

УДК 678.046.3

В.І. Овчаров, Л.Р. Юсупова, Б.В. Мурашевич, М.В. Торопін

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ У СКЛАДАХ ЕЛАСТОМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро

Визначено характеристики продуктів, одержаних із вторинної сировини від виробництва соняшникової олії, як високодисперсних термостабільних мінеральних наповнювачів еластомерних композицій. Оцінено вплив 10, 20 і 30 мас.ч. осаду після фільтрації соняшникової олії та його очищеної форми на технологічні та фізико-механічні властивості еластомерних композицій на основі нестереорегулярного бутадієн-метилстирольного каучуку марки СКМС-30 АРК відносно дії каоліну. Показано, що очищена форма осаду після фільтрації соняшникової олії є мінеральним наповнювачем напівпосилуючої дії, який надає гумовим сумішам покращені технологічні властивості, задовільне співвідношення кінетичних параметрів вулканізації, та рекомендується для використання в складах гум для компресійного способу виготовлення гумотехнічних виробів.

Ключові слова: еластомерна композиція, мінеральний наповнювач, вторинна сировина, технологічні, вулканізаційні, фізико-механічні властивості.

DOI: 10.32434/0321-4095-2019-123-2-99-105

Вступ

Одним із ефективних способів покращення оброблення гумових сумішей, механічних і деяких спеціальних властивостей гум, зниження вартості готових виробів є їх наповнення високодисперсними неорганічними або органічними речовинами. Найбільш розповсюдженими в якості наповнювачів еластомерів є різні типи технічного вуглецю та діоксиди кремнію [1]. Сучасною тенденцією є більш широке використання світлих дисперсних мінеральних наповнювачів, що викликано, зокрема, шкідливістю технічного вуглецю для людини та навколишнього середовища [2]. Висока ціна імпортованих діоксидів кремнію, енерго- та матеріалоемність промислових процесів їх одержання зумовлює пошук нових джерел і технологій одержання мінеральних наповнювачів природного походження, наприклад [3,4]. В екологічному та економічному сенсі актуальним є розширення асортименту мінеральних наповнювачів для гумового виробництва за рахунок використання вторинної сировини інших промислових виробств [5,6].

В плані розширення асортименту екологі-

чно безпечних мінеральних наповнювачів зацікавленість викликає мінераловмісний продукт, що залишається після фільтрування соняшникової олії та є шкідливим і небезпечним для навколишнього середовища. Тому, метою нашого дослідження стала експериментальна перевірка можливості використання вторинної мінеральної сировини – фільтрувального осаду від виробництва соняшникової олії у складах еластомерних композицій на основі карбонанцієвих дієнових каучуків у якості наповнювачів.

Експериментальна частина

У роботі оцінено можливість використання у якості наповнювачів еластомерних композицій двох мінераловмісних продуктів: безпосередньо вторинної сировини від виробництва соняшникової олії – осаду після фільтрації (продукт АС-СОно) та очищеного розчинниками осаду після фільтрації (продукт АС-СОоч). Продукт АС-СОно являє собою високодисперсний природний мінерал після стадії фільтрації соняшникової олії. Крім мінеральної складової він містить значну кількість (до 60%) триацилгліцеридів і восків соняшникової олії, що надані складними ефірами одноосновних карбонових

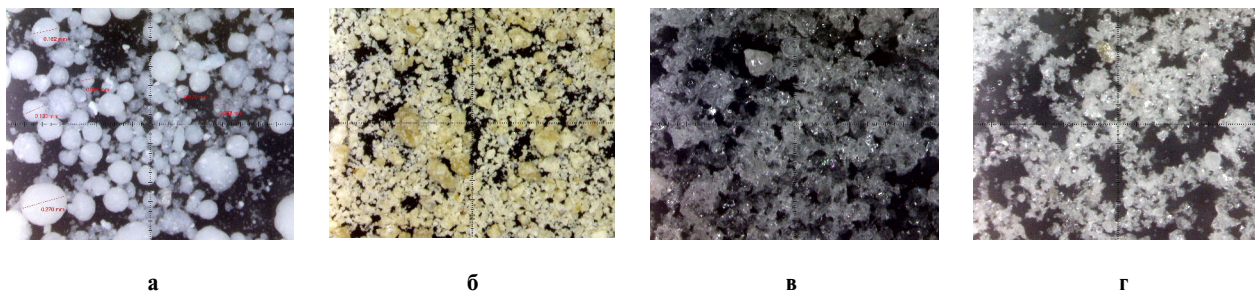


Рис. 1. Мікрофотографії мінеральних продуктів (збільшення в 230 разів): відомих мінеральних продуктів – діоксиду кремнію (а), бентоніту (б); дослідних мінераловмісних продуктів – продукт АС-СОно (в) і продукт АС-СОоч (г)

кислот і одноатомних високомолекулярних спиртів. Продукт АС-СОоч вміщує лише незначну (до 10–20%) частину органічних складових і має наступні фізико-механічні характеристики: масова доля води – 2,0%; рН водяної витяжки – 4,0; залишок на ситі 014–5,5%; насипна щільність – 240 г/дм³.

Дослідження дисперсності продукту АС-СОно і продукту АС-СОоч здійснено з використанням мікроскопа Levenhok (камера DCM-50) під керівництвом к.т.н. Кравця В.І. Встановлено, що мінераловмісні продукти становлять собою високодисперсні порошки з розміром часток від 30 мкм до 100 мкм. На мікрофотографіях видно, що частинки дослідних мінераловмісних продуктів менш здатні до агломерації, порівняно з відомими мінеральними наповнювачами (рис. 1).

Виконаний диференційно-термічний аналіз (ДТА) дослідних порошків на дериватографі Q1500 системи Паулік-Паулік-Ердей фірми МОМ за умов рівномірного нагріву до температури 1000°C зі швидкістю підйому температури 10°/хв (рис. 2).

Дослідження олієвмісного осаду після фільтрації соняшникової олії показали наявність ендотермічного піка при 291°C, який пов'язаний, ймовірно, з видаленням води та олії зі складу продукту. Криві ДТА характеризуються яскраво вираженими екзотермічними піками, які вказують про вигорання органічної складової зі складу досліджених продуктів. Загальна втрата маси олієвмісного продукту АС-СОно склала 49,5%, для очищеного продукту АС-СОоч – всього 9%. Із наведених результатів дериватографії слідує, що продукт АС-СОно і продукт АС-СОоч є термостабільними в температурному діапазоні технологічних процесів, пов'язаних з приготуванням гумових сумішей, вулканізацією та їх переробленням у напівфабрикати.

Дослідження впливу дослідних продуктів на властивості гумових сумішей здійснювали в мо-

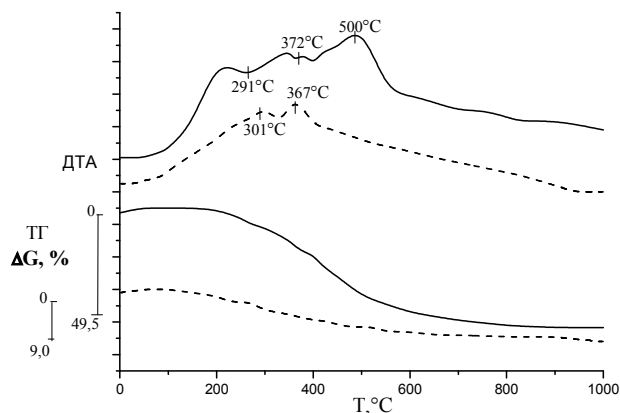


Рис. 2. Дериватограми дослідних зразків осаду після фільтрації соняшникової олії: — продукт АС-СОно; - - - продукт АС-СОоч

дельних еластомерних композиціях на основі нестереорегулярного за будовою бутадієн-метилстирольного каучуку марки СКМС-30 АРК складу, мас.ч.: каучук – 100,0; сірка мелена – 1,7; стеаринова кислота – 1,0; білила цинкові – 3,0; N-трет-бутил-2-бензтіазолілсульфенамід – 1,0; наповнювач – 10,0; 20,0; 30,0. Порівняльне оцінювання вихідного осаду після фільтрації соняшникової олії (продукт АС-СОно) та його очищеної форми (продукт АС-СОоч) як наповнювачів еластомерних композицій здійснювали відносно рівномасового вмісту напівактивного промислового мінерального наповнювача каоліну та контрольної еластомерної композиції без наповнювача. Гумові суміші виготовляли на лабораторних вальцях за загальноприйнятими методиками. Дослідження властивостей еластомерних композицій виконано за діючими стандартами та відомими методиками [7,8]. Так, наприклад, кінетику вулканізації еластомерних композицій при температурах 155°C та 165°C вивчали методом віброреометрії. Аналіз реометричних кривих включав визначення характеристик згідно з ГОСТ 12535-84, а також розрахунок

показника термопластичності гумової суміші, умовної константи швидкості вулканізації та інших показників [8].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень гумових сумішей на основі СКМС-30 АРК на стискаючому пластометрі (табл. 1) встановлено, що на відміну від каоліну, який певною мірою знижує пластичність гумових сумішей, осад після фільтрації соняшникової олії та його очищена форма у вивченому діапазоні концентрацій підвищують пластичність. Тобто, продукт АС-СОно і продукт АС-СОоч позитивно впливають на цю характеристику гумових сумішей. Підвищення вмісту АС-СОно від 10 мас.ч. до 30 мас.ч. викликає зростання показника пластичності відносно не-наповненої гумової суміші до 30%. Аналіз показника термопластичності гумових сумішей вказує на позитивний вплив дослідних продуктів відносно дії каоліну (табл. 1).

За результатами визначених технологічних

властивостей гумових сумішей слідує, що використання мінераловмісних продуктів після фільтрації соняшникової олії, вірогідно, сприятиме зменшенню енергетичних витрат на технологічні процеси їх виготовлення та перероблення.

За даними реометрії при 155°C і 165°C (рис. 3) з підвищенням вмісту каоліну спостерігається зменшення індукційного періоду вулканізації гумових сумішей при однаковій швидкості вулканізації в основному періоді та незначному підвищенні ступеня вулканізації.

Показано, що дві форми залишку від фільтрації соняшникової олії за впливом на кінетику вулканізації суттєво відрізняються одна від одної. Так, продукт АС-СОоч зменшує індукційний період вулканізації та підвищує ступінь зшивання до 19%, що переважає дію каоліну (табл. 2). Вихідний осад після фільтрації соняшникової олії - продукт АС-СОно аналогічно продукту АС-СОоч скорочує індукційний період

Таблиця 1

Технологічні властивості еластомерних композицій на основі СКМС-30 АРК з різними типами та вмістом мінеральних наповнювачів

Показник	Тип та вміст (мас. ч.) мінерального наповнювача									
	відсутній	каолін			продукт АС-СОоч			продукт АС-СОно		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
Пластичність за Каррером при 70°C	0,50	0,48	0,46	0,48	0,61	0,54	0,55	0,56	0,59	0,64
Термопластичність при 155°C ($M_{поч.}/M_L$)	1,86	1,41	1,43	1,63	1,47	1,86	2,0	1,55	1,29	2,0

Таблиця 2

Реометричні характеристики еластомерних композицій на основі СКМС-30 АРК з різними типами та вмістом мінеральних наповнювачів

Показник	Тип та вміст (мас. ч.) мінерального наповнювача									
	відсутній	каолін			продукт АС-СОоч			продукт АС-СОно		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
T=155°C										
M_{HF} , дН·м	18,9	19,5	19,5	20,5	19,5	22,3	25,9	16,0	14,9	15,3
$M_{HF} - M_L$, дН·м	15,4	15,6	16,0	16,5	16,1	17,8	22,4	13,1	11,8	12,8
$(M_{HF} - M_L)_{нап.} - (M_{HF} - M_L)_{ненап.}$, дН·м	0	0,2	0,6	1,1	0,7	2,4	7,0	-2,3	-3,6	-2,6
t_s , хв.	23,0	19,5	15,5	16,7	13,3	11,5	9,5	11,3	10,0	9,8
t_{C90} , хв.	37,8	32,3	28,3	29,9	25,7	23,2	19,5	22,5	20,7	19,3
V_c , дН·м/хв	0,86	1,02	1,05	1,00	1,10	1,36	1,92	0,98	0,90	1,21
k , хв ⁻¹	0,18	0,20	0,21	0,20	0,20	0,35	0,27	0,22	0,23	0,27
T=165°C										
M_{HF} , дН·м	17,5	18,6	18,6	19,0	18,3	21,5	24,8	15,0	14,0	14,4
$M_{HF} - M_L$, дН·м	14,3	15,4	15,4	15,6	15,4	18,4	21,6	12,4	11,4	12,1
$(M_{HF} - M_L)_{нап.} - (M_{HF} - M_L)_{ненап.}$, дН·м	0	1,1	1,1	1,3	1,2	4,1	7,3	-1,9	-2,9	-2,2
t_s , хв	11,5	10,8	9,8	8,7	7,5	6,6	5,5	6,6	6,1	5,0
t_{C90} , хв	19,5	18,5	17,2	15,0	14,5	13,2	11,0	12,8	11,9	10,2
V_c , дН·м/хв.	1,48	1,66	1,73	2,08	1,87	2,38	3,38	1,65	1,55	1,90
k , хв ⁻¹	0,39	0,41	0,38	0,39	0,41	0,39	0,52	0,43	0,44	0,51

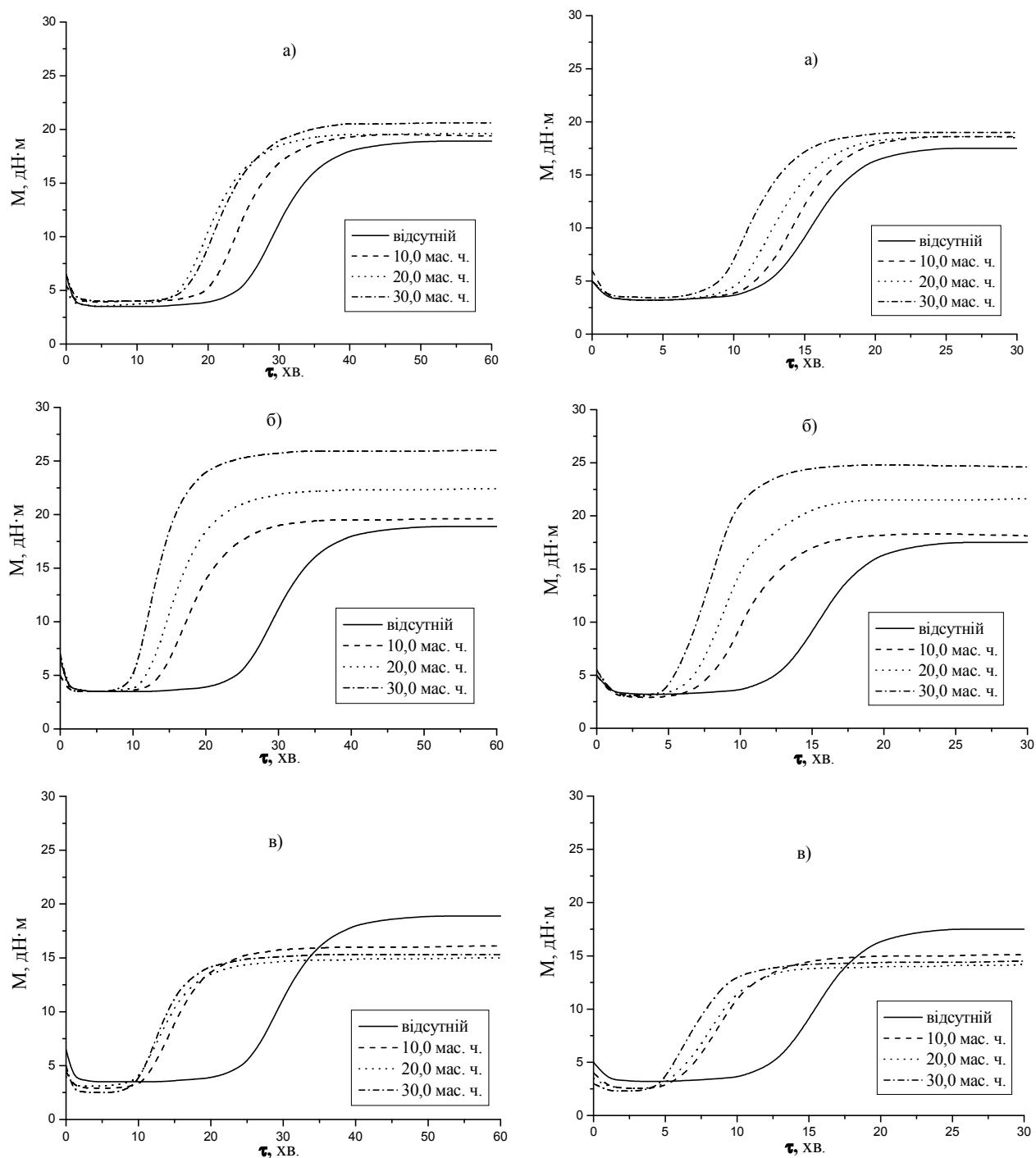


Рис. 3. Кінетичні криві вулканізації еластомерних композицій на основі СКМС-30 АРК за наявності каоліну (а), продукту АС-СОоч (б) та продукту АС-СОно (в): ліворуч – $T=155^{\circ}\text{C}$; праворуч – $T=165^{\circ}\text{C}$

вулканізації, але водночас знижує величину показника відносного ступеня зшивання ($M_{HF} - M_L$) до 1,4 разів.

Значення параметра $(M_{HF} - M_L)_{\text{нап.}} - (M_{HF} - M_L)_{\text{ненап.}}$ свідчить про участь дослідних продуктів в утворенні структурної сітки гуми. Ефект взаємодії каучук–продукт АС-СОоч від загального

ступеня зшивання СКМС-30 АРК склав до 40% (за умови збільшення його вмісту), і лише до 9% – для композиції з каоліном. Тобто, подібно до дії каоліну, продукт АС-СОоч проявляє дію напівпосилуючого наповнювача в каучуковій матриці та бере участь в утворенні структурної сітки гум на основі СКМС-30 АРК у вивченому

діапазоні концентрацій.

Продукт АС-СОоч виявляє каталітичну дію на сірчану вулканізацію – до 1,7 разів зменшує час початку вулканізації (t_s) і до 1,4 разів час досягнення оптимуму вулканізації (t_{C90}), та, як наслідок, приводить до підвищення швидкості вулканізації (V_c) (табл. 2). Продукт АС-СОно ще більшою мірою прискорює вулканізацію СКМС-30 АРК, що зумовлено більшим вмістом в ньому реакційноздатних органічних складових.

Вірогідно, що продукт АС-СОно через значний вміст органічних речовин володіє пом'якшуючою дією в еластомерній композиції. Продукт АС-СОоч інтенсифікує процес сірчаної вулканізації СКМС-30 АРК, позитивно впливаючи на ступінь зшивання ($M_{HF}-M_L$) та скорочуючи тривалість індукційного періоду також завдяки органічній складовій.

За результатами фізико-механічних випробувань гум в оптимумі вулканізації (рис. 4) за нормальних умов випробувань за показником умовного напруження при подовженні 300% продукт АС-СОоч переважає за посилюючою дією каолін та продукт АС-СОно (за ступенем зшивання вулканізацій), а продукт АС-СОно поступається каоліну (табл. 3). За рівнем показника умовної міцності гум на основі СКМС-30 АРК продукт АС-СОоч при дозуванні 10 і 20 мас. ч. близький за дією до каоліну, але поступається йому при дозуванні 30 мас.ч. на 100 мас.ч. каучуку. Посилююча дія очищеного осаду після фільтрації соняшникової олії на рівні каоліну спостерігається також за показником опору роздиранню. Вихідний осад після фільтрації соняшникової олії за дією на гуми за пружньо-міцнісними показниками як наповнювач поступається продукту АС-СОоч та каоліну.

Розрахунок комплексної характеристики гум індексу посилення, який свідчить про зміни фізико-механічних властивостей наповнених гум відносно ненаповненої гуми показав, що продукт АС-СОоч як наповнювач гум з СКМС-30 АРК рівний за посилюючою дією до каоліну, а продукт АС-СОно не володіє посилюючою дією, тобто є інертним наповнювачем – розріджувачем гум (табл. 3).

Встановлено, що гуми, наповнені 20 та 30 мас.ч. продукту АС-СОоч або продукту АС-СОно за показниками пружньо-міцнісних властивостей при 100°C переважають гуми з рівномасовим вмістом каоліну, але поступають їм після теплового старіння.

Висновки

Таким чином, експериментально встановлено, що високодисперсні порошкоподібні продукти, які є вторинною сировиною від виробництва соняшникової олії – продукт АС-СОоч та продукт АС-СОно є термостабільними в діапазоні температур, пов'язаних з технологічними процесами приготування та вулканізації еластомерних композицій. При введенні в гумову суміш на основі нестереорегулярного за будовою бутадієн-метилстирольного каучуку марки СКМС-30 АРК в дозуванні 10, 20 і 30 мас.ч. на 100 мас.ч. каучуку дослідні продукти позитивно впливають на пластичність і термопластичність гумових сумішей та сприяють, ймовірно, зменшенню енергетичних витрат на технологічні процеси їх виготовлення і перероблення, проявляють каталітичну дію на сірчану вулканізацію. За посилюючою дією продукт АС-СОоч рівний до дії напівпосилюючого каоліну. Продукт АС-СОно є розріджувачем гум.

З двох типів досліджених мінеральних на-

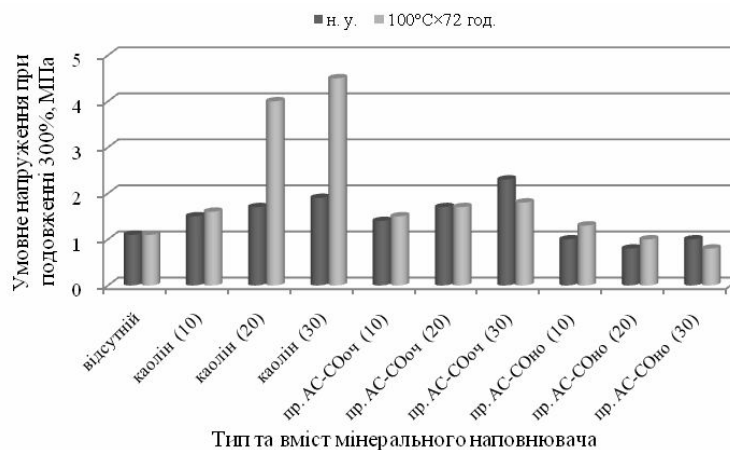


Рис. 4. Діаграма зміни умовного напруження при подовженні 300% гум з різними типами та вмістом (мас.ч.) мінеральних наповнювачів

Таблиця 3

Фізико-механічні властивості гум на основі СКМС-30 АРК з різними типами та вмістом мінеральних наповнювачів (оптимум вулканізації при 155°C)

Показник	Тип та вміст (мас. ч.) мінерального наповнювача									
	відсутній	каолін			продукт АС-СОоч			продукт АС-СОно		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
Нормальні умови										
Умовне напруження при подовженні 100%, МПа	0,7	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2	0,7	0,4	0,6
Умовне напруження при подовженні 300%, МПа	1,1	1,5	1,7	1,9	1,4	1,7	2,3	1,0	0,8	1,0
Умовна міцність при розтягуванні, МПа	1,8	2,8	2,9	3,9	2,3	3,1	3,4	2,0	2,0	2,0
Відносне подовження при розриві, %	500	540	530	790	550	560	490	580	670	650
Опір роздиранню, кН/м	8	13	13	14	11	13	14	9	8	8
Твердість за Шором А, ум. од.	51	55	55	57	52	57	60	49	47	48
Еластичність за відскоком, %	47	47	44	44	48	43	40	48	46	46
$I_{\text{пос}} = \frac{(f_{300} \cdot f_p \cdot B)_{\text{нан}}}{(f_{300} \cdot f_p \cdot B)_{\text{нелан}}}$	–	3,45	4,05	6,55	2,24	4,33	6,91	1,14	0,81	1,01
Теплостійкість при 100°C										
Умовна міцність при розтягуванні, МПа/К _р	1,1/0,61	3,3/1,18	2,0/0,69	1,5/0,38	0,9/0,39	1,9/0,61	1,8/0,52	0,7/1,4	2,8/1,4	2,4/1,2
Відносне подовження при розриві, %/K _e	130/0,26	220/0,41	210/0,40	320/0,41	170/0,31	130/0,23	130/0,27	180/0,31	180/0,27	150/0,23
Опір роздиранню, кН/м	3	5	6	6	5	5	5	4	3	4
Твердість за Шором А, ум. од.	49	53	53	55	50	54	57	47	45	46
Еластичність за відскоком, %	56	53	51	49	51	50	49	51	49	48
Після теплового старіння за умов 100°C, 72 год										
Умовне напруження при подовженні 300%, МПа/S ₃₀₀ , %	1,1/0	1,6/6,7	4,0/57,5	4,5/57,8	1,5/14,0	1,7/0	1,8/–21,7	1,3/30,0	1,0/25,0	0,8/–20,0
Умовна міцність при розтягуванні, МПа/S _р , %	2,0/11,1	3,2/14,3	4,2/44,8	5,1/30,8	2,3/0	2,8/–9,7	2,9/–14,7	1,8/–10,0	1,9/–5,0	1,7/–15,0
Відносне подовження при розриві, %/S _e , %	260/–48,0	270/–50,0	340/–35,8	330/–58,2	230/–58,2	220/–60,7	195/–60,2	270/–53,4	290/–56,7	270/–58,5
Опір роздиранню, кН/м	9	12	14	15	10	12	12	9	8	9
Твердість за Шором А, ум. од.	50	57	60	61	56	62	64	53	52	52
Еластичність за відскоком, %	49	49	49	45	50	43	46	49	51	50

повнювачів більш перспективним є продукт АС-СОоч, який може бути використаний для розширення асортименту напівпосилуючих світглих мінеральних наповнювачів гумових сумішей для компресійного способу виготовлення гумотехнічних виробів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Большой справочник резинщика. Часть 1. Каучуки и ингредиенты* / Под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. – М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ». – 2012. – 744 с.
2. *Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин* // Каучук и резина. – 2008. – № 5. – С.2-11.

3. Курлянд С.К., Быков Е.А., Карлина И.А. Новый минеральный наполнитель для резин общего и специального назначения // Каучук и резина. – 2007. – № 1. – С.22-25.

4. Особливості формування властивостей еластомерних композицій за наявності алюмосилікатів бентонітового типу / Овчаров В.І., Соколова Л.О., Платохіна О.В., Свідерський В.А. // Полімерний журнал. – 2014. – Т.36. – № 4. – С.385-392.

5. Овчаров В.І., Качкуркіна І.А., Левченко Е.Д. Дослідження впливу добавки з відходів нафтохімії та властивості еластомерних композицій шинного типу // Вопр. хімії та хім. технології. – 2012. – № 3. – С.82-87.

6. The use of the heat-treated rice husks as elastomeric compositions fillers / V.I. Ovcharov, K.M. Sukhyu, L.A. Sokolova, V.L. Kalinyuk, O.A. Tertyshnyu, L.R. Yusupova, E.A. Belyanovskaya // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2018. – No. 3. – P.79-89.

7. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация / Овчаров В.И., Бурмистр М.В., Тютин В.А., Вербас В.В., Смирнов А.Г., Науменко А.П. – М.: Изд. дом «САНТ-ТМ», 2001. – 400 с.

8. Орлов В.Ю., Комаров А.М., Ляпина Л.А. Производство и использование технического углерода для резин. – Ярославль: Изд-во Александр Рутман, 2002. – 512 с.

Надійшла до редакції 02.02.2018

ASSESSMENT OF USING SECONDARY RAW MATERIALS FROM SUNFLOWER OIL PRODUCTION AS A COMPOUND OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS

V.I. Ovcharov, L.R. Yusupova*, B.V. Murashevych, N.V. Toropin
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

* e-mail: yusupova3101@gmail.com

We determined the characteristics of products obtained from secondary raw materials from the sunflower oil production as highly dispersed thermostable mineral fillers of elastomeric compositions. It is shown that they contain triacylglycerides and esters of monocarbonic acids with monoatomic long-chain alcohols as an organic fraction. We assessed the influence of 10, 20 and 30 wt. part of sludge after filtration and its purified form on technological and physical-mechanical properties of elastomeric compositions based on non-stereoregular butadiene-methylstyrene rubber of the brand SKMS-30 ARK relative to the action of kaolin. It is shown that the purified form of the sludge after the filtration of sunflower oil is a mineral filler of the semi-reinforcing action which provides improved technological properties to the rubber compounds, as well as enhanced kinetic parameters of sulfuric vulcanization. This filler can be recommended for use in rubber compounds for the compression method of manufacturing rubber products.

Keywords: elastomeric composition; mineral filler; secondary raw mineral material; technological, vulcanization and physical-mechanical properties.

REFERENCES

1. Reznichenko S.V., Morozova Y.L., *Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Tom 1. Kauchuki i ingridienty* [Big reference book for specialists in rubber. Part 1. Rubbers and ingredients]. Tekhinform Publishers, Moscow, 2012. 744 p. (in Russian).

2. Pichugin A.M. Materialovedcheskie aspekty sozdaniya shinnykh rezin [Issues of materials science concerning the creation of tire rubbers]. *Kauchuk i Rezina*, 2008, no. 5, pp. 2-11. (in Russian).

3. Kurlyand S.K., Byikov E.A., Karlina I.A. Novyi mineralnyi napolnitel' dl'ya rezin obshchego i spetsial'nogo naznacheniya [New mineral filler for general and special appointment rubbers]. *Kauchuk i Rezina*, 2007, no. 1, pp. 22-25. (in Russian).

4. Ovcharov V.I., Sokolova L.O., Platokhina O.V., Sviderskiy V.A. Osoblyvosti formuvann'ya vlastivostei elastomernykh kompozytsii za nayavnosti alyumosylikativ bentonitovogo typu [Aspects of the formation properties of elastomer compositions in the presence of aluminosilicates of bentonite type]. *Polimernyi Zhurnal*, 2014, vol. 36, no. 4, pp. 385-392. (in Ukrainian).

5. Ovcharov V.I., Kachkurkina I.A., Levchenko E.D. Doslidzhenn'ya vplyvu dobavky z vidhodiv naftokhimii ta vlastivosti elastomernykh kompozytsii za nayavnosti alyumosylikativ bentonitovogo typu [The investigation of the influence of additive bearing from oil refining industry wastes on the properties of elastomeric compositions of tire type]. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 2012, no. 3, pp. 82-87. (in Russian).

6. Ovcharov V.I., Sukhyu K.M., Sokolova L.A., Kalinyuk V.L., Tertyshnyy O.A., Yusupova L.R., Belyanovskaya E.A. The use of the heat-treated rice husks as elastomeric compositions fillers. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 2018, no. 3, pp. 79-89.

7. Ovcharov V.I., Burmistr M.V., Tutin V.A., Verbas V.V., Smirnov A.G., Naymenko A.P., *Svoistva resinovykh smesei i rezin: otsenka, regulirovaniye, stabilizatsiya* [Properties of rubber mixes and rubbers: estimation, regulation, stabilization]. SANT-TM Publishers, Moscow, 2001. 400 p. (in Russian).

8. Orlov V.Yu., Komarov A.M., Lyapina L.A., *Proizvodstvo i ispol'zovaniye tekhnicheskogo ugleroda dl'ya rezin* [Production and use of technical carbon for rubbers]. Alexander Rutman Publishers, Yaroslavl', 2002. 512 p. (in Russian).