Kraków. 2007. 230.
4. Rostyslav Kryklyvyi, Halyna Sakalova, Kateryna Petrushka, Liubov Luchyt Use of clay sorptive materials in the synthesis of polymer materials. *Environmental Problems*. 2022.7(1). 18-22.