ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 678.01

DOI: 10.35211/1990-5297-2021-12-259-71-77

А. Ф. Пучков¹, М. П. Спиридонова¹, Д. А. Куцов², А. Н. Куцов², В. А. Дроздов¹

ЭЛАСТОМЕРЫ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЛАКТАМСОДЕРЖАЮЩЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ СОЛЮ

¹ Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

² ООО «Интов-Эласт» г. Волжский, Россия,

E-mail: mspiridonova@list.ru

Использование лактамсодержащей комплексной соли (ЛКС) с функциями диспергатора, аппрета и сшивающего агента, позволило получить эластомеры с высоким (не менее 300 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука) содержанием модифицированной карбоксиметилцеллюлозы для манжеты пакерного устройства, способного выполнять необходимые запорные функции при контакте с высококонцентрированными (не менее 25 %) водными растворами минеральных солей – NaCl и CaCl₂. Достижимый эффект выражается в способности ЛКС диспергировать водонабухающие полимеры (ВНП), оказать аппретирующее действие на частицы ВНП, препятствуя, тем самым, их агломерации, а также создать дополнительные хемосорбционные связи в матрице каучука. В итоге, получается развитая сеть границ раздела, способствующая скорейшему проникновению водных растворов минеральных солей в массив эластомерной композиции.

Ключевые слова: манжеты пакерного устройства, карбоксиметилцеллюлоза, водонабухающий полимер, лактамсодержащая комплексная соль.

Проблемы, возникающие при попытке использования карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), как и природных минералов, например, алюмосиликатов (глин), магний- и алюмосиликатов (асбестов), в качестве активных наполнителей каучуков, заключаются в трудности придания частицам этих материалов размеров наноуровня и, как следствие этого, невозможности обеспечения хемосорбционных связей в области контакта высокомолекулярных частиц с каучуком. Подобных проблем, как известно, не возникает при использовании синтетических наполнителей – технического углерода и коллоидной кремнекислоты с частицами наноуровня.

Как показали исследования, оригинальная технология, использующая лактамсодержащие расплавы [1], позволяет обеспечить необходимые условия для получения частиц природных материалов с параметрами, свойственными синтетическим активным наполнителям. В качестве примера, прежде всего, можно привести

результаты, полученные при наполнении фторкаучука СКФ-26, диспергированным асбестом хризотилowym (ДАХ) [2]. Применяемый для диспергирования асбеста хризотилового (АХ) лактамсодержащий комплекс оказывает также аппретирующее действие, способствующее обеспечению близкого контакта волокон с каучуком. При этом использование ДАХ в эластомерных композициях на основе СКФ-26 придает вулканизатам значительное увеличение условной прочности при растяжении. В свою очередь плохое распределение волокон недиспергированного АХ в каучуке не способствует увеличению прочностных свойств вулканизата. ЛКС при диспергировании АХ путем многократного пропускания совместно с расплавом через нулевой зазор валкового оборудования и последующим за этим смешением ДАХ с каучуком, не только глубоко проникает в его частицы, но и способствует протеканию хемосорбционных явлений, принимая во внимание возникновение больших сдвиговых усилий.

Подобные хемосорбционные явления при такой обработке материала известны. Так, например, углерод-каучуковый гель образуется уже в процессе смешения каучуков с активными марками технического углерода [3].

Таким образом, эффект усиления вулканизатов на основе СКФ-26 при использовании композиций магний- и алюмосиликатов с лактамсодержащими расплавами объясняется образованием комплексных соединений, комплексообразователями в которых являются элементы наночастиц силикатов [2].

Возможность применения модифицированной КМЦ (КМЦ-М) с основной функцией ВНП, а также как активного наполнителя была отмечена в опытах [4], проводимых с целью использования КМЦ в композиции с полиакриламидом (ПАА) в качестве водонабухающих полимеров (ВНП), пригодных для изготовления резиновых манжет пакерных устройств (РМПУ). В соответствии с этим запатентованным решением композиция из КМЦ и ПАА при дозировках 290–350 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука в соотношении 1:1 масс. ч., способна выполнять необходимые запорные функции при контакте манжет с высококонцентрированными водными растворами минеральных солей.

Использование композиций ВНП в РМПУ не является чем то, совершенно новым. Исследования и практические разработки в этом направлении уже проводятся не менее 30 лет, по крайней мере, с тех пор, как добычу углеводородов стали осуществлять из глубокозалегающих пластов, где создают давление различными флюидами, в том числе и водными растворами минеральных солей [5,6]. Но при этом проблемы возникают при использовании высококонцентрированных рассолов, так как уже при их концентрации свыше 6 % резиновые манжеты с содержанием ВНП в пределах концентраций 180–200 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука не способны достичь нужной степени набухания. Поэтому авторы настоящей статьи, используя уже известные водонабухающие полимеры, направили исследования на создание эластомерных композиций с их высоким содержанием. Приоритетным в этом направлении явилось использование оригинальных ЛКС с функциями диспергаторов, аппретов и сшивающих агентов. Особое внимание было уделено КМЦ, так как именно она как по отдельности, так и в комбинации с другими ВНП, модифицированная ЛКС, позволяет при относительно большом со-

держании в каучуке обеспечить необходимую степень набухания манжете в высококонцентрированных рассолах при сохранении последней достаточного уровня прочностных свойств. При используемых дозировках прочностные свойства опытных вулканизатов относительно невелики, но всегда выше зарубежных аналогов. Так, образцы, препарированные из манжет американского производства, эксплуатируемые в рассолах минеральных солей с концентрацией не выше 6 %, имели условную прочность при растяжении 2,5–2,9 МПа.

Экспериментальная часть

ВНП представляли собой композицию из карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ, марки 85/1100, ООО «Давос-Трейддинг») и полиакриламида (ПАА, АК-639, марки В-50Э) в соотношении 1:1 масс. ч.

Приготовление лактамсодержащего расплава – комплексной соли осуществлялось в обогреваемом фарфоровом реакторе емкостью 0,5 л с лопастной фторопластовой мешалкой. При 115 ± 5 °С в реактор загружают 120 г. ϵ -капролактама и 120 г. N-изопропил- N-фенил-N-фенилендиамин (IPPD). Как только начинается плавление взятых веществ, включают мешалку и смешение проводят до полного их расплавления. В расплав, не останавливая мешалку, засыпают порциями измельченную сосновую канифоль в количестве 64,6 г. Каждая порция составляет примерно 1/5 часть от общей массы канифоли. При переходе всей канифоли в расплав также порциями загружают 15,4 г. оксида цинка (ZnO). После последней загрузки ZnO смешение продолжают еще 40 мин. Затем расплав выливают в приемную емкость. При принятых параметрах реактора и указанном выше температурном режиме, а также количестве загружаемых компонентов, этого времени (40 мин) достаточно для полного образования ЛКС. Процесс образования ЛКС сопровождается входением ϵ -капролактама и IPPD во внутреннюю сферу образующейся КС. Для контроля завершения процесса синтеза ЛКС используют определение температуры каплепадения ($T_{\text{кп}}$). Статистический анализ данных показывает, что значения $T_{\text{кп}}$ образцов с полным формированием структуры комплекса (по данным физико-химических методов анализа [1]) лежат в пределах 75–80 °С.

Перед процессом диспергирования приемную емкость с ЛКС помещают в термостат

и при 115 ± 5 °С термостатируют до превращения продукта в жидкость. Затем проводят смешение ВНП с ЛКС в аппарате типа «пьяная бочка» объемом 1 литр. Учитывая относительно не высокую насыпную плотность ВНП, в аппарат загружают 397 г. ВНП и 3 г. ЛКС. Аппарат приводят в движение на 30–40 мин. По сути, это смешение ВНП с ЛКС (грубое диспергирование) необходимо для уменьшения пыления ВНП, а также – с целью повышения производительности процесса непосредственного диспергирования. Выгрузив смесь ВНП с ЛКС, ее направляют к лабораторным вальцам 320 160/160. Диспергирование проводят при нулевом зазоре между валками. Окончание процесса контролируют постоянством значения насыпной плотности (ρ_n) – $0,55$ г/см³; ρ_n смеси ВНП с ЛКС до диспергирования – $0,45$ г/см³. Точно также с использованием ЛКС диспергируют КМЦ. По окончании процесса ρ_n КМЦ-М составляет $0,53$ г/см³; до диспергирования – $0,42$ г/см³.

Резиновую смесь готовили в резиносмесителе (РС) типа Брабендер с рабочим объемом камеры 100 см³. Температура в камере РС перед загрузкой ингредиентов составляла 80 °С. Диспергированный ВНП (ДВНП) вводили в каучук порциями после введения стеариновой кислоты, оксида цинка и наполнителя. Каждая порция – 1/10 часть от массы ДВНП. Вулканизующую группу – на последней стадии. Смесь выгружали после достижения в камере 95 ± 5 °С. Доработка смеси осуществлялась на вальцах 320 160/160. Доработку заканчивали после того, когда срезаемая лента толщиной 1–2 мм приобретала когезионную прочность, обеспечивающую намотку резиновой ленты на трубу пакерного устройства. Вулканизацию шайб для определения параметров набухания с диаметром 29 мм и высотой 14 мм и пластин для определения физико-механических показателей по ГОСТ 270-75 проводили в электропрессе в течение 30 мин при 150 °С.

Приготовление резиновых смесей на основе бутадиен-нитрильного каучука БНКС-28 осуществлялось на лабораторных вальцах 320 160/160. Для идентификации образующихся связей при модификации КМЦ абиеитиновой кислотой использовали ИК-Фурье спектрометр.

Обсуждение результатов

Комплексная соль является типичным комплексным соединением, полученным в расплаве ϵ -капролактама с IPPD при их эвтектическом

соотношении (1:1, масс. ч.) с вязкостью по Брукфильду в пределах 20–25 °С не более 300 сПз. Как отмечается [7, 8] подобное состояние лактамсодержащих расплавов с низкой вязкостью позволяет использовать их в качестве дисперсионной среды для проведения целого ряда химических реакций. Таким образом, ЛКС – это типичный пример получения продукта с помощью химических реакций в лактамсодержащих расплавах. Образование ЛКС доказывается различными физико-химическими методами, в частности, данными золь-гель анализа и ИК-спектроскопией [1]. Вещества, составляющие внутреннюю сферу комплексного соединения (ϵ -капролактама и IPPD), а также соли, образовавшиеся в результате реакции оксида цинка с кислотами канифоли, и прежде всего с абиеитиновой, способны выполнять вполне определенные функции, присущие индивидуальным веществам. Прерогативную роль в формировании комплекса следует отвести ϵ -капролактаму. Его способность к образованию жидких бинарных расплавов, отмеченная выше, – следствие исключительного конформизма (приспособляемости) ко многим органическим соединениям [9]. Этот факт, по всей вероятности, находит отражение в процессе диспергирования, когда ϵ -капролактама, координированный цинком, способствует комплексу в целом входить в молекулярный контакт с ВНП. В таком случае в поле сдвиговых напряжений неизбежным становится процесс измельчения агломерированных частиц ВНП, а присутствие цинковых солей с выраженными поверхностно-активными свойствами – их стабилизации. При этом ЛКС не утрачивает свойства, присущие отдельно канифоли. В производстве РТИ и клеев ЛКС известна как модификатор КС-БП (выпускается ООО «Эластохим» г. Волжский в соответствии с техническими условиями). Как и канифоль, КС-БП обеспечивает резиновым смесям когезионную прочность и конфекционную клейкость. Кстати, именно последнее свойство ограничивает использование ЛКС свыше 10 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука. В принципе, ВНП можно диспергировать и большим количеством ЛКС, но это сразу же повлечет за собой появление в процессе приготовления смеси технологического недостатка: смесь липнет к рабочим элементам смесительного оборудования, в результате чего и в силу относительно низкой когезионной прочности ее невозможно при вальцевании снять с валька. Как показали иссле-

дования, наилучшие результаты достигаются при использовании 2–10 масс. ч. ЛКС на 100 масс. ч. каучука.

Присутствие абиеиновой кислоты в канифоли, как показано на схеме рис. 1, предопределяет образование хемосорбционных связей между частицами модифицированной целлюлозы и каучуком. Исходя из структуры КМЦ [3. Т. 3. С. 953] следует, что при получении карбоксиметилцеллюлозы не все три гидроксильные группы звена целлюлозы вступают в реакцию этерификации с гидроксильными группами гликолевой кислоты (т. е. степень замещения x – не всегда равна 3). Используемый в настоящей работе КМЦ, в соответствии с техническими условиями, имеет степень замещения 0,85. В таком случае в результате механохимических процессов, имеющих место при диспергировании КМЦ, возможно, как показано на схеме (рис. 1), образование сложного эфира КМЦ вследствие взаимодействия с абиеиновой кислотой канифоли. Канифоль может

также находиться в некотором избытке, как не вступившая в реакцию солеобразования. Образование сложноэфирных связей подтверждается данными ИК-спектрального анализа присутствием в спектре двух полос поглощения валентных колебаний при 1715 см^{-1} ($\text{C}=\text{O}$ группы) и 1260 см^{-1} ($\text{C}-\text{O}$ группы). На схеме представлена возможность протекания хемосорбционных явлений за счет возникновения серных мостиков по месту двойных связей абиеиновой кислоты и макромолекулы каучука (см. схему, рис. 1). На этом этапе исследований можно принять термин – модифицированная КМЦ (КМЦ-М), принимая во внимание не просто измельчение ее частиц в дисперсионной среде ЛКС, а видоизменение, сопровождаемое возможными полимераналогичными превращениями. В свою очередь, для ПАА оставить – диспергированный ПАА (ПАА-Д), так как в данных условиях эксперимента пока что не выявлено каких-либо изменений структуры его макромолекулы.

Рис. 1. Звено карбоксиметилцеллюлозы с остатком модифицирующего агента – x (гликолевой кислоты) (а); абиеиновая кислота (б); макромолекула карбоксиметилцеллюлозы, модифицированное звено которой соединено посредством сульфидных связей с макромолекулой каучука (в)

Как следует из представленной табл. 2, наибольший эффект усиления наблюдается при значительном содержании КМЦ-М. Следует также отметить, что введение не диспергированной целлюлозы свыше 90 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука представляет значительную трудность: наблюдается сильное пыление, а смесь, буквально, рассыпается. Тем не менее, содержание КМЦ можно довести до 180 масс. ч. Но прочность вулканизатов при этом остается на уровне порядка 2 МПа. Необходимо отметить, что использование в эластомерной композиции ПАА-Д отдельно от КМЦ-М приводит к появлению визуально видимых вздутий на поверхности вулканизатов, особенно выраженных при содержании ПАА-Д свыше 20 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

Вполне вероятно, это результат диссипативного разогрева ПАА при диспергировании его в поле больших сдвиговых усилий, сопровождаемого переходом полимера в вязкотекучее состояние и, как следствие этого, агломерации его частиц в дисперсионной среде, представленной ЛКС (рис. 2, в). В таком случае вздутия неизбежны из-за абсорбции газов и адсорбции влаги воздуха при диспергировании. КМЦ, как видно, (фото, рис. 2, а) представлен агломератами отдельных нитевидных частиц. Частицы агломератов размером около 70 мкм, способны проходить через ячейки сита с таким же размером. В процессе диспергирования КМЦ происходит формирование частиц анизотропных по размеру (рис. 2, б). В определенной степени они сохраняют нитевидную форму, на-

поминая короткие волокна, и проходят через сито, но уже с размером 30 мкм. Можно предположить, что ЛКС оказывает аппретирующее действие на сформировавшиеся короткие во-

локна, препятствуя их агломерации. Такие волокна, в свою очередь, способствует измельчению частиц ПАА при совместном его диспергировании с КМЦ (рис. 2, *г*).

Таблица 1

Состав резиновых смесей для резин пакерных манжет

Ингредиенты	Составы, масс. ч. на 100 масс. ч. каучука						
	1	2	3	4	5	6	7
Каучук БНКС-28	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Сера	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Альтакс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Сульфенамид	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
ZnO	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Стеарин	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
ПУ 324	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
КМЦ-М	300,00						
Диспергатор ЛКС	2,00	2,00		2,00	5,00	10,00	10,00
ПАА		300,00	300,00				
ВНП				300,00	320,00	350,00	350,00
ДБФ			10,00

Рис. 2. Фотографии карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ):

а – недиспергированной; *б* – диспергированной; *в* – диспергированной в дисперсионной среде, представленной лактамсодержащей комплексной солью (ЛКС); *г* – совместно диспергированной с частицами полиакриламида (ПАА)

Нельзя исключить также, что аппретируемые волокна, лишённые способности к агломерации и тем самым способствующие увеличению границ раздела, могут оказать влияние на увеличение скорости течения флюидов и

степени заполнения ими объема резиновой манжеты. Данные процесса набухания (% мас.) образцов вулканизатов в виде шайб, а также физико-механические показатели резин представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические показатели и степень набухания резин пакерных манжет

Показатели	Составы						
	1	2	3	4	5	6	7
Условная прочность при растяжении, МПа	3,0	3,0	2,6	3,8	3,2	3,0	2,7
Относительное удлинение при разрыве, %	270	230	280	220	210	190	180
Остаточное удлинение, %	12	10	10	8	6	6	6
Степень набухания шайб в 22% водном растворе NaCl, % мас.							
1 сутки	4	5	6	12	15	18	11
10 суток	67	69	84	96	99	112	94

Как следует из данных, наибольший синергический эффект при набухании обеспечивается образцам вулканизатов с ВНП, содержащих композицию из КМЦ и ПАА в соотношении 50:50 % мас. Уменьшение в композиции доли КМЦ до 30 % мас. (состав 7) понижает прочностные свойства вулканизатов, как и степень набухания. Также вулканизатам с композициями из ВНП по этим показателям уступают вулканизаты, содержащие отдельно диспергированные ЛКС – это КМЦ и ПАА (составы 1 и 2), а также вулканизаты с ПАА, диспергируемые дибутилфталатом (ДФФ) по рекомендации американских исследователей (патент US 2009/0084550 A-1). Причиной снижения набухания могут быть гидрофобные эфиры фталевой кислоты. Следует отметить также, что процесс диспергирования ПАА в присутствии ДБФ, практически в 4 раза становится более затратным по времени, чем КМЦ в присутствии ЛКС, в одинаковых условиях эксперимента.

Выводы

Проведенные эксперименты подтверждают правильность концепции в выборе синергической системы ВНП, в частности КМЦ и ПАА, для использования их в резиновых манжетах пакерных устройств. Как показали исследования, без специальной обработки ВНП не способны обеспечить манжетам необходимых свойств при эксплуатации в водных растворах минеральных солей с концентрацией более 20 %. Сравнительная оценка показала (использовались зарубежные аналоги), что наиболее эффективными для указанных целей являются ЛКС, способные диспергировать ВНП с сохранением волокнистой структуры КМЦ, создать дополнительные хемосорбционные связи в матрице каучука и оказать аппретирующее действие на частицы ВНП, препятствуя тем самым их агломерации. В итоге, получая развитую сеть границ раздела, способствующую скорейшему проникновению флюидов в массив эластомерной композиции, манжеты, содержащие 300–350 масс. ч. диспергированного ВНП, могут иметь степень набухания в пределах 96–112 мас. % при контакте с водными растворами с концентрацией 20–25 %. Это предопределяет возможность их применения в качестве РМПУ для скважин с высоким уровнем минерализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спиридонова, М. П. Эластомерные материалы, содержащие молекулярные комплексы и комплексные со-

единения с ε-капролактамом: дисс. ... д-ра техн. наук: 02.00.06 / М. П. Спиридонова. – Волгоград, 2019. – 352 с.

2. Композиции природных магний- и алюмосиликатов с лактамсодержащими расплавами в качестве технологических добавок к резинам на основе каучука СКФ-26 / А. Ф. Пучков, М. П. Спиридонова, Д. А. Куцов, А. Н. Куцов, В. А. Ковалев, Н. Д. Прокопенко // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 5 (240) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – С. 70–75.

3. Кабанов, В. А. Энциклопедия полимеров. В 3 т. Т. 3 / В. А. Кабанов (глав. ред.), М. С. Акутин, Н. Ф. Бакеев, [и др.]. – М., Сов. Энци. – 1977. – 152 с.

4. Пат. 2700606 РФ, МПК C08L902. Резиновая смесь для манжеты пакерного устройства, разбухающая в водном растворе NaCl или CaCl с концентрацией не более 25 % / Пучков А. Ф., Куцов Д. А., Куцов Д. Н. – Заявл. 23.07.2018, опубл. 18.09.2019 Бюл. № 26.

5. Пат. 2683462 Российская Федерация, МПК C08L9/02, C08L33/26, C08K3/04, C08K3/06, E21B33/12 Водонабухающая эластомерная композиция / Лопатина С. С., Ваниев М. А., Сычев Н. В., Брюзгин Е. В., Нилидин Д. А., Новаков И. А.; заявитель и патентообладатель: ВолгГТУ. – № 2018129268 ; заявл. 09.08.2018 ; опубл. 28.03.2019 Бюл. № 10.

6. Пат. 09235417 Япония, МПК : F 17 D 3/00; B 01 20/26. Production of highly water-swellaable vulcanized rubber product / Eri Gotou, Kazuhiro Okamura, Naotake Shioji ; заявитель и патентообладатель Nippon Shokubai Co Ltd ; заявл. 26.09.2011 ; опубл. 19.12.2012.

7. Пучков, А. Ф. Особенности технологии получения лактамсодержащих молекулярных комплексов и комплексных соединений / А. Ф. Пучков, М. П. Спиридонова и др. // Промышленное производство и использование эластомеров. – № 1. – 2018. – С. 29–37.

8. Пучков, А. Ф. Свойства расплавов и сплавов ε-капролактама с органическими и неорганическими соединениями / А. Ф. Пучков, М. П. Спиридонова и др. // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 4 (183) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». – С. 126–131.

9. Пучков, А. Ф. Конформационные превращения ε-капролактама как его прерогатива при получении молекулярных комплексов, используемых в клеевой технологии / А. Ф. Пучков, Н. А. Третьякова, Э. А. Мамин, М. П. Спиридонова // Клеи. Герметики. Технологии. – 2017. – № 9. – С. 2–6.

REFERENCES

1. Spiridonova, M.P. E`lastomerny`e materialy`, soderzhashhie molekulyarny`e komplekсы i kompleksny`e soedineniya s kaprolaktamom: dissertaciya...doktora tekhnicheskikh nauk: 02.00.06.-Volgograd, 2019.-352 s.

2. Kompozicii prirodny`x magnij- i alyumosilikatov s laktamsoderzhashhimi rasplavami v kachestve tekhnologicheskix dobavok k rezinam na osnove kauchuka SKF-26/Puchkov A.F., Spiridonova M.P., Kucsov D.A., Kucsov A.N., Kovalev V.A., Prokopenko N.D./Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2020. № 5 (240). S. 70-75.

3. Kabanov V.A. E`nciklopediya polimerov. V 3 t. T.3 / V.A. Kabanov (glav. red.), M.S. Akutin, N.F. Bakeev, [i dr. – Ya. M., Sov. E`ncz. – 1977. –152 s.

4. Pat.2700606 RF, MPK S08L902. Rezinovaya smes` dlya manzhety` pakernogo ustrojstva, razbuxayushhaya v

vodnom rastvore NaCl ili CaCl c koncentraciej ne bolee 25 % / A.F. Puchkov, D.A. Kuczov, D.N. Kuczov.-Zayavl. 23.07.2018, opubl.18.09.2019 Byul.№26.

5. Pat. 2683462 Rossijskaya Federaciya, MPK C08L9/02, C08L33/26, C08K3/04, C08K3/06, E21B33/12 Vodonabuhayushchaya elastomernaya kompoziciya / S.S. Lopatina, M.A. Vaniev, N.V. Sychev, E.V. Bryuzgin, D.A. Nilidin, I.A. Novakov; zayavitel' i patentoobladatel': VolgGTU. – № 2018129268 ; zayavl. 09.08.2018 ; opubl. 28.03.2019 Byul. № 10.

6. Pat. 09235417 YAponiya, MPK : F 17 D 3/00; B 01 20/26. Production of highly water-swellaable vulcanized rubber product / Eri Gotou, Kazuhiro Okamura, Naotake Shioji ; zayavitel' i patentoobladatel' Nippon Shokubai Co Ltd ; zayavl. 26.09.2011 ; opubl. 19.12.2012.

7. Puchkov, A.F. Osobennosti tekhnologii polucheniya

laktamsoderzhashhix molekulyarny`x kompleksov i kompleksny`x soedinenij /A.F. Puchkov, M.P. Spiridonova i dr.// Promy`shlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie e`lastomerov. - №1.-2018. –s.29-37.

8. Puchkov, A.F. Svoystva rasplavov i splavov e-kaprolaktama s organicheskimi i neorganicheskimi soedineniyami / A.F. Puchkov, M.P. Spiridonova i dr.// Izvestiya VolgGTU. Ser. Ximiya i tekhnologiya e`lementoorganicheskix monomerov i polimerny`x materialov. - Volgograd, 2016. - № 4 (183). - C. 126-131.

9. Puchkov, A.F. Konformacionny`e prevrashheniya e-kaprolaktama kak ego prerogativa pri poluchenii molekulyarny`x kompleksov, ispol'zuemy`x v kleevoy tekhnologii / A.F. Puchkov, N.A. Tret'yakova, E`A. Mamin, M.P. Spiridonova // Klei. Germetiki. Tekhnologii. - 2017. - № 9. - C. 2-6.

A. F. Puchkov¹, M. P. Spiridonova¹, D. A. Kutsov², A. N. Kutsov², V. A. Drozdev¹

ELASTOMERS WITH A HIGH CONTENT OF MODIFIED CARBOXYMETHYLCELLULOSE

¹VolzhskyPolitechnical Institute (branch) Volgograd State Technical University

²Intov-Elast LLC, Volzhsky, Russia

Abstract. The use of lactam-containing complex salts (LCS) with the functions of dispersants, apparatuses and crosslinking agents made it possible to obtain elastomers with a high (at least 300 wt.% per 100 wt.h. of rubber), containing modified carboxymethyl cellulose for the cuff of a packer device capable of performing the necessary shut-off functions in contact with highly concentrated, at least 25% aqueous solutions of mineral salts – NaCl and CaCl₂. The achieved effect is expressed in the ability of LCS to disperse water-swelling polymers (GNP), to have an appretting effect on GNP particles, thereby preventing their agglomeration, as well as to create additional chemisorption bonds in the rubber matrix. As a result, a developed network of interface boundaries is obtained, which contributes to the rapid penetration of aqueous solutions of mineral salts into the array of elastomeric composition.

Keywords: cuffs of the packer device, carboxymethylcellulose, water-swelling polymer, lactam-containing complex salt.