

УДК 678.01:678.4.06

DOI: 10.35211/1990-5297-2025-5-300-98–104

*О. М. Новопольцева¹, Д. А. Крюкова¹, В. М. Орлянский²
Д. А. Питушкин², В. В. Новиков¹*

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КСАНТОГЕНАТОВ АЛКИЛЬНОГО СТРОЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

¹ Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета

² Научно-производственное предприятие «КФ»

E-mail: dasha.antarius@yandex.ru

Исследована возможность применения синтезированных солей ксантановой кислоты как ингредиентов резиновой смеси, а именно в качестве ускорителей серной вулканизации. Установлена зависимость вулканизационных и упруго-прочностных свойств вулканизатов от структуры ксантогенатов.

Ключевые слова: ксантогенаты, СКИ-3, сероуглерод, ультраускорители вулканизации, эластомеры

Сферы и возможности применения ксантогенатов обширны, и основными принято считать следующие: использование в качестве реагента-собирателя по методу флотации для очистки и обогащения металлических руд [1; 2]; введение в эластомерные, клеевые и латексные композиции в качестве ультраускорителя вулканизации [3]; применение в сельскохозяйственной химии в роли гербицида [4; 5].

Описано применение ксантогенатов с целью повышения термической стабильности, улучшения экологических свойств и снижения токсичности [6; 7], а также показан синергический эффект ускорения вулканизации при сочетании ксантогенатов с циматами [8–10].

Применение ксантогенатов в качестве ускорителей вулканизации в отечественной промышленности сводилось в основном к введению их в состав латексных и клеевых композиций. При этом для вулканизации каучуков общего назначения ксантогенаты использовали крайне редко, что обуславливает большой интерес к этой области [11; 12].

Важным компонентом серной вулканизирующей системы являются ускорители вулканизации. Варьируя их тип и количество, удается в широких пределах изменять скорость вулканизации, структуру сетки и свойства резин [13]. В промышленности в качестве ускорителей серной вулканизации нашли широкое применение органические соединения, относящиеся к классам тиазолов, сульфенамидов, тиурамов, дитиокарбаматов и ксантогенатов.

Особенностью ускорителей класса ксантогенатов является вулканизация резиновых смесей при низких температурах и клеевых составов при комнатной температуре.

Ксантогенаты – это соли ксантановой кислоты, в отличие от самих кислот за счет ионной связи с металлом соли приобретают дополнительную стабильность и устойчивость. В качестве металлов наиболее обширный промышленный интерес получили калий, натрий и цинк, в первую очередь благодаря низкой стоимости и доступности.

Стандартным способом получения ксантогената щелочного металла является взаимодействие спирта с гидроксидом щелочного металла при охлаждении до температуры, не превышающей 26 °С, с последующей подачей в реакционную массу сероуглерода [14; 15].

В начале XXI века производство и потребление различных отечественных ксантогенатов значительно сократилось, но за последние 10 лет потребность и интерес в российском производстве многократно возрос. Начали разрабатываться более оптимальные и эффективные методы получения ксантогенатов [16–18]. Однако в настоящее время в России выпускают только бутиловый и амиловый ксантогенат калия в качестве флотореагентов, а единственное российское предприятие-производитель – АО «Волжский Оргсинтез» (Волгоградская обл.).

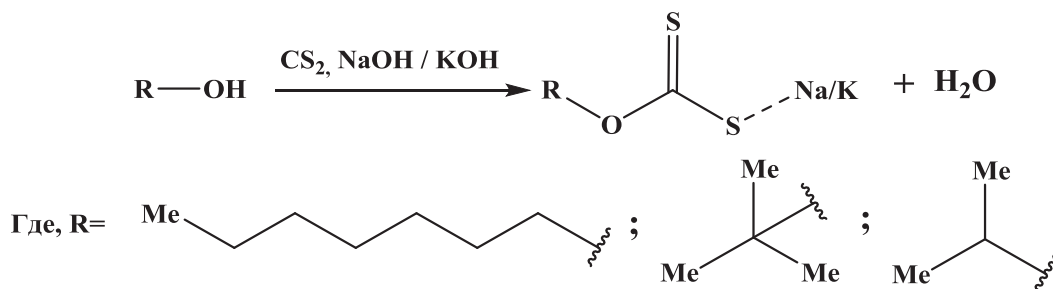
Целью работы является разработка нового метода синтеза ксантогенатов и увеличение их ассортимента с целью возобновления и расширения производства ксантогенатов в России.

Экспериментальная часть

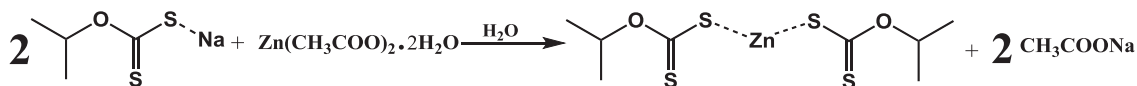
Структуры полученных веществ подтверждались с помощью инфракрасной спектроскопии. Исследование инфракрасных спектров выполнено с помощью ИК-фурье-спектрометра ALPHA фирмы Bruker Optics (Bruker Optik

GmbH, Germany) методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) с призмой из селенида цинка. Образцы предварительно размельчали в фарфоровой ступке и исследовали в воздушно-сухом состоянии. Инфракрасные спектры сняты в среднем инфракрасном диапазоне от 400 до 4000 см^{-1} с использованием про-

граммного обеспечения OPUS. Съемка инфракрасных спектров выполнена с использованием модуля ALPHA-E. Режим съемки: разрешение – 2 см^{-1} , время получения спектра – 25 сканов. Структуры полученных ксантогенатов приведены в табл 1, а общая схема их синтеза представлена ниже:



Бис((изопропоксикарбонотионил)тио)цинк (а) получали по следующей схеме:



В 150 мл дистиллированной воды растворяли 63.73 г (0,37 моль) о-изопропилкарбондителионата натрия и прикапывали 40.60 г (0.16 моль) ацетата цинка дигидрата, растворенного в 100 мл дистиллированной воды при перемешивании в течение 30 мин. Выпавший белый осадок отфильтровывали на воронке Бюхнера, промывали 2 раза по 100 мл воды и сушили в течении 3 часов при 80 °С в термощкафу. Выход 54.30 г (98 %), Тпл. 145 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1240 (COC), 1021 (C=S), 464 см^{-1} (Met).

О-изопропилкарбондителионат калия (б).

В трехгорлую круглодонную колбу, снабженной термометром, капельной воронкой, обратным холодильником и верхнеприводной мешалкой вносили 150 мл (1.96 моль) изопропилового спирта, 28.05 г (0.5 моль) гидроксида калия и перемешивали в течение 1 ч при температуре 70 °С. Затем реакционную массу охлаждали до 15 °С и при перемешивании прикапывали 45,66 г (0,6 моль) сероуглерода в течение 1 ч. По окончании прикапывания реакционной массе давали нагреться до комнатной температуры и перемешивали смесь еще 1 час.

Затем выпавший ксантогенат отфильтровывали на воронке Бюхнера, промывали 2 раза по 20 мл холодным изопропиловым спиртом и сушили в течение 3 часов при 80 °С в термощкафу. Продукт – порошок желтого цвета. Выход 80.18 г (92 %), Тпл. 212°С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1181 (COC), 1047 см^{-1} (C=S), 460 см^{-1} (Met).

О-изопропилкарбондителионат натрия (в).

Получен аналогично соединению (б) из 150 мл (1.96 моль) изопропилового спирта, 20.0 г (0.5 моль) гидроксида натрия и 45.66 г (0.6 моль) сероуглерода. Порошок светло-желтого цвета. Выход 70.40 г (89 %), Тпл. 174 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1186 (COC), 1031 см^{-1} (C=S), 441 см^{-1} (Met).

О-гептилкарбондителионат натрия (г).

Получен аналогично соединению (б) из 150 мл (1.06 моль) н-гептилового спирта, 20.0 г (0.5 моль) гидроксида натрия и 45.66 г (0.6 моль) сероуглерода. Порошок желтого цвета. Выход 86.79 г (81 %), Тпл. 245 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1151 (COC), 1041 (C=S), 435 см^{-1} (Met).

О-(трет-бутил)карбондителионат натрия (д).

Получен аналогично соединению (б) из 150 мл (1.59 моль) трет-бутилового спирта, 20.0 г (0.5 моль) гидроксида натрия и 45.66 г (0.6 моль) сероуглерода. Порошок оранжевого цвета. Выход 31.00 г (36 %), Тпл. 181 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1200 (COC), 1000 (C=S), 539 см^{-1} (Met).

О-гептилкарбондителионат калия (е). Получен аналогично соединению (б) из 150 мл (1.06 моль) н-гептилового спирта, 28.05 г (0.5 моль) гидроксида калия и 45.66 г (0.6 моль) сероуглерода. Порошок желтого цвета. Выход 101.38 г (88 %), Тпл. 217 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1132 (COC), 1072 (C=S), 441 см^{-1} (Met).

О-(трет-бутил)карбондителионат калия (ж). Получен аналогично соединению (б) из

150 мл (1.59 моль) *трет*-бутилового спирта, 28.05 г (0.5 моль) гидроксида калия и 45.66 г (0.6 моль) сероуглерода. Порошок желтого

цвета. Выход 48.02 г (51 %), Тпл. 197 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 1144 (COC), 1075 (C=S), 507 cm^{-1} (Met).

Таблица 1

**Структурные формулы
синтезированных ускорителей вулканизации**

Структурная формула	Название ксантогената
	Бис-((isopropoxycarbonothioyl)thio)zinc Бис-((изопропоксикарбонотиол)тио)цинка (Изопропоксиметандитионат) ₂ цинка, (а)
	О-изопропилкарбондитионат калия, (б)
	sodium O-isopropyl carbonodithioate О-изопропилкарбондитионат натрия, (в)
	sodium O-heptyl carbonodithioate О-гептилкарбондитионат натрия, (г)
	sodium O-(tert-butyl) carbonodithioate О-(трет-бутил)карбондитионат калия Трет-бутоксиметандитионат натрия, (д)
	potassium O-heptyl carbonodithioate О-гептил карбондитионат калия, (е)
	potassium O-(tert-butyl) carbonodithioate О-(трет-бутил)карбондитионат калия Трет-бутоксиметандитионат калия, (ж)

Полученные ксантогенаты были испытаны в качестве ускорителей вулканизации эластомерных композиций на основе каучука общего назначения СКИ-3, нашедшего широкое применение для производства как РТИ, так и кле-

вых композиций [12]. В качестве контрольного образца выбрана стандартная рецептура, содержащая широко применяемый в промышленности изопропиловый ксантогенат цинка (табл. 2) [11; 19].

Таблица 2

Составы исследуемых резиновых смесей

Ингредиент	Дозировка, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука						
	Контрольный образец, К	К1	К2	К3	К4	К5	К6
СКИ-3	100	100	100	100	100	100	100
Сера	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Оксид цинка	5	5	5	5	5	5	5
Стеарин	2	2	2	2	2	2	2
ТУ (П 234)	30	30	30	30	30	30	30
Диафен (IPPD)	2	2	2	2	2	2	2
а	2	—	—	—	—	—	—
б	—	2	—	—	—	—	—
в	—	—	—	—	—	—	—
г	—	—	—	2	—	—	—
д	—	—	—	—	2	—	—
е	—	—	—	—	—	2	—
ж	—	—	—	—	—	—	2

Изготовление и вулканизацию резиновых смесей осуществляли в соответствии с ГОСТ 30263-96 «Смеси резиновые для испытания. Приготовление, смешение и вулканизация. Оборудование и методы». Определение вулканизационных характеристик резиновых смесей проводили на реометре MDR3000 Professional ASTM D 2084–79. Определение упруго-прочностных свойств резин осуществляли по ГОСТ 270–75 «Резина. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении».

Обсуждение результатов

Исследовано влияние синтезированных ксантогенатов на вулканизационные и упруго-прочностные свойства резин. Образцы резиновых смесей вулканизовали в оптимальном режиме.

Практически все синтезированные ксанто-

генаты значительно повышают скорость вулканизации и сокращают оптимальное время вулканизации, проявляя свойства ускорителей (табл. 3 и рис. 1–3).

Смеси, содержащие соединение «д» (третбутилксантогенат натрия) и соединение «ж» (третбутилксантогенат калия), были низкоэффективными при температуре вулканизации 143 °С, поэтому исследования проводили при более высокой температуре (150 °С) (рис. 2). Однако данные соединения не показали свою эффективность в качестве ускорителей вулканизации (максимальная скорость вулканизации 0,04 и 0,09 Н·м/мин соответственно).

При этом смесь, содержащая соединение «е» (гептилксантогенат калия), даже при низкой температуре (130 °С) характеризуется высокой скоростью вулканизации (0,77 Н·м/мин) (рис. 3).

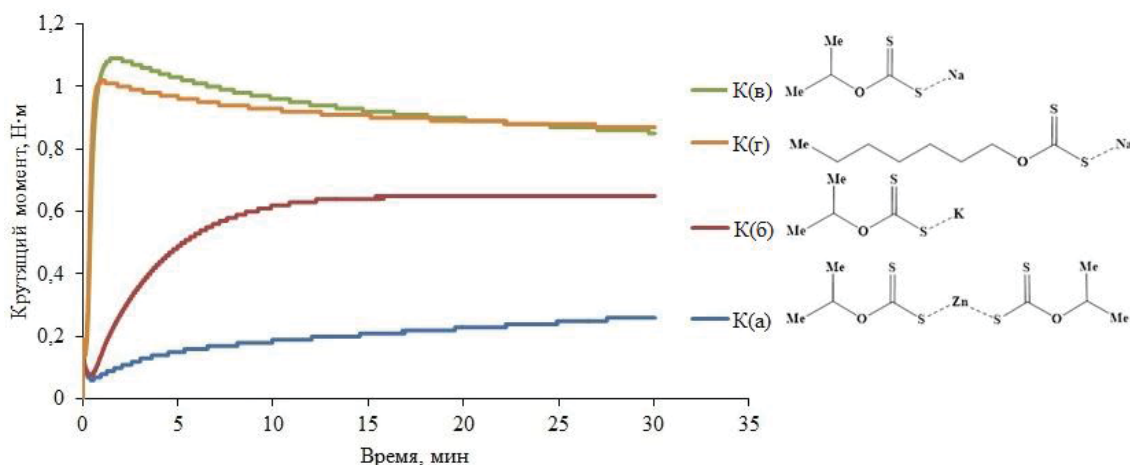


Рис. 1. Влияние структур изопропилксантогенатов цинка (а), калия (б), натрия (в) и гептилксантогената натрия (г) на кинетику вулканизации (143 °С, 15 мин)

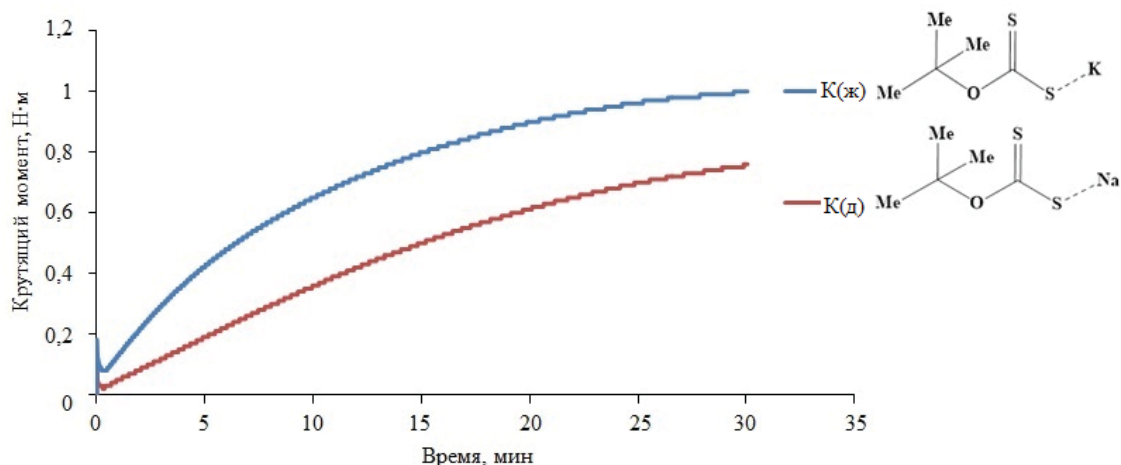


Рис. 2. Влияние структур третбутилксантогенатов натрия (д) и калия (ж) на кинетику вулканизации (150 °С, 15 мин)

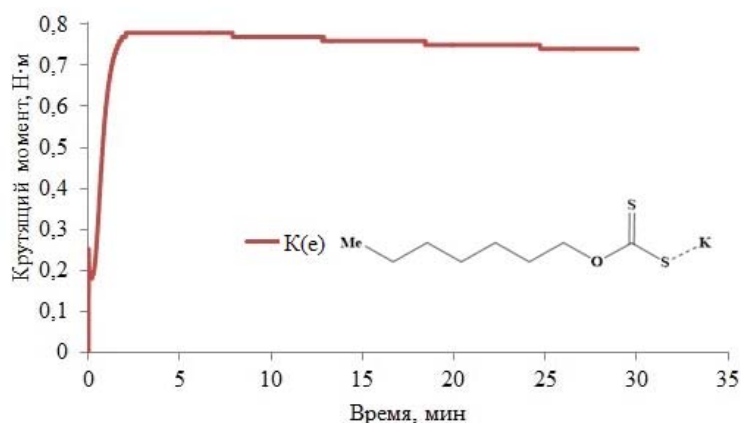


Рис. 3. Влияние структуры гептилксантогената калия (е) на кинетику вулканизации (130 °С, 15 мин)

Таблица 3

Влияние структур полученных ксантогенатов на вулканизационные и упруго-прочностные свойства резиновых смесей, изготовленных при соответствующих режимах вулканизации в течение 15 мин

Показатель	Контрольный образец, К(а)	К(б)	К(в)	К(г)	К(д)	К(ж)	К(е)
Температура вулканизации, °С	143 °С				150 °С		130 °С
Вулканизационные характеристики резиновых смесей							
Минимальный момент сдвига $M_{\min}$, Н·м	0,04	0,08	0,14	0,46	0,02	0,08	0,18
Максимальный момент сдвига $M_{\max}$, Н·м	0,68	0,65	1,09	0,79	0,76	1,00	0,78
Разность максимального и минимального моментов сдвига ΔM , Н·м	0,64	0,57	0,95	0,33	0,73	0,92	0,60
Индукционный период τ_s , мин	1,35	0,93	0,22	0,21	1,35	1,36	0,35
Оптимальное время вулканизации τ_{90} , мин	1,61	8,34	0,81	1,02	23,98	20,48	1,41
Максимальная скорость вулканизации, Н·м/мин	0,03	0,16	2,34	0,60	0,04	0,09	0,77
Время достижения максимальной скорости вулканизации P_v , мин	0,64	0,87	0,38	0,33	0,55	0,87	0,60
Упруго-прочностные свойства вулканизатов							
Условная прочность при растяжении f_p , МПа	15,0	16,5	15,8	21,0	11,8	12,5	11,4
Относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_{отн}$, %	650	620	220	650	540	650	700
Относительное остаточное удлинение после разрыва $\theta_{ост}$, %	20	18	4	20	10	20	28

Наиболее успешно относительно контрольного образца проявила себя смесь К(в), в состав которой входит изопропилксантогенат натрия. Резиновая смесь, содержащая соединение «в», характеризуется снижением оптимального времени вулканизации с 1,61 до 0,81 мин и увеличением максимальной скорости вулканизации по сравнению с контрольным образцом с 0,03 до 2,34 Н·м/мин. Также в смесях К(г) и К(е), содержащих гептилксантогенат натрия и гептилксантогенат калия соответственно, наблюдается снижение оптимального времени вулканизации с 1,61 до 1,02 и 1,41 мин соответственно, а также увеличение скорости вулканизации с 0,03 до 0,60 и 0,77 Н·м/мин. В свою очередь, введение соединений «б», «ж» и «д» в резиновые смеси незначительно влияет на вулканизационные характеристики. Их можно охарактеризовать, как ускорители вулканизации средней и низкой активности. Целесообразно исследование таких ускорителей вулканизации в комбинациях с ускорителями класса альдегид аминов и гуанидинов.

По комплексу вулканизационных и упругопрочностных свойств наиболее эффективным является образец К(г), содержащий гептилксантогенат натрия (условная прочность при растяжении повышается на 40 % по сравнению с контрольным образцом).

Вывод

Исходя из полученных данных, можно выдвинуть предположение о нецелесообразности в дальнейшем разветвлении алкильного радикала ксантогената, так как смеси с трет-бутиловыми соединениями проявляют себя, как ускорители вулканизации средней и малой активности. Напротив, линейная структура ксантогената показала себя наиболее предпочтительно, наблюдался рост вулканизационных и упругопрочностных свойств. Также был сделан вывод о преимуществе натриевых солей над калийными, что наглядно показывает отличие в лучшую сторону смеси К(в) и К(г) по вулканизационным характеристикам от контрольного и остальных образцов.

Стоит отметить финансовую выгоду при получении натриевой соли ксантогената за счет разницы в цене гидроокиси натрия и калия более чем в 2 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алгебраистова, Н. К. Технологическая оценка реактивных режимов флотации золото-сурьмянистой руды / Н. К. Алгебраистова, И. В. Прокопьев, Е. С. Ананенко,

А. И. Кинякин // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2024. – № 4. – С. 145–154. DOI: 10.25018/0236_1493_2024_4_0_145.

2. Kononov, I. A. Flotation Activity of Xanthogenates / I. A. Kononov, S. A. Kondrat'ev // Journal of Mining Science, Vol. 56, Nov. 1, 2020, DOI: 10.1134/S1062739120016539.

3. Tambe, N. Xanthate accelerators in the vulcanization of isobutylene-based elastomers / N. Tambe, S. Solis, B. Rodgers, B. Sharma // Fall Technical Meeting - American Chemical Society, Rubber Division, 168th, Pittsburgh, PA, United States, Nov. – 1–3, 2005.

4. Ефанов, М. В. Средство для повышения эффективности использования азотных удобрений / М. В. Ефанов, Л. А. Першина, П. Р. Шотт // Патент России № 2152928. – 2005 г.

5. Мельников, Н. Н. Пестициды: Химия, технология и применение / Н. Н. Мельников. – М.: Химия, 1987.

6. Li, K. Functionalized starch as a novel eco-friendly vulcanization accelerator enhancing mechanical properties of natural rubber / K. Li, J. You, Y. Liu, K. Zhu, C. Xue, X. Guo, Z., Y. Wang, Zhang // Carbohydrate Polymers (2019), DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.115705.

7. Wang, Z. Xanthate-modified nanoTiO₂ as a novel vulcanization accelerator enhancing mechanical and antibacterial properties of natural rubber / Z. Wang, L. Fang, Y. Liu, H., Yi. Wang // Nanotechnol Rev. De Gruyter Open Ltd, 2021. – Vol. 10, № 1. – P. 478–487. DOI: 10.1515/ntrev-2021-0038.

8. Rajalingam, P. Potassium-n-butyl xanthate as a new antioxidant for natural rubber / P. Rajalingam, G. Radhakrishnan // Polym Plast Technol Eng, 1991. – Vol. 30, № 4. – P. 405–411. DOI: 10.1080/03602559108021003.

9. Palaty, S. Studies on xanthate-zinc diethyl dithiocarbamate accelerator combination in natural rubber / S. Palaty, R. Joseph // Polym Plast Technol Eng, 1991. – Vol. 30, № 4. – P. 405–411.

10. Carta, F. Xanthates and trithiocarbonates strongly inhibit carbonic anhydrases and show antiglaucoma effects in vivo / F. Carta et al. // J Med Chem, 2013. – Vol. 56, № 11. – P. 4691–4700. DOI: 10.1021/JM400414J.

11. Пат. 2614384 РФ, МПК C08K 5/36. Вулканизирующие композиции на основе содержащих эпоксидные группы нитрильных каучуков / С. Брандо, Х. Магг, А. Велле. – № 2014118643; заявлено 10.10.2012; опубл. 27.03.2017.

12. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / под ред. Резниченко С. В., Морозова Ю. Л. – М.: Техинформ, 2012. – 744 с.

13. Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1: Абл-Дар. – 623 с. – ББК 54(03).

14. Пат. 2199527 РФ, МПК C07C 329/14. Способ получения ксантогената щелочного металла / Д. Б. Басков, С. В. Плеханов, В. Ф. Рябинин. – № 2001128280/04; заявлено 19.10.2001; опубл. 27.02.2003.

15. Пат. 2152928 РФ, МПК C07C 329/14. Способ получения н-бутилового ксантогената / М. К. Старовойтов, Ю. Д. Батрин, Л. И. Гайдин [и др.]. – № 99109485/04; заявлено 11.05.1999; опубл. 20.07.2000.

16. Золотарев, И. В. Усовершенствование производства бутилового ксантогената калия // Молодой ученый. – 2018. – № 49(235). – С. 10–13. – EDN: YQHRGH.

17. Обзор рынка ксантогената калия в России и СНГ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.infomine.ru/research/17/397>.

18. Игнаткина, В. А. Исследования селективности действия сочетания ксантогената и дитиофосфата с тионокарбаматом / В. А. Игнаткина [и др.] // Физико-техни-

ческие проблемы разработки полезных ископаемых. – 2010. – № 3. – С. 105–114.

19. Пат. 2669844 РФ, МПК C08J 3/24, B29C 47/00, C08L 21/00. Способы сшивания полимерных композиций в присутствии атмосферного кислорода / В. Рэнбом, Л. Х. Пэлис. – № 2015143433; заявлено 28.02.2014; опубл. 16.10.2018.

REFERENCES

1. *Algebraistova, N. K., Prokop'ev I.V., Ananenkov E.S., Kinyakin A.I.* Tekhnologicheskaya ocenka reagentnykh rezhimov flotatsii zoloto-sur'myanistoy rudy // Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten' – 2024. – № 4. – С. 145–154. DOI:10.25018/0236_1493_2024_4_0_145.
2. *Kononov, I. A., Kondrat'ev S.A.* Flotation Activity of Xanthogenates // Journal of Mining Science, Vol. 56, Nov. 1, 2020, DOI: 10.1134/S1062739120016539.
3. *Tambe, N., Solis S., Rodgers B., Sharma B.* Xanthate accelerators in the vulcanization of isobutylene-based elastomers. Fall Technical Meeting - American Chemical Society, Rubber Division, 168th, Pittsburgh, PA, United States, Nov. 1-3, 2005.
4. *Efanov, M. V., Pershina L.A., Shott P.R.* Sredstvo dlya povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya azotnykh udobrenij // Patent Rossii № 2152928. 2005 g.
5. *Mel'nikov, N. N.* Pesticidy: Himiya, tekhnologiya i primeneniye. – M.: Himiya, 1987.
6. *Li, K., You J., Liu Y., Zhu K., Xue C., Guo X., Wang Z., Zhang Y.* Functionalized starch as a novel eco-friendly vulcanization accelerator enhancing mechanical properties of natural rubber // Carbohydrate Polymers (2019), DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.115705.
7. *Wang, Z., Fang L., Liu Y., Wang H., Yi.* Xanthate-modified nanoTiO₂ as a novel vulcanization accelerator enhancing mechanical and antibacterial properties of natural rubber // Nanotechnol Rev. De Gruyter Open Ltd, 2021. – Vol. 10, № 1. – P. 478–487. DOI: 10.1515/ntrev-2021-0038.
8. *Rajalingam, P., Radhakrishnan G.* Potassium-n-butyl xanthate as a new antioxidant for natural rubber // Polym Plast Technol Eng, 1991. – Vol. 30, № 4. – P. 405–411. DOI: 10.1080/03602559108021003.
9. *Palaty, S., Joseph R.* Studies on xanthate-zinc diethyldithiocarbamate accelerator combination in natural rubber // Polym Plast Technol Eng, 1991. – Vol. 30, № 4. – P. 405–411.
10. *Carta, F. et al.* Xanthates and trithiocarbonates strongly inhibit carbonic anhydrases and show antiglaucoma effects in vivo // J Med Chem, 2013. – Vol. 56, № 11. – P. 4691–4700. DOI: 10.1021/JM400414J.
11. Пат. 2614384 RF, МПК C08K 5/36. Vulkani-zuyushchiesya kompozicii na osnove soderzhashchih epoksidnye gruppy nitril'nykh kauchukov / S. Brando, H. Magg, A. Velle. – № 2014118643; заявлено 10.10.2012; опубл. 27.03.2017.
12. Bol'shoj spravochnik rezinshchika. Ch.1. Kauchuki i ingredienty / pod red. Reznichenko S.V., Morozova Yu.L. – M.: Tekhninform, 2012. – 744 s.
13. Himicheskaya enciklopediya: v 5 t. / Gl. red. I. L. Knyunyanc. – M.: Sovetskaya enciklopediya, 1988. – T. 1: A–D. – 623 s. – BBK 54(03).
14. Пат. 2199527 RF, МПК C07C 329/14. Sposob polucheniya ksantogenata shchelochnogo metalla / D. B. Baskov, S. V. Plekhanov, V. F. Ryabinin. – № 2001128280/04; заявлено 19.10.2001; опубл. 27.02.2003.
15. Пат. 2152928 RF, МПК C07C 329/14. Sposob polucheniya n-butilovogo ksantogenata / M. K. Starovojtov, Yu. D. Batrin, L. I. Gajdin [i dr.]. – № 99109485/04; заявлено 11.05.1999; опубл. 20.07.2000.
16. *Zolotarev, I. V.* Usovershenstvovanie proizvodstva butilovogo ksantogenata kaliya // Molodoj uchenyj. – 2018. – № 49(235). – С. 10–13. – EDN: YQHRGH.
17. Obzor rynka ksantogenata kaliya v Rossii i SNG. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.infomine.ru/research/17/397>.
18. *Ignatkina, V. A.* [i dr.] Issledovaniya selektivnosti dejstviya sochetaniya ksantogenata i ditiofosfata s tionokarbamatom // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. – 2010. – № 3. – С. 105–114.
19. Пат. 2669844 РФ, МПК C08J 3/24, B29C 47/00, C08L 21/00. Sposoby sshivaniya polimernykh kompozitsij v prisutstvii atmosfernogo kisloroda / V. Renbom, L. H. Pelis. – № 2015143433; заявлено 28.02.2014; опубл. 16.10.2018.

O. M. Novopoltseva¹, D. A. Kryukova¹, V. M. Orlyansky², D. A. Pitushkin², V. V. Novikov¹

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF ALKYL XANTHOGENATES AS ACCELERATORS OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS

¹Volzhsky Polytechnic Institute (branch)

Volgograd State Technical University,

²Scientific and Production Enterprise "KF", Volzhsky

Abstract. The possibility of using synthesized xanthan acid salts as ingredients of a rubber compound, namely as accelerators of sulfur vulcanization, is investigated. The dependence of vulcanization and elastic-strength properties of vulcanizates on the chemical structure of xanthogenates has been established.

Keywords: xanthates; SKI-3; carbon disulfide; vulcanization ultra-accelerators; elastomers