

УДК 678.044:547.231.4

Ефективність четвертинних амонієвих солей в бінарних системах з іншими прискорювачами вулканізації полідієнів

В.І. Овчаров¹, Л.О. Соколова¹, W.M. Rzymiski², В.К. Грищенко³

¹ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

8, пр. Гагаріна, Дніпропетровськ, 49005, Україна

²Technical University of Lodz

12/16 Stefanowskiego Street, Lodz, 90-924, Poland

³Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

Досліджено і визначено основні закономірності використання четвертинної амонієвої солі на основі уротропіну та бензилу хлористого в бінарних системах з відомими класами органічних прискорювачів сірчаної вулканізації полідієнів. Показано, що більшість бінарних систем виявляють ефект синергізму з позитивним впливом на кінетичні параметри вулканізації, цільність і тип поперечних зв'язків, формування фізико-механічних показників гум і можуть бути ефективно застосовані для виготовлення гумових сумішей певного призначення.

Ключові слова: четвертинні амонієві солі, полідієни, вулканізація, прискорювачі.

На кінетичні характеристики найбільш поширеного в промисловості процесу сірчаної вулканізації гумових сумішей на основі дієнових каучуків, формування структур вулканікатів та їхніх фізико-механічних властивостей впливають прискорювачі вулканізації [1, 2]. Незважаючи на те, що на світовому ринку асортимент органічних прискорювачів стабілізувався, продовжується пошук і випробування нових сполук, які мають розвинену сировинну базу, не утворюють на стадії вулканізації канцерогенних нітросоамінів і, по-можливості, мають багатоцільове призначення в еластомерних композиціях [3]. Певну зацікавленість викликає недостатньо вивчений клас органічних сполук – катіоноактивні четвертинні амонієві солі (ЧАС), що використовуються як активатори сірчаної вулканізації, є інгредієнтами багатоцільової дії еластомерних композицій [4] та входять до складу еластомерних нанокомпозитів [5–7].

Раніше [8] нами було показано, що синтезовані з доступної сировини ЧАС можуть виступати як малоактивні індивідуальні прискорювачі вулканізації полідієнів. Між тим, у технології еластомерів наукову і практичну значимість мають також бінарні системи прискорювачів, особливо з ефектами синергізму [9]. Тому метою досліджень стало визначення ефективності ЧАС у бінарних системах з відомими класами органічних прискорювачів сірчаної вулканізації каучуків загального призначення.

Оцінювання впливу складу прискорювальної системи на технологічні та вулканізаційні параметри, концентрацію і тип вулканізуючих зшивок, фізико-механічні властивості гумових сумішей та гум виконано в ненаповнених еластомерних композиціях із цис-1,4-поліізопрену марки СКІ-3 складу (мас.ч.): каучук (100,0), сірка (1,0), оксид цинку (5,0), стеаринова кислота (2,0), прискорювач ($5,0 \cdot 10^{-3}$ моль) або еквімольна система активаторів ($2,5 \cdot 10^{-3}$ моль + $2,5 \cdot 10^{-3}$ моль). Тобто, дослідження еластомерних композицій за наявності бінарних систем прискорювачів за участі ЧАС проведено за схемою, що дає змогу оцінювати наявність можливого синергізму в дії комбінацій органічних прискорювачів згідно з [9, 10]. Виходячи з фундаментальних уявлень про синергізм та семісинергізм [11], для кількісної оцінки синергізму (S) бінарної композиції прискорювачів використовували формулу:

$$S = \frac{E_{AB} - (E_{2A} + E_{2B})/2}{(E_{2A} + E_{2B})/2},$$

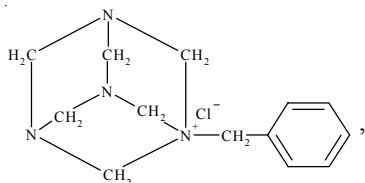
де: E_{AB} – показник (ефект) за наявності бінарної системи прискорювачів; E_{2A} і E_{2B} – те ж саме для кожного прискорювача за концентрацій, що відповідають їх подвійній долі бінарної системи. Наявність практичного синергізму ($S_{пр}$) оцінювали за співвідношеннями:

$$S_{пр} = E_{AB} / E_{2A} \text{ або } S_{пр} = E_{AB} / E_{2B}.$$

Значення практичного синергізму прискорювачів

завжди більше одиниці, а ефект, що досягається, перевищує дію найбільш активного (ефективного) прискорювача. У випадку семісинергізму значення показника $S_{пр}$ більше одиниці тільки щодо ефективності менш ефективного прискорювача [12].

Як прискорювач *A* використано четвертинну амонієву сіль будови:



синтезовану з доступної сировини (уротропіну та хлористого бензилу). Як прискорювач *B* використано відомі органічні прискорювачі сірчаної вулканізації карболанцюгових дієнових каучуків: ди-2,2'-бензтіазолілдисульфід (ДБТД), N,N'-дифенілгуанідин (ДФГ), N-циклогексил-2-бензтіазолілсульфенамід (ЦБС), тетраметилтіурамдисульфід (ТМТД).

Гумові суміші виготовлено на лабораторних вальцах Пд 320 160/160 з розрахунку на 500 г каучуку за загальноприйнятими методами. Вулканізацію зразків гум виконано в оптимумі вулканізації за температури 151 °С в гідравлічному пресі марки 160-600 Е. Випробування гумових сумішей та гум здійснено згідно з діючими стандартами та відомими методиками [4]. Щільність вулканізуючої сітки та вміст полісульфідних (C-S_x-C), дисульфідних (C-S₂-C) та моносульфідних (C-S-C) зшивок визначено за даними рівноважного набрякання гум у толуолі до і після дії м'якого тіоламінового реагента, що руйнує полісульфідні зв'язки [13, 14], з урахуванням корегуючого параметра взаємодії толуолу з СКІ-3 [15]. Визначено вміст зв'язаної сірки з каучуком за методикою [16].

Реометричні криві (рисунок), свідчать, що тип органічного прискорювача вулканізації та бінарні системи ЧАС з відомими класами прискорювачів мають істотний вплив на процес сірчаної вулканізації СКІ-3 як за видом кінетичної кривої, так і за тривалістю його стадій. Вулканізація цис-1,4-поліізопрену за наявності індивідуальних прискорювачів ТМТД, ЦБС і ДБТД має перебіг за S-подібними кривими та має вигляд затухаючих кривих за наявності ДФГ і ЧАС (рисунок, *a*). Слід зазначити, що ЧАС як прискорювач, у порівнянні з дією відомих класів прискорювачів, забезпечує процесу вулканізації нетривалий індукційний період, а враховуючи кут нахилу кінетичних кривих на стадії утворення зшивок і рівень моменту крутіння на плато вулканізації – мінімальні швидкість і щільність зшивок.

Бінарні системи ЧАС з ТМТД або ЦБС, або ДБТД забезпечують вулканізацію СКІ-3 та мають S-подібні криві зі значним індукційним періодом, високою швидкістю вулканізації в основному періоді та глибиною процесу (рисунок, *б*). Тільки система прискорювачів ЧАС-ДФГ надає сірчаній вулканізації плавний хід з нетривалим індукційним періодом і невисокою швидкістю у вигляді кінетичних кривих з затуханням. Але, як слід було й очікувати, кінетичні криві за наявності бінарних систем прискорювачів істотно відрізнялись за часовим перебігом від кінетики вулканізації цис-1,4-поліізопрену з індивідуальними органічними прискорювачами (рисунок).

Всі отримані реометричні криві мали порядок реакції вулканізації в основному періоді (стадії активного утворення вулканізуючих зшивок), рівний одиниці [4], що дало змогу в результаті їх обробки отримати не тільки стандартні показники, а й згідно з [2] розрахувати показники t_{dis} – час повної витрати прискорювача (прискорювачів) і k – умовна константа

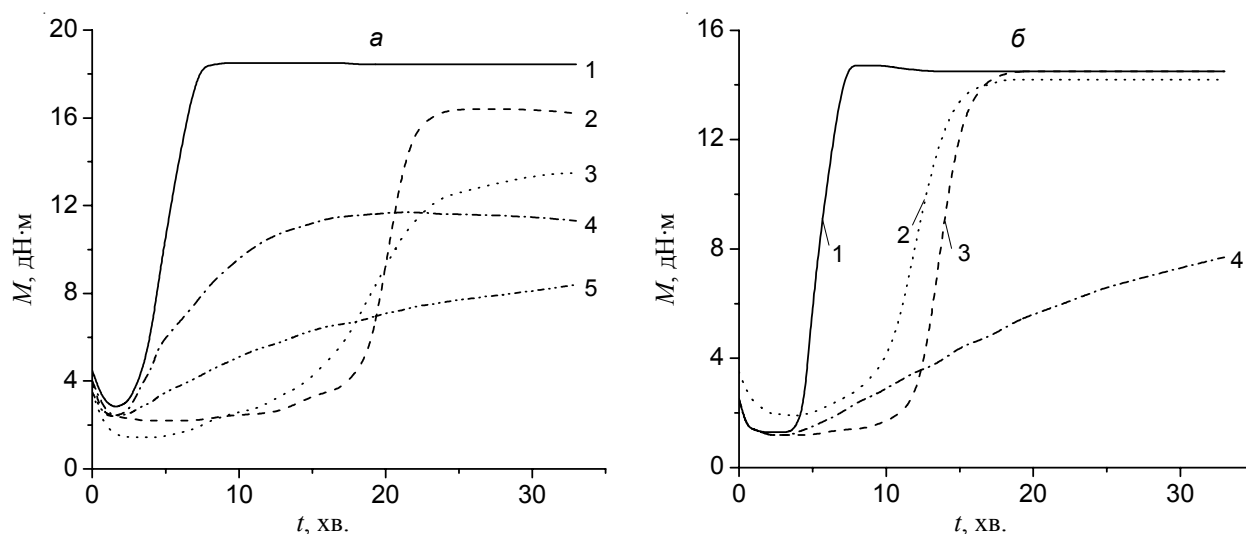


Рисунок. Кінетичні криві сірчаної вулканізації цис-1,4-поліізопрену за температури 151 °С за наявності індивідуальних прискорювачів вулканізації (*a*) та бінарних систем ЧАС з відомими прискорювачами (*б*): 1 – ТМТД; 2 – ЦБС; 3 – ДБТД; 4 – ДФГ; 5 – ЧАС; 1' – ЧАС-ТМТД; 2' – ЧАС-ЦБС; 3' – ЧАС-ДБТД і 4' – ЧАС-ДФГ

Таблиця 1. Вулканізаційні характеристики еластомерних композицій із СКІ-3 з різними прискорювачами та їх бінарними системами з ЧАС за температури 151 °С

Показник	Прискорювач або система прискорювачів вулканізації								
	A		B			1/2 A + 1/2 B			
	ЧАС	ДБТД	ДФГ	ЦБС	ТМТД	1/2 ЧАС +			
						1/2 ДБТД	1/2 ДФГ	1/2 ЦБС	1/2 ТМТД
t_s , хв	4,5	9,0	3,0	15,0	3,0	8,0 ^{2*}	7,0 ⁴	11,0 ²	4,4 ²
t_{c90} , хв	26,5	23,5	13,0	21,7	6,5	14,4 ¹	30,5 ⁴	15,4 ¹	5,7 ¹
ΔM , дН·м	6,3	12,1	9,3	14,1	16,3	12,1 ¹⁻²	6,9 ⁴	12,9 ²	13,3 ²
V_c , (дН·м)/хв	0,3	0,8	0,9	2,1	4,7	1,9 ¹	0,3 ⁴	2,9 ¹	10,2 ¹
t_{dis} , хв	4,5	19,5	6,0	20,0	4,5	12,5 ²⁻³	9,5 ⁴	13,0 ²⁻³	5,0 ²⁻³
$K \cdot 10$, хв ⁻¹	0,37	1,45	1,09	4,46	4,76	3,76 ¹	0,33 ⁴	3,36 ²	7,20 ¹

* Показник степеня відповідає ефектам, що спостерігаються в еластомерних композиціях з бінарними системами прискорювачів: 1 – синергізм (практичний синергізм), 2 – семісинергізм, 3 – адитивна дія, 4 – антагонізм.

швидкості вулканізації (табл. 1).

Застосування ЧАС у бінарних системах з тіазольним, сульфенамідним чи тіурамним прискорювачами супроводжується ефектами синергізму за комплексом вулканізаційних характеристик еластомерних композицій із СКІ-3 (табл. 1). Відносно адитивної дії прискорювачів у цих системах спостерігається позитивне сполучення більш тривалого часу початку вулканізації (t_s , семісинергізм) зі значним скороченням часу досягнення оптимуму вулканізації (t_{c90} , практичний синергізм), підвищення відносного ступеня зшивання (ΔM , семісинергізм) і швидкості вулканізації (V_c , практичний синергізм). Той факт, що ефект від застосування перелічених вище бінарних систем прискорювачів на стадії індукційного періоду вулканізації та утворення сульфуруючого комплексу попередника зшивання за показником t_{dis} є ефектом їх майже адитивної дії, а реакції зшивання за показником k притаманний практичний синергізм, свідчить про те, що ці дві реакції відбуваються за різними механізмами ізольовано одна від одної [2]. В цих бінарних системах з

ЧАС відмічено більшу схильність прискорювачів до уповільнення утворення сульфуруючого комплексу прискорювача, активатора і сірки, в порівнянні з їх індивідуальною дією, та прискорення розпаду попередників зшивання з утворенням поперечних зв'язків.

Ефект від використання системи прискорювачів ЧАС–ДФГ за вулканізаційними параметрами відповідає антагонізму (табл. 1).

Отже, за даними реометрії ненаповнених композицій із СКІ-3 показано, що досліджена ЧАС індивідуально є малоактивним прискорювачем сірчаної вулканізації та спільно з органічними прискорювачами інших класів за більшістю вулканізаційних характеристик схильна виявляти ефект синергізму з позитивним впливом на кінетичні параметри і глибину процесу. Бінарній системі прискорювачів ЧАС–ДФГ, вірогідно, через спорідненість реакційноактивних нітрогеновмісних угруповань притаманний антагонізм.

Ефект синергізму (семісинергізму) четвертинної амонієвої солі з ДБТД, ТМТД і ЦБС позитивно позначається на формуванні рівня фізико-механічних

Таблиця 2. Властивості вулканізаційних систем із СКІ-3 з різними прискорювачами та їх бінарними системами з ЧАС

Показник	Прискорювач або система прискорювачів вулканізації								
	A		B			1/2 A + 1/2 B			
	ЧАС	ДБТД	ДФГ	ЦБС	ТМТД	1/2 ЧАС +			
						1/2 ДБТД	1/2 ДФГ	1/2 ЦБС	1/2 ТМТД
Умовне напруження за 300 % подовження, МПа	0,2	0,6	0,4	0,7	1,0	0,5 ^{2*}	0,4 ²⁻³	0,7 ²	0,8 ²
Умовне напруження за 500 % подовження, МПа	0,2	1,3	0,6	1,4	1,9	1,1 ²	0,5 ²⁻³	1,3 ²	1,4 ²
Умовна міцність при розтягуванні, МПа	0,9	12,1	7,8	14,1	18,9	11,1 ²	3,3 ⁴	16,2 ¹	14,1 ²
Відносне подовження при розриві, %	1020	900	1120	900	850	920 ²	1140 ⁴	950 ²	940 ²
Опір роздиранню, кН/м	2	21	15	22	35	20 ²	4 ⁴	27 ¹	23 ²
Твердість за Шором, ум.од.	8	29	20	30	35	28 ²	17 ²	29 ²	32 ²
Еластичність за відскоком, %	48	62	58	58	64	60 ²	58 ²	54 ²	66 ¹

* Позначення ефектів за рівнем показників властивостей відповідно табл. 1.

Таблиця 3. Характеристика модельних гум із СКІ-3 та їх вулканізаційних зшивок за наявності різних прискорювачів і бінарних систем з ЧАС

Показник	Прискорювач або система прискорювачів вулканізації								
	A		B			1/2 A + 1/2 B			
	ЧАС	ДБТД	ДФГ	ЦБС	ТМТД	1/2 ЧАС +			
						1/2 ДБТД	1/2 ДФГ	1/2 ЦБС	1/2 ТМТД
Рівноважний ступінь набрякання в толуолі, $Q_v, V/V$	14,80	6,12	8,14	5,65	4,80	5,83 ^{1*}	10,60 ⁴	5,81 ²	4,41 ¹
Щільність поперечних зв'язків $10^5 N_c$, моль/г:									
загальна	0,60	2,85	1,70	3,35	4,60	3,10 ¹	1,05 ⁴	3,15 ¹	3,85 ²
полісульфідних C-S _x -C	0,55	1,70	1,65	2,30	1,05	2,35	1,00	2,80	0,80
дисульфідних C-S ₂ -C	0,0	1,15	0,0	1,15	1,90	0,0	0,05	0,0	1,85
моноссульфідних C-S-C	0,0	0,0	0,0	0,0	1,65	0,75	0,0	0,35	1,20
Вміст зв'язаної сірки, % мас.	0,46	0,88	0,76	0,87	0,84	1,1 ¹	0,79 ¹	0,81 ²	0,82 ¹⁻²
Константи рівняння Муні-Рівліна:									
2C ₁ ·10, МПа	0,41	1,46	1,03	1,41	1,62	1,27	0,55	1,43	1,75
2C ₂ ·10, МПа	0,82	1,71	1,08	2,32	3,07	2,04	1,22	2,04	2,30

* Позначення ефектів за рівнем показників відповідно табл. 1

показників гум із СКІ-3 в оптимумі вулканізації за нормальних умов випробувань (табл. 2). Відсутність синергізму в бінарній системі прискорювачів вулканізації ЧАС–ДФГ призводить до отримання вулканіатів, що значно поступаються гумам з вищезазначеними синергічними системами прискорювачів.

Істотний вплив індивідуальних прискорювачів, бінарних систем прискорювачів із ЧАС на відносний ступінь зшивання за даними реометрії ΔM (табл. 1), на рівень показників умовне напруження при заданому подовженні та інші фізико-механічні властивості гум (табл. 2) спонукали звернути увагу на визначення щільності та хімічного складу поперечних зв'язків і деяких інших характеристик, наведених у табл. 3.

Як слід було очікувати, встановлено, що синергізм за показниками: загальна щільність поперечних зв'язків, рівноважний ступінь набрякання притаманний вулканіатам із СКІ-3 з бінарними системами прискорювачів ЧАС–ДБТД, ЧАС–ЦБС, ЧАС–ТМТД; антагонізм – гумам з системою прискорювачів ЧАС–ДФГ. Тобто, синергічні системи прискорювачів за участі ЧАС у результаті хімічної взаємодії на стадії індукційного та головного періодів вулканізації [8] викликають утворення вулканізаційних зв'язків більшої концентрації, а сама ЧАС є своєрідним каталізатором процесу більш ефективного використання сірки в утворенні поперечних зв'язків, що й підтверджено рівнем показника вмісту зв'язаної сірки (табл. 3).

Відносно індивідуальної дії відомих органічних прискорювачів вулканізації, спільне застосування ЧАС з ДБТД, або з ЦБС супроводжується підвищенням щільності полісульфідних зв'язків з $1,70 \cdot 10^5$ моль/г до

$2,35 \cdot 10^5$ моль/г і з $2,3 \cdot 10^5$ до $2,8 \cdot 10^5$ моль/г відповідно; появою в гумі моноссульфідних зв'язків, яких не було в гумах з індивідуальними прискорювачами (табл. 3). В вулканізатах з бінарною системою прискорювачів ЧАС–ТМТД зміна характеру поперечних зшивок за рахунок впливу ЧАС незначна; в гумах з ЧАС–ДФГ – відсутня. Останнє свідчить про незначну взаємодію ЧАС з тіурамним прискорювачем у процесі сірчаної вулканізації, та про її відсутність з прискорювачем гуанідинового типу.

Константи C_1 та C_2 , що характеризують еластичну поведінку гум при розтягуванні [17] у цілому свідчать про переважний вклад у напруження матеріалу константи C_2 , яка характеризує відхилення в поведінці деформованого зразка від ідеального, та значний – константи C_1 , що є характеристикою ступеня зшивання вулканізату (табл. 3). Це свідчить про невисоку рухливість сегментів ланцюгів у поперечних зв'язках при нерівноважній деформації досліджених модельних гум. З підвищенням значення константи C_1 для гум з переважно термолабільними полісульфідними поперечними зв'язками (крім гум за наявності ТМТД) спостерігається зростання не тільки показника умовного напруження гум при заданому подовженні, а й умовної міцності гум (табл. 2, 3). Важливий також рівень відношення C_1/C_2 , який, наприклад, мінімальний для гум з ЧАС як індивідуальним прискорювачем ($C_1/C_2=0,50$) та комбінацією прискорювачів ЧАС–ДФГ ($C_1/C_2=0,45$), що мають мінімальні значення показників умовного напруження при заданому подовженні та умовної міцності, відсутністю синергізму комбінації прискорювачів.

Отже, за результатами виконаних експериментальних досліджень четвертинної амонієвої солі на основі уротропіну та бензилу хлористого в складах сірчаних вулканізуючих систем цис-1,4-поліізопрену слід констатувати, що малоактивна як індивідуальний прискорювач ЧАС спільно з органічними прискорювачами інших класів (тіазоли, сульфенаміди, тіурами) за більшістю вулканізаційних характеристик схильна виявляти ефект синергізму з позитивним впливом на кінетичні параметри, щільність поперечних зв'язків, формування фізико-механічних показників гум в оптимальній вулканізації. Синергічні системи прискорювачів ЧАС–ДБТД, ЧАС–ЦБС, ЧАС–ТМТД у результаті хімічної взаємодії на стадії індукційного періоду та головного періоду вулканізації викликають утворення

вулканізаційних зв'язків більшої концентрації зі зміною їх типу та впливом на деформаційні параметри гум. Показано, що бінарній системі прискорювачів ЧАС–ДФГ притаманний антагонізм.

Для вулканізації гумових сумішей на основі полідієнів перевагу слід надати бінарним системам прискорювачів ЧАС–ЦБС, ЧАС–ТМТД, що надають їм гарне поєднання індукційного періоду і швидкості вулканізації та можуть бути застосовані при виготовленні масивних гумових виробів за інтенсивними режимами вулканізації. Система прискорювачів ЧАС–ТМТД може бути рекомендована для складів еластомерних композицій за компресійного способу вулканізації формових гумотехнічних виробів.

Література

1. *Блох Г.А.* Органические ускорители вулканизации. – Л.: Химия, 1972. – 560 с.
2. *Кузьминский А.С., Кавун С.М., Кирпичев В.П.* Физико-химические основы получения, переработки и применения эластомеров. – М.: Химия, 1976. – 390 с.
3. *Овчаров В.І.* Фізико-хімічні засади вулканізації еластомерних композицій на основі дієнових каучуків в присутності органічних похідних кислот фосфору: Автореф. дис... докт. техн. наук. – Київ, Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут», 2011. – 36 с.
4. *Овчаров В.И., Бурмистр М.В., Смирнов А.Г., Тютин В.А., Вербас В.В., Науменко А.П.* Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация. Научное издание / Под общ. ред. канд. техн. наук В.И. Овчарова. – М.: Изд. дом «САНТ-ТМ», 2001. – 400 с.
5. *Турторский И.А., Покидько Б.В.* // Каучук и резина. – 2004. - № 5. – С. 23-29.
6. *Бурмистр М.В., Овчаров В.І., Сухий К.М., Шилов В.В., Соколова Л.О.* // Вопр. химии и хим. технологии. – 2005. - № 6. – С. 129-132.
7. *Бурмистр М.В., Овчаров В.І., Сухий К.М., Соколова Л.О., Гомза Ю.П., Джагарова Є.* // Полімер. журн. – 2007. – 29, № 1. – С. 297-303.
8. *Овчаров В.І., Соколова Л.О., Грищенко В.К., Баранцова А.В., Бусько Н.А.* // Полімер. журн. – 2008. – 30, № 3. – С. 227-232.
9. *Kempermann Th., Redetzky W.* // Kautschuk und Gummi. Kunststoffe. – 1969. – 22, № 12. – S. 706-710.
10. *Kempermann Th.* // Gummi, Asbest, Kunststoffe. – 1977. – 30, № 11. – S. 776-787.
11. *Пиотровский К.Б., Тарасова З.Н.* Старение и стабилизация синтетических каучуков и вулканизатов. – М.: Химия, 1980. – 264 с.
12. *Ovcarov V., Dercac V., Peter R., Jentsch J.* // Plaste und Kautschuk. – 1991. – 38, Н. 10. – S. 338-341.
13. *Campbell D.S., Saville B.* // Kautschuk und Gummi. Kunststoffe. – 1968. – 21. – S. 113-118.
14. *Campbell D.S.* // J. Appl. Pol. Sci. – 1969. – 13. – P. 1201-1209.
15. *Жимски В.М., Тарасова З.Н., Кавун С.М.* // Каучук и резина. – 1975. - № 3. – С. 50-51.
16. *Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Климов Н.С.* Общая технология резины. Изд. 3-е пер. и доп. – М.: Химия, 1968. – 560 с.
17. *Догадкин Б.А., Донцов А.А., Шершнев В.А.* Химия эластомеров. 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1981. – 376 с.

Надійшла до редакції 31 вересня 2013 р.

Эффективность четвертичных аммониевых солей в бинарных системах с другими ускорителями вулканизации полидиенов

В.И. Овчаров¹, Л.А. Соколова¹, W.M. Rzymiski², В.К. Грищенко³

¹ГБУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

8, пр. Гагарина, Днепропетровск, 49005, Украина

²Technical University of Lodz

12/16 Stefanowskiego Street, Lodz, 90-924, Poland

³Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины

48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина,

Исследованы и установлены основные закономерности использования четвертичной аммониевой соли на основе уротропина и бензила хлористого в бинарных системах с известными классами органических ускорителей серной вулканизации полидиенов. Показано, что большинство бинарных систем проявляют эффект синергизма с положительным влиянием на кинетические параметры вулканизации, плотность и тип поперечных связей, формирование физико-механических показателей резин и могут быть эффективно применены для изготовления резиновых смесей определенного назначения.

Ключевые слова: четвертичные аммониевые соли, полидиены, вулканизация, ускорители.

The efficiency of quaternary ammonium salts in binary systems with other accelerators of vulcanization of polydienes

V.I. Ovcharov¹, L.A. Sokolova¹, W.M. Rzymiski², V.K. Grishchenko³

¹Ukrainian State Chemical-Technological University

8, Gagarin Pr., 49005 Dnepropetrovsk, Ukraine

²Technical University of Lodz

12/16 Stefanowskiego Street, Lodz, 90-924, Poland

³Institute of Macromolecular Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine

48, Kharkivske shause, Kyiv, 02160, Ukraine

The main relationships of using quaternary ammonium salt on the basis of urotropinum and benzyl chloride in binary systems with the known classes of organic accelerators of sulfur vulcanization of polydienes. It is shown that the majority of binary systems are synergists with the positive influence on the kinetic parameters of vulcanization, the strength, the type of cross bonding, the formation of the physico-mechanical properties of rubber, and can be effectively used for the manufacture of rubber mixtures for a specific purposes.

Key words: quaternary ammonium salts, polydienes, vulcanization, accelerators.