

ISSN 2091-5527

№ 4/2025

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

The thixotropic loops observed in cyclic shear tests suggest partial structural recovery after deformation, confirming that Sulfanol solutions possess mild thixotropy, an advantage during drilling operations where solids suspension must be maintained.

Conclusion. This study provides a comprehensive evaluation of the rheological behavior of Sulfanol-based surfactant systems used in drilling and enhanced oil recovery operations. The results indicate that the rheology of Sulfanol

solutions is strongly influenced by concentration, shear rate, and temperature. Increasing Sulfanol concentration significantly enhanced apparent viscosity and promoted pronounced shear-thinning behavior, confirming the non-Newtonian, pseudo-plastic nature of the solutions. This behavior is advantageous in drilling applications, where higher viscosity at low shear rates improves suspension and carrying capacity, while reduced viscosity at high shear rates facilitates efficient pumping and circulation.

REFERENCES

1. Alvarado, V., & Manrique, E. (2010). Enhanced oil recovery: An update review. *Energies*, 3(9), 1529–1575. <https://doi.org/10.3390/en3091529>
2. Bjordalen, N., & Huseby, O. (2017). Rheological properties of surfactant-based drilling fluids under high-temperature conditions. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 156, 439–447. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2017.06.031>
3. Chatzigiannakis, E., Morales, V., & Hornof, V. (2019). Flow behavior and micelle formation of anionic surfactants at various concentrations. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 579, 123698. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.123698>
4. Lemos, C., Gonzalez, I., & Souza, F. (2020). Temperature effects on viscosity and structural stability of petroleum sulfonate surfactants. *Fuel*, 263, 116720. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116720>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Сайназарова Мухайё Матибраимовна

Узбекский национальный институт метрологии, e-mail: saynazarova1990@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены подходы к совершенствованию рецептурно-технологических решений при разработке эластомерных композиционных материалов на основе изопренового каучука СКИ-3 и бутадиен-нитрильного каучука БНКС-40АМН. Исследовано влияние различных ускорителей вулканизации, включая альтернативный компонент - технический медамин, на формирование структуры и эксплуатационные свойства резиновых смесей. Разработанные рецептуры испытаны на физико-механические характеристики и стойкость к набуханию в углеводородах при различных температурах и временах экспозиции. Установлено, что применение технического медамина вместо традиционных ускорителей (каптакса и альтакса) обеспечивает получение вулканизатов с высокими показателями прочности, эластичности, твердости и стабильности свойств после воздействия агрессивных сред. Полученные результаты подтверждают эффективность предложенных технологических решений и расширяют возможности создания резиновых материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: технический медамин, свойства вулканизатов, резиновые смеси, эластомерные композиционные материалы, СКИ-3, БНКС-40АМН, рецептура

Введение. Развитие технологической базы и обновление традиционных представлений о структуре и свойствах смесовых материалов, получаемых на основе широко применяемых видов каучука с добавлением новых функциональных ингредиентов, существенно расширяют фундамент эластомерного материаловедения, особенно в области разработки эластомерных композиционных систем.

Вулканизация занимает ключевое место в технологии изготовления резиновых изделий.

На сегодняшний день накоплен значительный экспериментальный материал, касающийся использования различных классов соединений в качестве вулканизирующих агентов — ускорителей, активаторов и др., а также особенностей их действия. Установлены общие закономерности, связывающие тип формирующихся вулканизационных структур с физико-механическими характеристиками резиновых материалов, и разработаны технологические подходы к получению резин на основе каучуков различных типов [1–2].

Целью данной работы является совершенствование рецептурно-технологических подходов к созданию эластомерных композиционных материалов на основе изопренового каучука (СКИ-3) и бутадиен-нитрильного каучука (БНК), используемых при производстве резинотехнических изделий.

Материалы и методы. В настоящее время известно немало исследований, посвящённых созданию композиционных материалов, обладающих маслостойкостью, износо- и морозостойкостью. Такие материалы получают на основе бутадиен-нитрильного каучука БНК-18АН в сочетании с серой, сульфенамидом Ц, N,N'-дифенилгуанидином, цинковыми белилами, диафеном ФП, ацетонанилом Н, канифолью, стеариновой кислотой, а также высокомолекулярным полиэтиленом, модифицированным природным углеродсодержащим веществом — карбосилом, и техническим углеродом марок П-803 и П-324, а также диоктилсебацатом.

Также изучены составы маслостойких резиновых смесей, включающие бутадиен-нитрильный каучук БНК-40АМН, изопреновый каучук СКИ-3, метилстирольный каучук СКМС-30 АРКМ-15, серу, сульфенамид Ц, стеариновую кислоту, технический углерод П-324, оксид цинка, регенерат РШТ, тиурам Д,

каолин, нефтяной битум, нафтам-2, масло И-8А, N-нитрозодифениламин, а также технологические добавки — диспрактол КС и смесь дифенилкарбонатной и диметилкарбонатной смол ДФК-1.

Однако недостатками вышеуказанных резиновых смесей являются недостаточно высокие показатели физико-механических свойств.

Результаты и обсуждение. Для повышения физико-механических характеристик – таких как условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, твердость, а также для увеличения объёма при набухании – нами разработана модифицированная рецептура резиновой смеси. В её состав входят бутадиен-нитрильный каучук БНК-40АМН и синтетический изопреновый каучук СКИ-3, вулканизирующий агент сера, активатор вулканизации оксид цинка и противостаритель нафтам-2. Особенностью предлагаемой смеси является введение дополнительных ускорителей вулканизации – каптакса и альтакса – а также их альтернативного компонента, технического медамина. В качестве наполнителей использованы технический углерод П-324 и стеарат цинка, в качестве пластификаторов – дибутилфталат и канифоль. Соотношение компонентов приведено в таблице 1.

Таблица 1.

1	Синтетический каучук изопреновый марки СКИ-3	60,0-70,0
2	БНК марки БНК-40 АМН	30,0-40,0
3	Сера	2,5-3,5
4	Каптакс	0,5-1,5
5	Альтакс	0,5-1,5
6	Белила цинковые	3,0-4,0
7	Нафтам-2	1,0-2,0
8	Технический углерод П 324	45,5-55,0
9	Дибутилфталат	3,0-4,0
10	Канифоль	1,0-2,0
11	Технический медамин альтернатива каптаксу и альтаксу	0,5-1,5
12	Стеарат цинка	8,0-12,0

Приготовление резиновой смеси осуществляли на лабораторных вальцах в одну стадию в течение 30 минут [3–4]. После смешения состав охлаждали на металлических столах и выдерживали не менее 24 часов. Вулканизацию полученных резиновых смесей проводили в прессе при температуре $143 \pm 0,5$ °С в течение 30 минут. Далее определяли физико-механические и эксплуатационные характеристики вулканизатов в соответствии с методиками [3]. Рецептурные составы резиновых смесей и результаты испытаний вулканизатов представлены в таблицах 2 и 3.

Нами также проводились исследования вулканизатов на набухание в углеводородах. При

этом вулканизаты выдерживали в углеводородах при 23°С и 70°С в течение 24 и 72 часов (табл.3).

Анализ данных таблицы 3 показывает, что резина, полученная на основе бутадиен-нитрильного каучука БНК-40АМН и синтетического изопренового каучука СКИ-3, характеризуется высокими физико-механическими показателями – относительным удлинением при разрыве, высокой условной прочностью при растяжении и достаточной твердостью. Кроме того, разработанный материал демонстрирует благоприятные набухающие свойства.

Таблица 2.

Составы резиновой смеси на основе каучуков общего и специального назначения

Компоненты	Составы			
	1	2	3	4
Бутадиен-нитрильный каучук марки БНКС-40АМН	40,0	35,0	30,0	40,0
Синтетический каучук изопреновый СКИ-3	60,0	65,0	70,0	40,0
Синтетический каучук метилстирольный СКМС-30 АРКМ-15	-	-	-	20,0
Сера	2,5	3,5	3,0	2,0
Каптакс	1,5	1,0	0,5	-
Альтакс	1,5	1,0	0,5	-
Тиурам Д	-	-	-	1,5
Сульфенамид Ц	-	-	-	2,5
Белила цинковые	3,0	3,5	4,0	4,0
Нафтам 2				
Технический углерод	45,0	55,0	50,0	60,0
Каолин	-	-	-	4,0
Регенерат РШТ	-	-	-	16,0
Дибутилфталат	3,0	3,5	4,0	-
Канифоль	1,0	1,5	2,0	-
Технический медамин альтернатива каптаксу и альтаксу	1,5	1,0	0,5	-
Стеарат цинка	8,0	12,0	10,0	-
Масло И-8А				6,0
Битум нефтяной				6,0
Стеариновая кислота				1,5

Таблица 3.

Физико-механические свойства вулканизатов резиновых смесей

Свойства вулканизатов резиновых смесей	Варианты			
	1	2	3	4
Условная прочность при растяжении, МПа	16,1	16,4	16,5	12,5
Относительное удлинение при разрыве, %	385	391	400	300
Твердость по Шору А, усл.ед.	73	76	75	70
Соппротивление раздиру, Н/мм	59	60	62	-
Эластичность по отскоку, %	9	9	9	-
Относительная остаточная деформация после разрыва,	14,0	14,1	14,3	-
Изменение физико-механических показателей после выдержки в углеводородах при 70°C в течении 24 часов				
Изменение твердости по Шору А, усл.ед.	0	+2	+3	-
Свойства резины после выдержки в углеводородах при 23°C в течении 24 часов				
Изменение массы, %	+12,3	+12,9	13,8	-
Свойства резины после выдержки в углеводородах при 23°C в течении 72 часов				
Изменение массы, %	+27,1	+28,3	+29,9	-
Свойства резины после выдержки в углеводородах при 70°C в течении 24 часов				
Изменение массы, %	+54,9	+57,7	+58,5	-
Свойства резины после выдержки в нефрасе/масле И-20А при 23°C в течении 24 ч.				
Изменение массы, %	-	-	-	+24,9/+1,5

Выводы. Проведённые исследования по совершенствованию рецептур резиновых смесей для производства резинотехнических изделий с использованием медамина в качестве ускорителя вулканизации показали, что замена

традиционных ускорителей, таких как, каптакса и альтакса на технический медамин обеспечивает получение вулканизатов со стабильными технологическими и эксплуатационными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большой справочник резинщика. Часть 1: Каучуки и ингредиенты; под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. 744 с.
2. Большой справочник резинщика. Часть 2: Резины и резинотехнические изделия; под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. 648 с.
3. Дик, Дж. С. Технология резины: рецептуростроение и испытания / Дж. С. Дик; под ред. Дж. С. Дика. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.
4. Шашок, Ж. С. Основы рецептуростроения эластомерных композиций: учеб.-метод. пособие / Ж. С. Шашок, К. В. Вишневикий. – Минск: БГТУ, 2015. – 73 с.

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- Собиров Ж.С., Самандаров Х.О., Ибадуллаев А., Тешабаева Э.У.** Эластомерная композиция со специфическими свойствами 67
- Негматов С.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Негматова К.С., Абед Н.С., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Шодиев Х.Р., Дусмурадов Э.Б.** Исследование и разработка эффективных составов антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе 71
- Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У.** Состав флюса для восстановления алюминия из его оксидов 75
- Adinayev X.A.** Shaffof-rangsiz shisha namunalari sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari 76
- Yakubov M.M., Sunnatov J.B., Maqsudxo‘jayeva M.S.** Mineral va texnogen xom ashyolardan nodir metallar eritish usuli bilan ajratib olishni tadqiq etish 79
- Yusupov Sh.F., Yusupov S.K., Kadirov H.E., Temirov G.B., Yusupov D.B.** Rheological characterization of sulfanol-based surfactant systems 81
- Сайназарова М.М.** Совершенствование рецептурно-технологических решений эластомерных композиций 83

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

- Мардонакулов Ш.У., Каримов К.А., Турахужаева Ш.Н., Махмудов Ф.М., Носирхужаев И.А., Тураходжаев Н.Д.** Обеспечение ресурсосбережения при плавке алюминиевых сплавов 86
- Yodgorov B.O., Komilov Q.O‘., Kurbanova A.Dj., Muxamedov G‘.I.** Filtrlanishiga qarshi ekran sifatida karbamido-formaldegid oligomeri asosidagi interpolimer komplekslardan foydalanish 87
- Ho‘jiyev Sh.T., Xolikulov D.B., Xaydaraliyev X.R., Javliyev S.S., Movlanov A.S.** Sfaleritni marganes dioksidi bilan oksidlovchi tanlab eritishning termodinamik imkoniyatlarini baholash 90
- Азимова Ш.А.** Перспективы вторичной переработки органических компонентов отходов щелочной очистки пирогаза 93
- Панжиев А.Х., Холлиева Ш.О., Шодмонов Б.** Шўртаннефтгаз МЧЖ чиқинди экспанзер газлари асосида кальций цианамид олиш кинетикаси 96
- Turakhujaeva Sh.N., Sharipov K.A., Karimov K.A., Mardonakulov Sh.U., Turakhujaeva A.N.** The role of alloying elements in improving the mechanical properties of aluminum-magnesium alloys: an overview and an ecological analysis 99
- Сайназарова М.М., Содикова М.Р., Абдумавлянова М.К.** Использование вторичных технологических шлаков медно-молибденового производства в качестве ингредиента резиновых смесей 101
- Турдиев Ш.Ш., Салохиддинов Ф.А.** Анализ показателей конверсии сырья в процессе пиролиза 103
- Каршиев М., Файзиев М.М.** Исследование влияния вида обработки поверхности деталей почво-обрабатывающих машин на адгезионную прочность напыляемого покрытия 106

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

- Qayumjonov O.R., Yusupov M.O., Sherquziyev D.Sh.** Tarkibida nikel, azot va NPK saqlagan ftalosiyanin pigmentining olinishi va infraqizil spektirini tadqiq qilish 108
- Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У., Тураходжаев Н.Д.** Метод применения композиционного модификатора для плавки алюминиевых и магниевых сплавов 110
- Turobov Sh.N., Boymurodov N.A., Xo‘jakulov A.M.** Tarkibida volfram bo‘lgan texnogen chiqindilarni granulometrik tarkibini aniqlash bo‘yicha eksperimental tahlili 112
- Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж.** Исследование структура глауконита по методом электронно-микроскопического анализа 117
- Ermatov R.K., Doliyev G‘.A., Mamajanov S.B.** Methods for obtaining electrode coatings from local raw materials 120