

doi: 10.51639/2713-0576_2025_5_1_66

Научная статья

УДК 544.77.03, 543.68

ГРНТИ 31.19.29

ВАК 02.00.11

**Оценка моющей эффективности композиции в зависимости от анионных
поверхностно-активных компонентов разных производителей, входящих
в состав средства**

Мария Алексеевна Клепикова^{1*}, Наталья Валентиновна Ключникова²,
Анна Витальевна Вергейчик³, Дмитрий Олегович Педан⁴

*Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова,
Белгород, Россия*

* mariya.klepickova@yandex.ru, 4494.55@mail.ru,
vergeushka@gmail.com, pedan.mitya544@mail.ru

Аннотация

За последние несколько лет в области производства товаров бытовой и промышленной химии произошли существенные изменения, так как большое количество зарубежных поставщиков покинули рынок. Экономическая и политическая ситуация в стране подтолкнула многих отечественных производителей бытовой химии заниматься разработкой более совершенных составов с использованием нового сырья российских производителей.

В работе рассмотрено влияние поверхностно-активных веществ различных отечественных производителей на изменение седиментационных показателей в изучаемых составах моющих композиций. В качестве исследуемого пенообразователя был выбран лауретсульфат натрия различных производств, так как он нашел широкое применение во многих отраслях химии моющих средств. На основании полученных результатов сделаны выводы о возможности применения изучаемых поверхностно-активных веществ в рецептурах моющих композиций, доказана эффективность качества российских сырьевых компонентов в сравнении с зарубежными аналогами.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, моющая композиция, седиментационные объемы, лауретсульфат натрия, моющая эффективность.

Введение

Моющая композиция представляет собой сложную систему, включающую в свой состав большое количество сырьевых компонентов, которые выполняют различные функции в процессе очистки или стирки [1].

Основными компонентами моющей системы выступают поверхностно-активные вещества, отвечающие за пенообразование и удаление загрязнений, комплексообразователи, основное действие которых направлено на связывание ионов жесткости в воде, активные добавки, а также большое количество вспомогательных компонентов, улучшающих потребительские свойства (отбеливатели, энзимы, отдушки, красители и т.д.).

Составление рецептуры моющей композиции является достаточно сложным, трудоемким процессом [2].

При создании рецептур средств необходимо учитывать не только требуемые характеристики и область применения будущего продукта, а также индивидуальные

особенности каждого сырьевого элемента, входящего в состав, и способность всех компонентов взаимодействовать с друг другом и находится в одной системе.

Последние несколько лет для производств товаров бытовой и промышленной химии были достаточно сложными, так как в связи с сложившейся политической и экономической обстановкой, сырьевой рынок покинули многие поставщики.

Производители моющих средств были вынуждены в кратчайшие сроки искать выход из сложившейся ситуации, подбирать новых поставщиков сырья и разрабатывать рецептуры на основе появившихся компонентов.

Однако, стоит заметить, что данная ситуация подтолкнула многие производства к усовершенствованию своих технологий, повышению эффективности композиций. На отечественном рынке появилось много производителей именно сырьевых компонентов, продукция которых не уступает зарубежным аналогам по качеству, а в некоторых случаях даже превосходит их.

В работе проведен анализ моющей способности полученных тестовых образцов средств с использованием поверхностно-активных веществ различных производителей. Для оценки моющей эффективности использовался метод седиментационных объемов [3].

Сырьевые компоненты, используемые для создания моющих композиций

Изучение моющего действия средств является достаточно сложным и многогранным процессом, так как в его основе лежит совокупность нескольких коллоидно-химических процессов, зависящих от очищаемой поверхности, природы загрязнения и компонентов, входящих в состав композиции.

Однако, не смотря на всю многогранность процессов, влияющих на моющие характеристики, наибольшее значение имеют именно компоненты, входящие в состав средства, их концентрации и возможность одновременно существовать в одной системе.

Состав моющей композиции может варьироваться и изменяться в зависимости от многих факторов, однако компоненты, входящие в состав, неизменно остаются наиважнейшей составляющей, влияющей на эффективность очищающего процесса [4].

Основными и наиболее важными компонентами в моющих средствах являются поверхностно-активные вещества, которые, в зависимости от заряда гидрофильной части молекулы, подразделяются на анионные, катионные, неионогенные, амфотерные.

Анионные и неионогенные поверхностно-активные вещества нашли наибольшее распространение и применение в технологиях производства моющих средств, так как являются относительно доступными, в сравнении с катионными и амфотерными, обладают высокими очищающими способностями, достаточно просты в применении на этапах создания моющих средств [5]. Также, большим преимуществом анионных и неионогенных пенообразователей является возможность их совместного применения в одной рецептуре, в результате чего они усиливают моющие и очищающие действия друг друга, проявляя синергизм в рецептуре.

Наиболее распространенными представителями анионных пенообразователей, применяемых в технологии производства моющих средств и товаров бытовой химии, являются сульфаты, сульфонаты, мыла, фосфаты и т.д. Среди неионогенных поверхностно-активных веществ особую популярность приобрели алкилполиглюкозиды, алкилдиметиламинооксиды и т.д.

Помимо пенообразующих компонентов в составе моющей композиции обязательными сырьевыми элементом и являются комплексообразующие добавки, основное действие которых направлено на умягчение воды и связывание ионов жесткости [6]. Многие исследования, проведенные ранее, доказывают, что комплексообразователи способны также усиливать моющий эффект композиции, так как сами обладают очищающими свойствами. На сегодняшний день выбор комплексонов для моющих композиций достаточно велик,

однако, наиболее популярными являются триполифосфат натрия, оксиэтилендифосфоновая кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота и т.д.

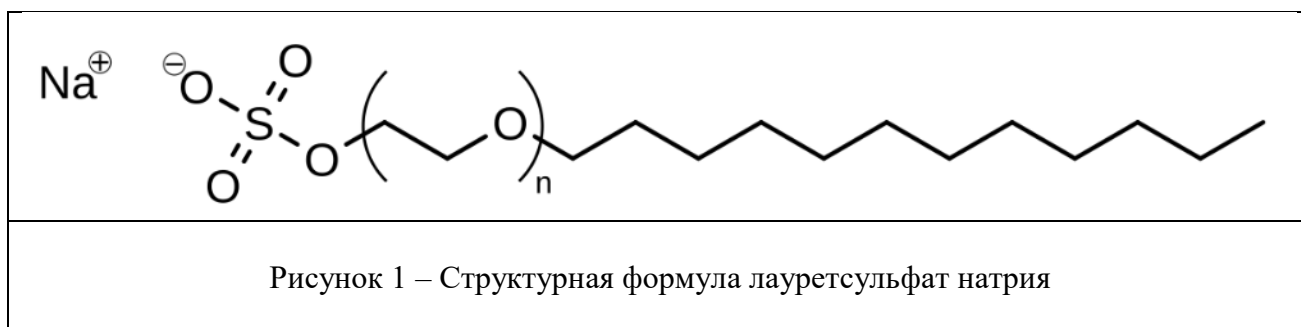
В зависимости от требуемых характеристик и области применения будущего средства, в состав моющей композиции могут входить отбеливающие компоненты (перкарбонат натрия, гипохлорит натрия), энзимные добавки (протеаза, амилаза, липаза), введение которых способствует более активному удалению загрязнений различной природы, антриресорбенты, которые предотвращают повторное оседание частиц загрязнения на очищенную поверхность, а также другие компоненты, направленные на улучшение потребительских свойств композиции (отдушки, краситель) [7].

Анализ и подбор наиболее популярных марок лауретсульфат натрия для производств моющих средств

За последние несколько лет, в связи с экономической и политической ситуацией в стране, на рынке сырья для производства моющих средств значительно изменился ассортимент [8]. Эта ситуация подтолкнула российские производства заняться разработкой отечественных сырьевых компонентов для производств товаров бытовой и промышленной химии, и достаточно быстро найти альтернативные варианты для замены ранее используемого зарубежного сырья на отечественное.

Для проведения сравнительного анализа были проанализированы несколько вариантов поверхностно-активных компонентов различных производств. В качестве пенообразователей, свойства которых были исследованы и изучены, были выбраны различные марки лауретсульфат натрия, так как данный компонент нашел широкое применения во многих отраслях химической промышленности, его используют не только в рецептурах товаров бытовой химии, он также нашел свое применение в автохимии и промышленных моющих средствах.

Лауретсульфат натрия (SLES) представляет собой вязкую бесцветную пасту, которую получают из синтетических спиртов и кокосового масла. Структурная формула пенообразователя представлена на рисунке 1.



Основными преимуществами данного компонента для использования в рецептурах моющих композиций является его высокие очищающие и пенообразующие способности, относительно низкая себестоимость, высокая стабильности при использовании в щелочных и кислотных средах.

Кроме того, лауретсульфат натрия отличается высокой степенью биоразлагаемости, что делает его безвредным и дает возможность применять в товарах бытовой химии и косметической продукции.

После проведения анализа сырьевого рынка для испытаний были выбраны пять марок лауретсульфата натрия различных стран производства (Россия, Германия, Корея, Китай), имеют одинаковый состав и содержат 70 % основного вещества.

В таблице 1 перечислены торговые названия и производители образцов лауретсульфата натрия, которые были выбраны для проведения дальнейших исследований.

Таблица 1 – Анализируемые марки лауретсульфата различных производителей

№ п/п	Химическое название сырья	Торговое название (марка)	Производитель
1	Лауретсульфат натрия (Sodium Laureth Sulfate)	Сульфанор	ООО «Норкем», Россия (Дзержинск)
2		Сунатал	ООО «Аминохим», Россия (Москва)
3		Spolapon AES 242/70	Enapol GmbH, Германия
4		ASCO SLES-270	AK ChemTech CO, Республика Корея
5		Sulnate SLES-70	BRILLA, Китай

Оценка моющей эффективности средств с помощью метода седиментационных объемов

Для оценки моющей эффективности композиции в зависимости от поверхностно-активных компонентов разных производителей, входящих в состав, были разработаны несколько тестовых образцов моющих средств.

Как было сказано ранее, основным компонентом моющей системы являются поверхностно-активные вещества. Однако, для улучшения моющих характеристик композиции в состав средств вводят комплексообразователи, которые за счет связывания ионов жесткости улучшают моющую эффективность композиции.

На основании ранее проведенных исследований в качестве комплексообразователя для моющих композиций была выбрана этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-Na), так как обладает необходимым комплексом свойств и характеристик для применения в составах моющих средств, а также совместима в рецептурах с лауретсульфатом натрия [9]. Этилендиаминтетрауксусная кислота была выбрана, также, российского производства компании «Норкем».

Исследуемые моющие рецептуры состоят из подобранных марок лауретсульфата натрия различных производств, этилендиаминтетрауксусной кислоты и подготовленной воды.

Для достоверности результатов, во все рецептуры лауретсульфат натрия и этилендиаминтетрауксусная кислота вводились в единой концентрации.

В таблице приведены составы для дальнейших исследований, которые в своих составах содержат лауретсульфат натрия различных производств, а также этилендиаминтетрауксусную кислоту в качестве хелатообразующего агента.

Все полученные образцы являются однородными, стабильными, внешне ни отличаются друг от друга.

Таблица 2 – Составы тестовых образцов, содержащих лауретсульфат различных производителей

№ образца	Компоненты в составе	Процентное содержание в рецептуре, %	Марка сырья и производитель
1	Лауретсульфат натрия	7	Сульфанор/Норкем
	ЭДТА 4-Na	3	Норкем
2	Лауретсульфат натрия	7	Сунатал/ Аминохим
	ЭДТА 4-Na	3	Норкем
3	Лауретсульфат натрия	7	Spolapon AES 242/70/ Enaspol GmbH
	ЭДТА 4-Na	3	Норкем
4	Лауретсульфат натрия	7	ASCO SLES-270/ AK ChemTech CO
	ЭДТА 4-Na	3	Норкем
5	Лауретсульфат натрия	7	Sulnate SLES-70/ BRILLA
	ЭДТА 4-Na	3	Норкем

Проведение измерений седиментационных объемов суспензии технического углерода в присутствии исследуемых тестовых составов

Для оценки моющей эффективности исследуемых образцов моющих композиций был выбран метод седиментационных объемов, который заключается в измерении высот равновесных седиментационных осадков в исследуемых моющих составах.

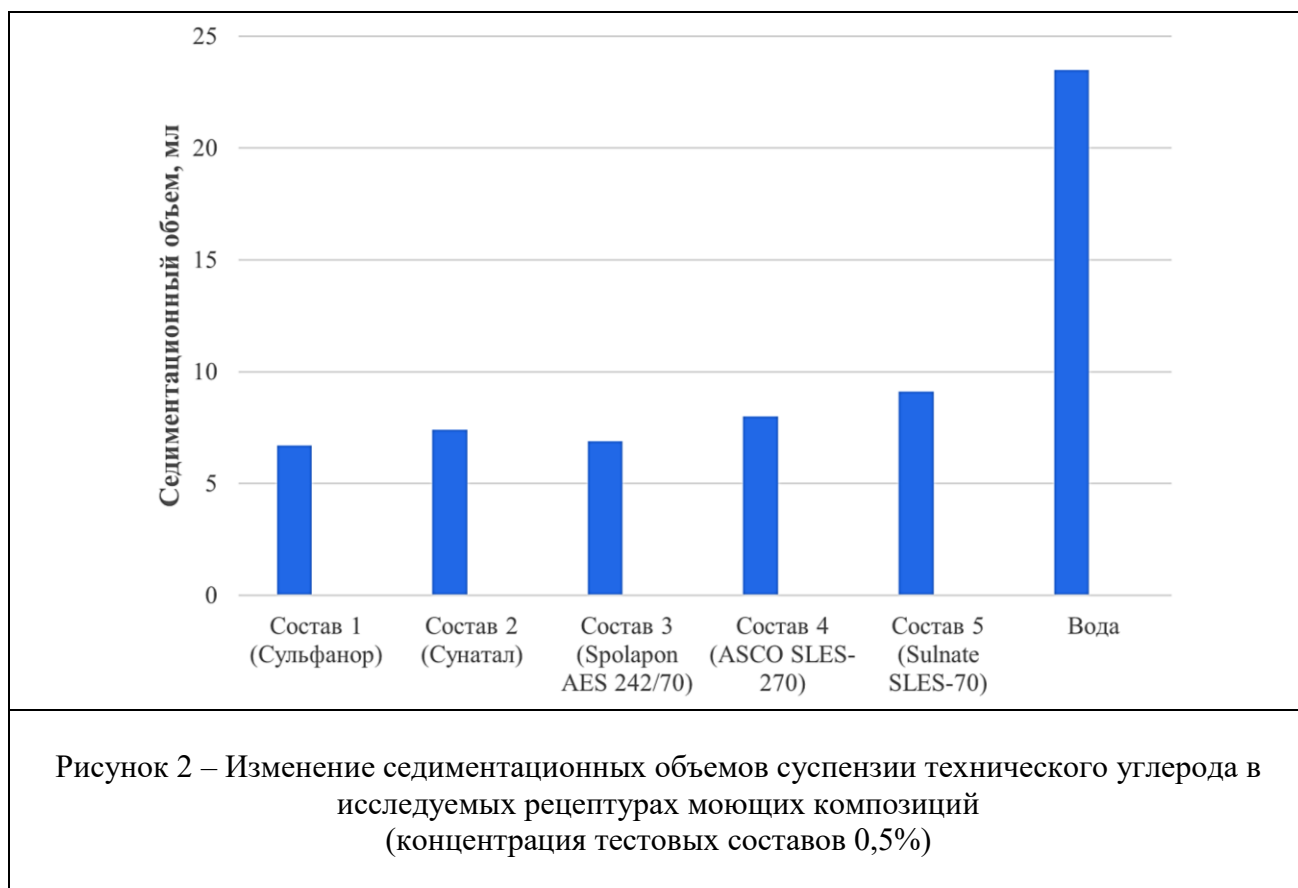
В качестве гидрофобного наполнителя, который образует агрегативно-неустойчивые системы в воде, за счет чего и происходит осаждение частиц, был выбран технический углерод марки П-803.

Для исследуемых образцов моющих композиций были получены следующие зависимости седиментационных объемов (рис. 2):

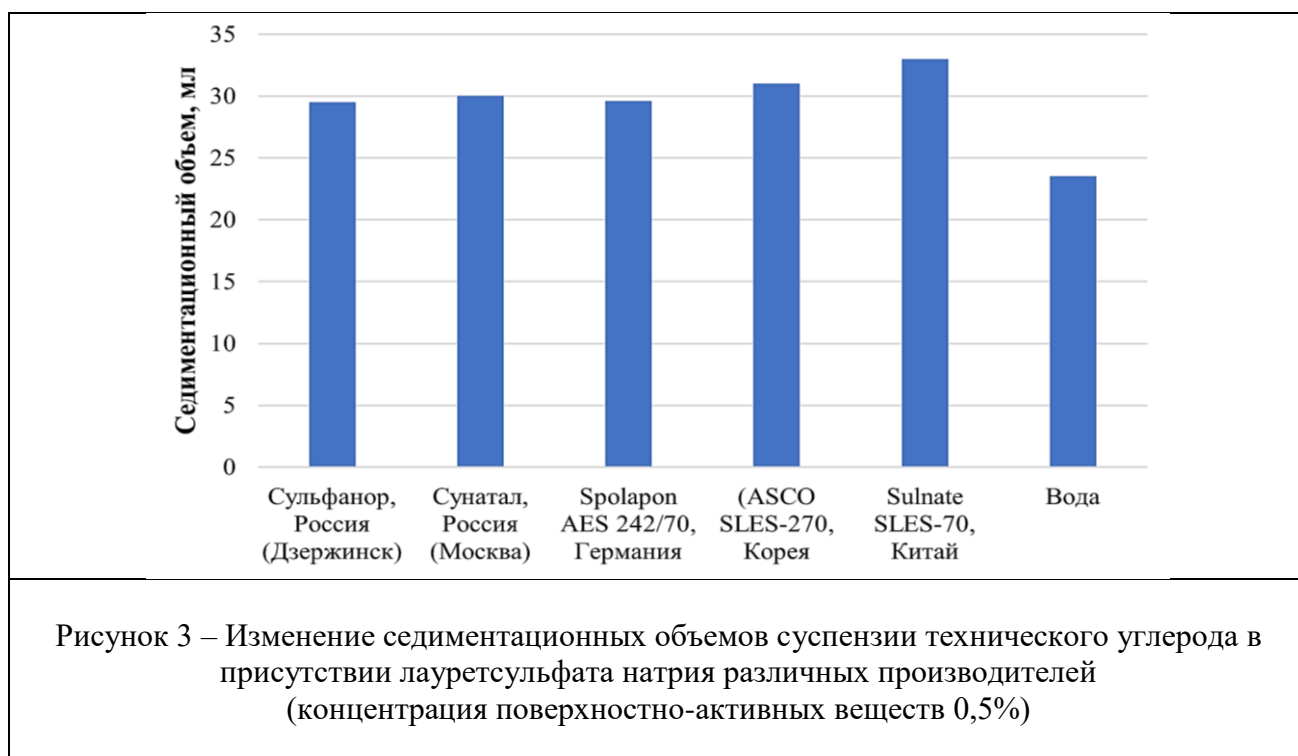
Проанализировав полученные зависимости, можно сделать вывод, лауретсульфат натрия отечественного производства (Норкем, Аминохим) обладает необходимыми показателями, которые дают возможность использовать данные компоненты в рецептурах моющих средств, заменяя известные зарубежные аналоги.

Наименьшую эффективность проявляет состав, содержащий лауретсульфат натрия производства BRILLA (Китай).

Для всех анализируемых составов можно заметить, что одновременное введение в состав моющей композиции поверхностно-активных веществ и комплексообразователей приводит к образованию плотных осадков и уменьшению седиментационного объема, что говорит о гидрофилизации поверхности технического углерода.



Для того, чтобы в более полной мере оценить седиментационные характеристики тестируемых поверхностно-активных веществ, было проведено исследование также седиментационных объемов, но уже без присутствия в составе средства комплексообразователя. Результаты исследования представлены на рисунке 3.



Оценка изменения седиментационных объемов в системах, содержащих только лауретсульфат натрия различных производств, показывает, что введение только поверхностно-активных веществ в состав приводит к образованию агрегативно-устойчивой суспензии, в которой не наблюдается активного осаждения частиц технического углерода под действием сил тяжести, так как в таких системах дисперсная фаза становится мала.

Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что, как и в первом случае, наибольшими показателями обладает лауретсульфат натрия производства BRILLA (Китай). Поверхностно-активные вещества отечественного производства (Норкем, Аминохим) проявляют практически такие же показатели, как и лауретсульфат натрия производства Enaspol GmbH (Германия).

Следует отметить, что для применения лауретсульфата натрия в рецептурах моющих композиций необходимо также введение комплексообразующих добавок, так как совместное их применение приводит к значительному снижению седиментационных объемов, что важно в процессе отстирывания загрязнений.

Заключение

Выбранные зарубежные компании являлись популярными поставщиками сырья для производств товаров бытовой химии и профессиональных моющих средств. Однако, как было сказано ранее, в связи с политической обстановкой, в определенный момент поставки сырьевых компонентов из-за рубежа стали либо невозможны, либо были достаточно затруднены, что вызвало сильный скачок цен на продукцию.

Сложившаяся ситуация дала возможность российским производителям внедрять свою продукцию в технологические процессы на многих предприятиях, которые занимаются производством моющих средств.

Анализ проведенных исследований дает возможность сделать вывод, что лауретсульфат натрия российского производства, как от компании Норкем, так и от компании Аминохим, проявляют необходимые показатели и характеристики, что дает возможность применять их в рецептурах моющих композиций, а также заменять ими известные аналоги от зарубежных производителей.

С помощью метода седиментационных объемов была доказана эффективность работы лауретсульфата натрия отечественных производств, а также установлено, что введение данного анионного поверхностно-активного вещества в состав моющих средств, действительно, является целесообразным и дает возможность получать моющие композиции с высокими очищающими свойствами.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что на момент подачи статьи в редакцию, у них нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

Благодарность

Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список источников

1. Буканова Е.Ф., Филиппенко В.М., Ревина Ю.В. Смеси неионогенных ПАВ для получения чистящих композиций // Тонкие химические технологии, №3, 2017. С. 21-27.
2. Мажидов К.Х., Саидвалиев С.С. Оптимизация состава основы моющего средства и изучение изменений её свойств при хранении // Технические науки, №2, 2021. С. 26-30.
3. А.А. Абрамзона – Поверхностно-активные вещества и моющие средства. -М.: Гиперокс (1993) – 270 с.
4. Кузнецова Е.В., Кузнецов Н.М., Калинин К.Т., Лебедев-Степанов П.В., Новиков А.А., Чвалун С.Н. Роль комплексного подхода при определении размеров наночастиц в дисперсиях // Коллоидный журнал, №6, 2022. С. 740-752.
5. Yonglei W., Wumanjiang E. Synthesis of Environmentally Friendly Calcium Oleate Detergent // Industrial and engineering chemistry research, №47, 2018. P. 22-26.
6. Montanari L., Palmieri E., Tinucci L., Pianta O. Molecular features of sulfonic acids used for synthesis of overbased detergent additives // Lubrication science, №18, 2006. P. 173-185.
7. Амелин В.Г., Большаков Д.С. Идентификация и определение неионогенных поверхностно-активных веществ методом ультравысокоэффективной жидкостной хроматографии-масс-спектропии высокого разрешения // Журнал аналитической химии, №2, 2021. С. 166-182.
8. Мешалкин В.П., Кулов Н.Н., Гусева Т.В., Тихонова И.О., Бурвикова Ю.Н., Бхимани Ч., Щелков К.А. Наилучшие доступные технологии и зеленая химическая технология: возможности сближения концепций // Теоретические основы химической технологии, №6, 2022. С. 670-677.
9. Клепикова М.А., Ключникова Н.В., Городов С.И., Маркин А.М. Влияние комплексонов на показатели смачивания в технологии производства моющих средств // Молодежный вестник Новороссийского филиала БГТУ им. В.Г. Шухова, №4, 2024. С. 105-111.

Evaluation of the detergent effectiveness of the composition depending on the anionic surfactants of different manufacturers included in the product

Klepikova Maria Alekseevna*, Klyuchnikova Natalia Valentinovna,
Vergeychik Anna Vitalievna, Pedan Dmitry Olegovich

Belgorod State Technological University
named after V. G. Shukhov,

46 Kostyukova St., Belgorod, 308012,

*mariya.klepickova@yandex.ru, 4494.55@mail.ru,
serg5254325@rambler.ru, andrewioi@yandex.ru

Abstract

Over the past few years, significant changes have taken place in the production of household and industrial chemicals, as a large number of foreign suppliers have left the market. The economic and political situation in the camp has prompted many domestic manufacturers of household chemicals to develop more advanced formulations using new raw materials from Russian manufacturers.

The paper considers the effect of surfactants from various domestic manufacturers on changes in sedimentation parameters in the studied detergent compositions. Sodium laureth sulfate of various industries was chosen as the studied foaming agent, as it has found wide application in many branches of detergent chemistry. Based on the results obtained, conclusions were drawn about

the possibility of using the studied surfactants in the formulations of detergent compositions, and the effectiveness of the quality of Russian raw materials in comparison with foreign analogues was proved.

Keywords: surfactants, washing composition, sedimentation volumes, sodium laureth sulfate, washing efficiency.