

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

УДК 621.892

DOI: 10.35211/1990-5297-2025-5-300-36-42

*А. А. Степанов¹, О. А. Кротикина², *Д. Н. Небыков¹*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМОТОРОВ НА ПРОЦЕСС СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ НА ОСНОВЕ СУЛЬФОНАТА КАЛЬЦИЯ

¹ Волгоградский государственный технический университет

² ООО «ИНТЕСМО»

*E-mail: nervwho@gmail.com

Изучено влияние различных веществ-промоторов ряда: уксусная кислота, ацетат кальция, *изо*-пропанол, на эксплуатационные характеристики сульфонатно-кальциевых (kSulCa) пластичных смазок. На основе данных ИК-спектроскопии проанализирована структура карбонатов кальция в составе готовой смазки. В результате проведенных исследований было определено, что наиболее эффективным промотором для процесса получения kSulCa пластичной смазки является ацетат кальция.

Ключевые слова: пластичные смазки, сульфонат кальция, карбонат кальция, промоторы

Введение

Сульфонатно-кальциевые пластичные смазки относятся к многоцелевым высокотемпературным водостойким смазкам и могут применяться в тяжелонагруженных узлах трения, в подшипниках скольжения и качения в различных областях промышленности, в которых присутствует повышенная влажность и высокие температуры. Сверхщелочной сульфонат кальция представляет собой коллоидную дисперсию карбоната кальция, стабилизированную в минеральном масле поверхностно-активным веществом – сульфонатом кальция [1; 2].

Известно, что карбонат кальция может иметь различные модификации: кальцит (гранцентрированная ромбоэдрическая ячейка), арагонит (орторомбическая ячейка) и фатерит (гексагональная структура). Кроме того, известна аморфная модификация карбоната кальция (ACC – Amorphous Calcium Carbonate), которая содержится в сверхщелочных сульфонатах [3].

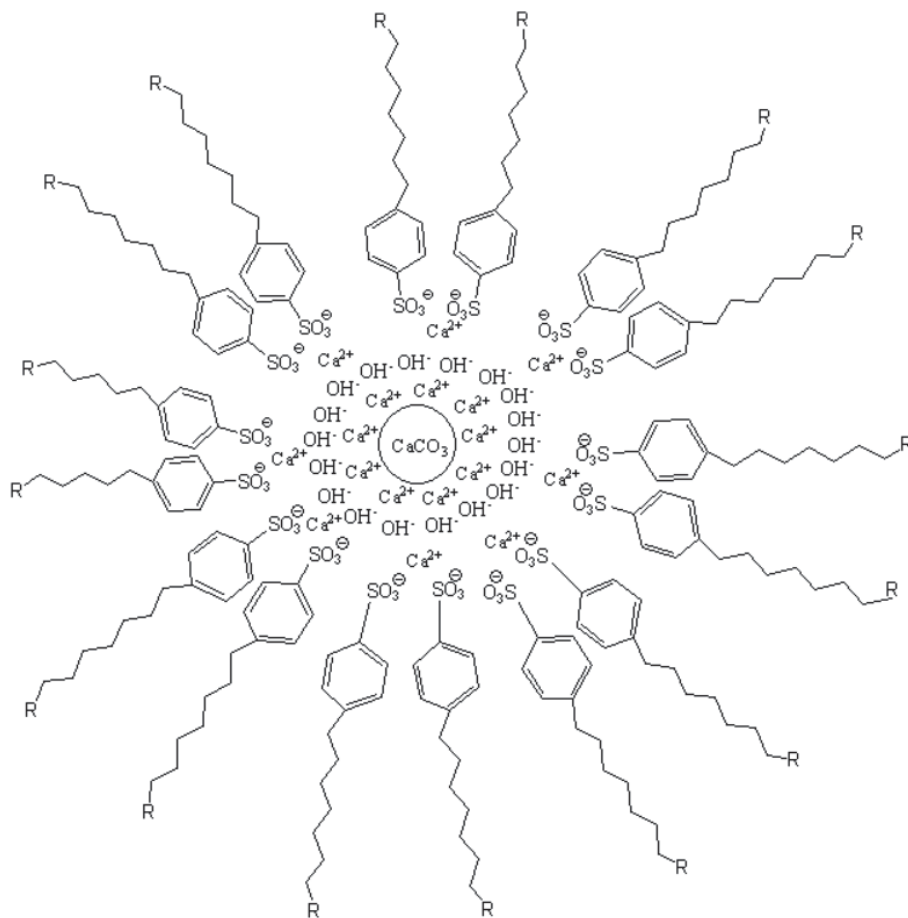
Структура сверхщелочного сульфоната кальция представлена на рис. 1.

Считается, что кальцит является наиболее устойчивой структурой, пластичные смазки на

его основе обладают отличными антифрикционными свойствами и высокой температурой каплепадения.

В процессе получения kSulCa пластичной смазки происходит кристаллизация аморфного карбоната кальция, которая относится к фазовым переходам II рода и протекает только в присутствии воды и специальных промоторов, ускоряющих данный процесс. Известны технологии получения kSulCa пластичной смазки с использованием следующих промоторов: уксусная кислота [4], изопропиловый спирт [5], борная кислота [6].

В работах [7; 8] показано, что процесс производства сульфонатно-кальциевых пластичных смазок можно оптимизировать. Для этого необходимо проводить процесс при повышенном давлении 0,35–0,5 МПа в реактор-контакторе СТРАТКО. Повышение давления существенно ускоряет процесс кристаллизации аморфного карбоната кальция и в результате сокращает время, затрачиваемое на производство. Однако для реализации данного способа необходимо исключить использование легколетучих промоторов, относящихся к классу ЛВЖ, что является весьма затруднительным.

Рис. 1. Структура сверхщелочного сульфоната кальция ($R=15-18$)

Пластичные смазки на основе сульфоната кальция являются очень перспективным смазывающим материалом с широким спектром применения. При этом промоторы гелеобразования являются одним из важнейших компонентов, влияющих как на скорость перехода аморфного карбоната кальция в кристаллическую форму, так и на свойства получаемой смазки. В связи с этим актуальным является изучение влияния различных веществ-промоторов на процесс получения kSulCa пластичной смазки и разработка способа получения kSulCa для производства в реакторе СТРАТКО при повышенном давлении.

Целью данного исследования является изучение влияния различных промоторов в процессе получения пластичной смазки на основе сульфоната кальция на эксплуатационные характеристики получаемого продукта. Для оценки были выбраны такие промоторы, как уксусная кислота, изопропиловый спирт, которые являются одними из самых распространенных промоторов кристаллизации карбоната кальция, а также предложена новая технология промотирования с использованием водного раствора ацетата кальция.

Результаты и их обсуждение

В качестве рецептуры сравнения (образец № 1), на которую опирались при составлении остальных рецептов, была взята смазка из патента ООО «ИНТЕСМО» [4].

Было предложено в качестве одного из методов получения (образец № 2) использовать в качестве промотора кристаллизации аморфного карбоната кальция водную суспензию ацетата кальция. Предполагается, что ацетат кальция при воздействии воды подвергается частичному гидролизу с образованием активных анионов CH_3COO^- , которые, адсорбируясь на поверхности частиц карбоната кальция, вызывают его агрегацию, тем самым ускоряя фазовый переход CaCO_3 .

В данном исследовании также были рассмотрены две рецептуры: с использованием изопропилового спирта (образец № 3), а также изопропилового спирта вместе с уксусной кислотой (образец № 4) в качестве промоторов гелеобразования.

Рассмотренные в данном исследовании рецептуры представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры kSulCa пластичных смазок с использованием различных промоторов

Наименование компонента	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
	Содержание компонента в рецептуре, % масс.			
Смесь нефтяных масел (SN-900 и СГК АУ) в соотношении 4:1	Остальное до 100	Остальное до 100	Остальное до 100	Остальное до 100
Сверхщелочной сульфонат кальция (марка К-314)	38,00	38,00	38,0	38,00
Изопропиловый спирт	-	-	1,50	1,50
Ацетат кальция	-	4,50	4,50	-
Вода дистилл.	-	5,00	5,00	-
Уксусная кислота 70 %	12,86	-	-	12,86
12-ГСК*	3,00	3,00	3,00	3,00
Гидроксид кальция	-	0,37	0,37	-
Противопенная присадка ПМС-200А	0,005	0,005	0,005	0,005

* - 12-гидроксистеариновая кислота

Образцы пластичной смазки получали по одноступенчатому способу, включающему в себя однократное нагревание и охлаждение. Технология получения включает в себя последовательные стадии гелеобразования, омыления кислот, выпаривания воды, термообработки и охлаждения.

Ввиду использования различных промоторов кристаллизации аморфного карбоната кальция, **стадии гелеобразования** при получении образцов 1–4 отличаются:

– при приготовлении **образца № 1** на стадии гелеобразования в реакционную массу добавлялась уксусная кислота 70 % и в течение 1,5 часов проводилась стадия гелеобразования при температуре 80 °С и перемешивании 130 об/мин;

– при приготовлении **образца № 2** на стадии гелеобразования добавляли заранее приготовленную водную суспензию ацетата кальция в массовом соотношении $H_2O : AcCa$, равном 1:2, и проводилась стадия гелеобразования в течение 1,5 часов при температуре 80 °С и перемешивании 130 об/мин, оставшаяся часть ацетата кальция добавлялась на стадии омыления;

– при приготовлении **образца № 3** на стадии гелеобразования добавлялся изопропиловый спирт и вода и проводилась стадия гелеобразования в течение 1,5 часов при температуре 80 °С и перемешивании 130 об/мин, ацетат кальция добавлялся на стадии омыления;

– при приготовлении **образца № 4** на стадии гелеобразования добавлялась уксусная ки-

слота 70 % и изопропиловый спирт и проводилась стадия гелеобразования при температуре 80 °С и перемешивании 130 об/мин.

На **стадии омыления** в реакционную массу добавлялась 12-гидроксистеариновая кислота (12-ГСК), а при получении образцов № 2 и № 3 дополнительно добавлялся $Ca(OH)_2$, необходимый для полного омыления 12-ГСК, при использовании уксусной кислоты в качестве промотора этого не требовалось, так как уксусная кислота легко взаимодействует с гидроксидом кальция, содержащимся в структуре сульфоната кальция, и облегчает последующую диффузию для крупных молекул (12-ГСК). Стадия омыления проводилась при температуре 100 °С и протяженностью 1 час. После этого производилось выпаривание воды при температуре 120 °С на протяжении 1–1,5 часов, и далее реакционная масса нагревалась до 160 °С и выдерживалась в течение 15 мин для термообработки. Стадия термообработки для данного типа смазки проводится для лучшего диспергирования загустителя.

Затем смазку охлаждали оставшейся частью базовых масел SN-900 и АУ (в количестве 20 % от общей массы смеси базовых масел). При этом на стадии охлаждения происходит структурообразование дисперсной фазы загустителя [9].

Все образцы kSulCa смазок после их полного охлаждения до комнатной температуры прошли стадию гомогенизации для более равномерного распределения загустителя в дисперсионной среде.

Для образцов № 1–4 kSulCa смазки (см. табл. 1) были исследованы объемно-механические характеристики (пенетрация, температура каплепадения), коллоидная стабильность и три-

бологические свойства (диаметр пятна износа, нагрузка сваривания) с использованием методов анализа, приведенных в экспериментальной части, полученные значения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные характеристики образцов kSulCa смазки № 1–4

Свойство	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Пенетрация, 1/10 мм	332	266	437	329
Температура каплепадения, °C	>330	310	125	>330
Диаметр пятна износа, мм	0,375	0,47	0,41	0,39
Нагрузка сваривания, Н	3920	3920	4381	3685
Коллоидная стабильность, %	2,6	2,2	9,2	3,6

На основании данных табл. 2 можно сделать следующие заключения:

1) при использовании в качестве промоторов уксусной кислоты (образец № 1) и ацетата кальция (образец № 2) получились пластичные смазки с наилучшими показателями температуры каплепадения, пенетрации и коллоидной стабильности, которые свидетельствуют о правильном формировании структуры дисперсной фазы пластичной смазки и наилучшей эффективности промотора гелеобразования. Однако использование уксусной кислоты не подходит для способа производства при повышенном давлении, так как данное вещество относится к ЛВЖ. Смазка, полученная по технологии, предложенной в данной статье, с использованием водной суспензии ацетата кальция не уступает по эксплуатационным характеристикам своему известному аналогу (образец № 1), при этом предложенная рецептура может быть использована для производства kSulCa под повышенным давлением.

2) Образец № 3, при получении которого в качестве промотора использовался изопропиловый спирт, несмотря на отличные противоизносные свойства, получился жидким по консистенции, а также с очень низким значением температуры каплепадения и плохой коллоидной стабильностью, это говорит о негативном влиянии изопропилового спирта на структурообразование в kSulCa смазке.

3) Исходя из трибологических характеристик образцов № 1–4, видно, что все образцы обладают хорошими противоизносными свойствами, при этом наименьший диаметр пятна износа на-

блюдается для образца № 1 (промотор – уксусная кислота), а наилучшая нагрузка сваривания – для образца № 3 (промотор – i-PrOH).

С помощью ИК-Фурье-спектроскопии был проведен анализ структуры карбоната кальция в структуре полученных образцов kSulCa пластичной смазки.

Известно, что для аморфного карбоната кальция (АСС) свойственна характеристическая полоса поглощения с частотой 858–860 см⁻¹, соответствующая деформационным колебаниям CO₃ группы, а также полоса при 721 см⁻¹ (колебания O-C-O группы).

В спектрах кальцита имеются три разрешенные по симметрии полосы поглощения: 713 см⁻¹ (плоскостные деформационные колебания CO₃ группы), 874 см⁻¹ (внеплоскостные деформационные колебания CO₃) и 1420 см⁻¹ (асимметричные валентные колебания CO₃). Основное отличие между кальцитом и ватеритом в ИК-спектрах заключается в полосе, соответствующей плоскостным деформационным колебаниям CO₃ группы: для кальцита данная полоса проявляется при частоте 713 см⁻¹, а для ватерита – при 744 см⁻¹ [10].

Был снят ИК-спектр исходного непреобразованного сверхщелочного сульфоната кальция (присадка К-314), который проиллюстрирован на рис. 2.

На ИК-спектре исходного сверхщелочного сульфоната кальция наблюдается полоса поглощения $\nu(CO_3)_{ACC}$, соответствующая деформационным колебаниям CO₃ группы в аморфном карбонате кальция (АСС).

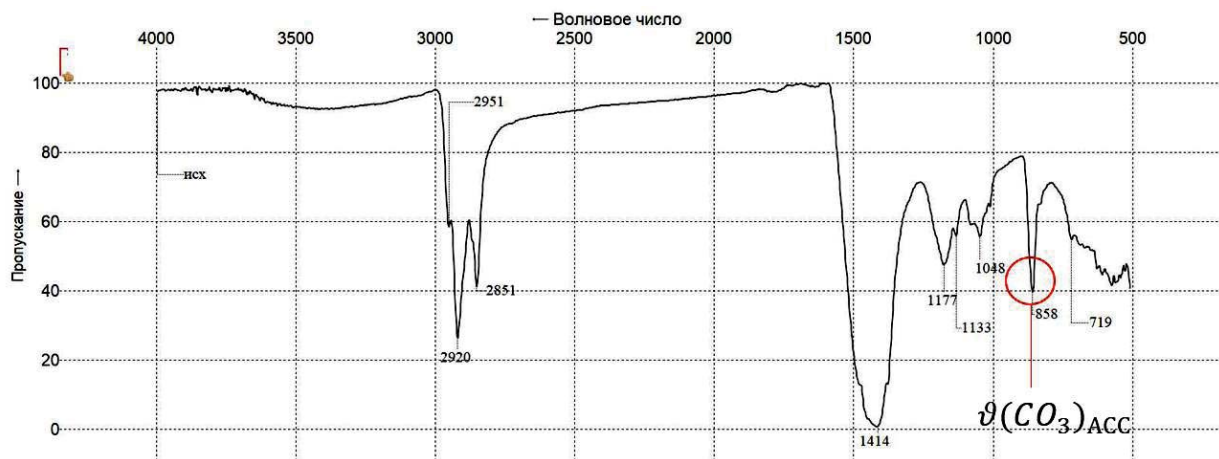


Рис. 2. ИК-спектр непреобразованного сверхщелочного сульфоната кальция

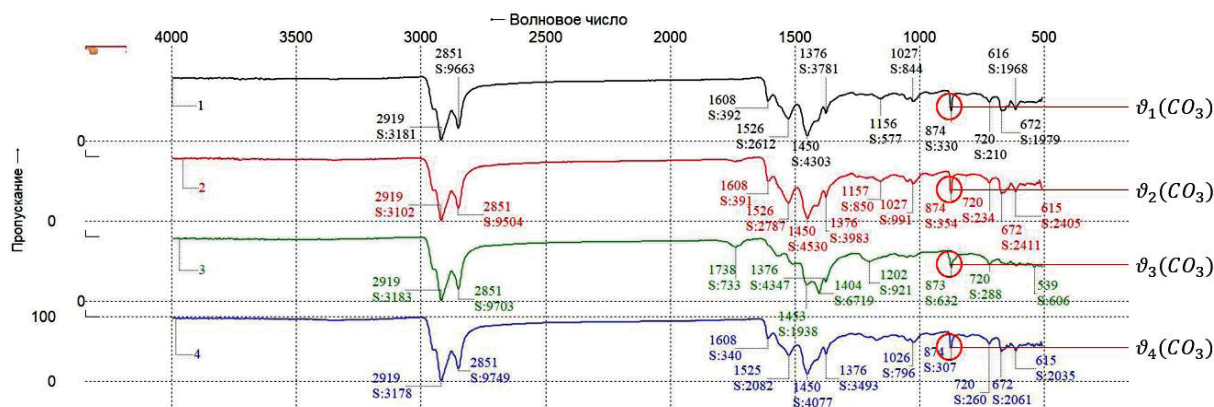


Рис. 3. ИК-спектры образцов kSulCa пластичной смазки № 1–4

Как видно из спектров образцов № 1–4 на рис. 3, карбонат кальция в структуре полученных смазок находится в виде кальцита – наиболее стабильной модификации. На спектрах 1–4 наблюдается характерные полосы поглощения: $\vartheta_1(CO_3)$, $\vartheta_2(CO_3)$, $\vartheta_3(CO_3)$ и $\vartheta_4(CO_3)$ с частотой $873\text{--}874\text{ см}^{-1}$, соответствующие деформационным колебаниям CO_3 группы кальцита.

Экспериментальная часть

Для сравнения эффективности промоторов, влияющих на фазовый переход аморфного карбоната кальция в кристаллическую форму, была проведена серия экспериментов, включающая в себя: приготовление образцов пластичной смазки 1–4, представленных в табл. 1, а также исследование физико-химических и смазочных характеристик полученных продуктов.

В качестве дисперсионной среды использовалась смесь базовых масел в соотношении 4:1, включающая остаточный компонент – базовое масло SN-900 (ТУ 0253-049-00148599-2018

с изм. 1–6, ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», Россия), относящееся к I группе по API, обладающее высокой кинематической вязкостью при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($18,0\text{--}25,0\text{ сСт}$) и хорошими смазывающими свойствами, а также компонент масла с низкой температурой застывания – базовое масло СГК АУ (ТУ 0253-050-00148599-2018 с изм. 1–8, ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», Россия), имеющий температуру застывания $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, данный компонент необходим для улучшения прокачиваемости смазки при отрицательных температурах. Экспериментальным путем было подобрано соотношение количества масла, загружаемого на начальной стадии получения смазки (80 % (масс.) от исходного количества смеси базовых масел) и на стадии охлаждения (20 % (масс.)).

В качестве исходных компонентов для получения комплексного сульфонат-кальциевого загустителя в образцах № 1–4 были использованы следующие реактивы и продукты: сверхщелочной сульфонат кальция марки К-314

(ТУ 0257-063-40065452-2005); **изопропиловый спирт** (ГОСТ 9805-84 Спирт изопропиловый. Технические условия); **ацетат кальция** (ГОСТ 54537-2011 Добавки пищевые. Кальция ацетат E263. Технические условия); **вода дистиллированная** (ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия); **уксусная кислота 70 %** (ГОСТ 55982-2014 Кислота уксусная для пищевой промышленности. Технические условия); **12-гидроксистеариновая кислота** (ТУ 38.101721-88 с изм. 1); **гидроксид кальция** (ГОСТ 9179-2018 Известь строительная. Технические условия); **противопенная присадка ПМС-200А** (ОСТ 6-02-20-79 изм. 9).

Методы анализа

Для сравнения эффективности промоторов гелеобразования и определения эксплуатационных характеристик полученных образцов kSulCa смазки были использованы следующие методы анализа:

– пенетрация по методу А на пенетрометре «ПН-20» (ГОСТ 5346-78 Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом) [11];

– температура каплепадения на приборе «КАПЛЯ-20И» (ГОСТ 6793-74 Метод определения температуры каплепадения) [12];

– коллоидная стабильность на аппарате «АКС-20» (ГОСТ 7142-74 Методы определения коллоидной стабильности) [13];

– трибологические характеристики (ГОСТ 9490-75 Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине): диаметр пятна износа, нагрузка сваривания [14];

Для анализа структуры дисперсной фазы полученных образцов пластичной смазки использовался метод инфракрасной спектроскопии (ИК). ИК-спектры образцов получены на ИК-Фурье-спектрометре ФТ-801 (Россия) методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) на кристалле ZnSe в диапазоне волн $\lambda = 500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ с разрешением 4 см^{-1} .

Выводы

В результате исследования эксплуатационных характеристик пластичных смазок на основе комплексного сульфат-кальциевого загустителя, приготовленных с использованием различных веществ-промоторов: уксусная кислота, ацетат кальция (сусп.) и изопропиловый спирт, влияющих на процесс кристаллизации аморфного карбоната кальция и формирование структуры загустителя, было установлено, что смазки, полученные с использованием уксусной кислоты (образец № 1) и водной суспензии ацета-

та кальция (образец № 2), обладают наилучшими противоизносными свойствами, имеют высокую температуру каплепадения и отличную коллоидную стабильность, характеризующую тиксотропные свойства загустителя. Предложенный в данном исследовании способ получения kSulCa пластичной смазки не только позволяет получить смазку с отличными эксплуатационными характеристиками, но и может использоваться для производства смазки при повышенном давлении.

Было выявлено негативное влияние изопропилового спирта на формирование структурного каркаса загустителя, в связи с этим образец № 3 обладает низкой температурой каплепадения ($125\text{ }^{\circ}\text{C}$) и высоким значением пенетрации (437 1/10 мм).

С помощью ИК-спектроскопии было установлено, что в готовых образцах смазки № 1–4 карбонат кальция находится в форме кальцита – наиболее устойчивой из модификаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жорник, В. И. Структура и свойства комплексной сульфат-кальциевой смазки / В. И. Жорник, А. В. Ивахник, В. П. Ивахник, А. В. Запольский // Механика машин, механизмов и материалов. – 2018. – № 1. – С. 44–50.
2. Тыщенко, В. А. Технология производства смазочных масел и спецпродуктов : учеб. пособие / В. А. Тыщенко, И. А. Агафонов, А. А. Пимерзин, Н. Н. Томина, С. А. Антонов, Е. О. Жилкина. – Самара: Самар. Гос. Техн. Ун-т, 2013. – 235 с.
3. Бакунин, В. Н. Полиморфы карбоната кальция в высокощелочных присадках к маслам и в смазках (обзор) / В. Н. Бакунин, Д. Р. Алексанян, Ю. Н. Бакунина // Журнал прикладной химии. – 2022. – Т. 95. – № 4. – С. 410–421.
4. Пат. 2633350 Российская Федерация, МПК C10M 169/04, C10M 125/00, C10N 30/08. Смазка пластичная антифрикционная высокотемпературная водостойкая : № 2016140988 : заявл. 18.10.2016 : опубл. 12.10.2017 / К. В. Верета, Д. С. Климов, Т. А. Кочерга, Л. Ю. Петрова, Т. А. Рябова ; ООО «Инновационные Технологии Смазок». – 8 с.
5. Пат. 2720004 Российская Федерация, МПК C10M 169/06, C10M 177/00, C10M 123/02, C10M 125/10, C10N 30/06, C10N 30/08, C10N 30/10, C10N 30/12. Пластичная защитная смазка : № 2019125439 : заявл. 12.08.2019 : опубл. 23.04.2020 / С. В. Шлиссер, М. Н. Евстигнеев ; ООО «Завод смазочных материалов Девон». – 9 с.
6. Patent 4560489 USA C10M 1/40 High performance calcium borate modified overbased calcium sulfonate complex greases : Appl No 531,841 : filed Sep. 14, 1983 : published Dec. 24, 1985 / William R., Dixon Jr., Margaret B. Medley, Sidney Wallenstein, Harry V. Strampel ; Witco Chemical Corporation. – 14 p.
7. Kay, J. STRATCO Contactor Reactor Economic Analysis / J. Kay, R. Burkhalter // NLGI Spokesman-Including NLGI Annual Meeting-National Lubricating grease institute, 2003. – P. 8–17.

8. Kay, J. The STRATCO Contactor reactor and its use in the production of calcium sulfonate based greases / J. Kay, J. Lorimor // NLGI Spokesman-Including NLGI Annual Meeting-National Lubricating grease institute, 2018. – P. 6-13.

9. Ишук, Ю. Л. Состав структура и свойства пластичных смазок / Ю. Л. Ишук. – Киев: Наук. думка, 1996. – 510 с.

10. Sato, M. Structure of vaterite and infrared spectra / M. Sato, S. Matsuda // Z. Kryst, 1969. – V. 129, N 5–6. – P. 405–410.

11. ГОСТ 5346-78. Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1978. – 9 с.

12. ГОСТ 6793-74. Нефтепродукты. Методы определения температуры каплепадения. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1974. – 3 с.

13. ГОСТ 7142-74. Смазки пластичные. Методы определения коллоидной стабильности. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1974. – 5 с.

14. ГОСТ 9490-75 Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1975. – 8 с.

REFERENCES

1. Structure and properties of a complex lubricant based on calcium sulfonate / V. I. Zhornik, A. V. Ivakhnik, V. P. Ivakhnik, A. V. Zapolsky // Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials, 2018. – № 1. – P. 44–50.

2. Technology of production of lubricating oils and special products : textbook. manual / V. A. Tishchenko, I. A. Agafonov, A. A. Pimerzin, N. N. Tomina, S. A. Antonov, E. O. Zhilkina. Samara: Samara State Technical University, 2013. – 235 p.

3. Calcium carbonate polymorphs in highly alkaline additives to oils and lubricants (review) / V. N. Bakunin, D. R. Aleksanyan, Yu. N. Bakunina // Journal of Applied Chemistry, 2022. – Vol. 95, № 4. – P. 410–421.

4. Pat. 2633350 Russian Federation, IPC C10M 169/04, C10M 125/00, C10N 30/08. High-temperature, water-resistant plastic antifriction lubricant : №2016140988 : application

18.10.2016 : published 12.10.2017 / K. V. Vereta, D. S. Klimov, T. A. Kocherga, L. Y. Petrova, T. A. Ryabova ; LLC «Innovative Lubrication Technologies». – 8 p.

5. Patent 2720004 Russian Federation, IPC C10M 169/06, C10M 177/00, C10M 123/02, C10M 125/10, C10H 30/06, C10N 30/08, C10N 30/10, C10N 30/12. Plastic protective lubricant : № 2019125439 : application no. 12.08.2019 : published 23.04.2020 / S. V. Shlisser, M. N. Evstigneev ; LLC «Plant of lubricants Devon». – 9 p.

6. Patent 4560489 USA C10M 1/40 High performance calcium borate modified overbased calcium sulfonate complex greases : Appl No 531,841 : filed Sep. 14, 1983 : published Dec. 24, 1985 / William R., Dixon Jr., Margaret B. Medley, Sidney Wallenstein, Harry V. Strampel ; Witco Chemical Corporation. – 14 p.

7. Kay, J. STRATCO Contactor Reactor Economic Analysis / J. Kay, R. Burkhalter // NLGI Spokesman-Including NLGI Annual Meeting-National Lubricating grease institute. – 2003. – P. 8–17.

8. Kay, J. The STRATCO Contactor reactor and its use in the production of calcium sulfonate based greases / J. Kay, J. Lorimor // NLGI Spokesman-Including NLGI Annual Meeting-National Lubricating grease institute. – 2018. – P. 6–13.

9. Ishchuk, Y. L. Composition, structure and properties of plastic lubricants / Yu. L. Ishchuk. – Kiev: Nauk. Dumka, 1996. – 510 p.

10. Sato, M. Structure of vaterite and infrared spectra / M. Sato, S. Matsuda // Z. Kryst. – 1969. – V. 129, № 5–6. – P. 405–410.

11. GOST 5346-78. Lubricants are plastic. Methods for determining penetration with a cone penetrometer. – Moscow : Interstate Standard, 1978. – 9 p.

12. GOST 6793-74. Petroleum products. Methods for determining the drop-off temperature. – Moscow : Interstate Standard, 1974. – 3 p.

13. GOST 7142-74. Lubricants are plastic. Methods for determining colloidal stability. – Moscow : Interstate Standard, 1974. – 5 p.

14. GOST 9490-75 Lubricants, liquid and plastic. A method for determining tribological characteristics on a four-ball machine. – Moscow : Interstate Standard, 1975. – 8 p.

A. A. Stepanov¹, O. A. Krotikova², D. N. Nebykov¹

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PROMOTERS ON THE PROCESS OF STRUCTURE FORMATION IN THE MANUFACTURE OF A LUBRICANT BASED ON CALCIUM SULFONATE

¹Volgograd State Technical University

²ООО «INTESMO»

Abstract. The effect of various promoter substances such as acetic acid, calcium acetate, and isopropanol on the performance characteristics of calcium sulfonate (kSulCa) greases has been studied. Based on IR spectroscopy data, the structure of calcium carbonates in the finished greases was analyzed. As a result of the conducted research, it was determined that calcium acetate is the most effective promoter for the production of kSulCa grease.

Keywords: greases, calcium sulfonate, calcium carbonate, promoters