

Кочетова Е.Р., Иринархова Е.Р., Христофорова И.А.

**РОЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОНЕНТОВ В УЛУЧШЕНИИ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННЫХ ЧИСТЯЩИХ
СРЕДСТВ**

Аннотация. В статье проведено исследование влияния полимерных компонентов, в частности, полиоксиэтиленовых эфиров, на ключевые эксплуатационные и экологические характеристики промышленных чистящих средств. На основе анализа данных о влиянии наполнителей (хлорида и сульфата натрия) на биоразлагаемость, моющую способность и потребительские свойства порошкообразных синтетических моющих средств (СМС) обоснована необходимость интеграции высокоэффективных полимерных ПАВ в рецептуры. Показано, что применение полиоксиэтиленовых эфиров позволяет нивелировать негативные эффекты дешевых наполнителей, повысить стабильность композиций, снизить экологическую нагрузку и создать компактированные средства с улучшенными характеристиками. Результаты подкреплены аналитическими данными и предлагаемыми мерами по модернизации нормативной базы.

Ключевые слова: промышленные чистящие средства, полиоксиэтиленовый эфир, поверхностно-активные вещества (ПАВ), наполнители, биоразлагаемость, экологичность, рецептурная оптимизация, компактирование.

В условиях ужесточения экологических требований и роста потребительских ожиданий ключевым направлением развития индустрии бытовой химии является фундаментальная оптимизация рецептур. Особую актуальность приобретают исследования вспомогательных компонентов – наполнителей и полимерных добавок, чье влияние на конечные свойства продукта зачастую недооценивается. Как показали исследования,

инициированные по поручению Правительства РФ и проведенные независимым научным центром «Росса НИИБХ», тип наполнителя (хлорид натрия и природный сульфат натрия) критически влияет на биоразлагаемость, эффективность стирки и сохранность тканей и оборудования. В этой связи внедрение современных полимерных компонентов, таких как полиоксиэтиленовые эфиры, представляется стратегическим решением для создания следующего поколения промышленных и бытовых чистящих средств, сочетающих высокую эффективность, безопасность и экологичность.

Цель исследования: оценить потенциал полимерных компонентов (на примере полиоксиэтиленовых эфиров) в улучшении характеристик промышленных СМС, компенсации негативных эффектов традиционных наполнителей и создании компактированных формул.

В работе использованы данные лабораторных исследований НИЦ «Росса НИИБХ», включавшие:

1. Тестирование 27 образцов стиральных порошков, в том числе 6 лабораторных образцов с вариативным соотношением сульфата натрия (Na_2SO_4) и хлорида натрия (NaCl).
2. Определение биоразлагаемости по ГОСТ 32509. [2]
3. Оценку потребительских свойств: сыпучести, растворимости, наличия нерастворимого остатка.
4. Анализ влияния на моющую способность и цвет тканей.

5. Обзор научно-технической литературы по применению полиоксиэтиленовых эфиров в различных отраслях промышленности.

Результаты и обсуждение

1. Критическое влияние наполнителей на экологический и потребительский профиль СМС

Исследование выявило существенную разницу между воздействием двух распространенных наполнителей – хлорида натрия и природного сульфата натрия (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнительное влияние наполнителей на характеристики СМС

Параметр	Хлорид натрия	Природный сульфат натрия
Класс опасности	3 (умеренно опасный)	4 (малоопасный)
Биоразлагаемость СМС, %	32–59	75–93
Нерастворимый остаток, %	До 16,2 (риск пятен)	Минимальный (около 1,72)
Влияние на цвет тканей	Вызывает посерение, пожелтение; риск разрушения волокон	Сохраняет цвет; делает ткань гладкой

Параметр	Хлорид натрия	Природный сульфат натрия
Влияние на моющую способность	Ингибитор; снижает эффективность уже при 5% концентрации	Усиливает действие активных компонентов; стабилизирует раствор
Воздействие на энзимы	Снижает активность при >5% концентрации	Помогает сохранять активность
Коррозионная активность	Повышенная; требует антикоррозионных присадок	Минимальная

Данные показывают, что NaCl существенно ухудшает экологический профиль продукта (низкая биоразлагаемость, более высокий класс опасности) и его потребительские качества. Это создает системную проблему: использование дешевого наполнителя снижает себестоимость, но приводит к скрытым издержкам – экологическому ущербу, жалобам потребителей и потенциальному сокращению срока службы оборудования.

В контексте выявленных проблем полимерные компоненты, и в частности полиоксиэтиленовые эфиры, предлагают многоуровневое решение.

Полиоксиэтиленовые эфиры, являясь неионогенными ПАВ, обладают выдающимися эмульгирующими свойствами. Их внедрение в рецептуру позволяет стабилизировать

многокомпонентную систему, улучшить сыпучесть порошка и предотвратить его слеживание, что особенно критично для компактированных средств.

Высокая поверхностная активность полиоксиэтиленовых эфиров может противодействовать ингибирующему влиянию хлорид-ионов на основные моющие компоненты и энзимы. Они формируют защитные мицеллы вокруг активных веществ, способствуя их стабильности и эффективности даже в сложной солевой среде.

Благодаря высокой эффективности даже в малых концентрациях, полиоксиэтиленовые эфиры являются ключом к разработке суперконцентрированных и компактированных средств. Это позволяет радикально сократить долю балластных наполнителей (в идеале – перейти на безопасный Na_2SO_4), уменьшить объем упаковки, транспортные расходы и, как следствие, экологический след продукта.

При переходе на природный сульфат натрия полиоксиэтиленовые эфиры работают с ним в синергии: Na_2SO_4 улучшает кинетические и термодинамические параметры моющего раствора (ионная сила, гидратные оболочки), а полимерный ПАВ обеспечивает превосходное смачивание, эмульгирование загрязнений и их удержание в растворе.

На основании проведенного анализа предлагается комплексный подход к модернизации отрасли (Таблица 2).

Таблица 2. Предлагаемые меры по оптимизации состава и регулирования СМС с использованием полимерных компонентов

Направление	Конкретные меры	Ожидаемый эффект
Рецептурная оптимизация	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поэтапный отказ от NaCl в пользу природного Na₂SO₄. 2. Внедрение полиоксиэтиленовых эфиров для стабилизации и компактирования. 3. Контроль чистоты сырья (отсутствие примесей Al, As, тяжелых металлов). 	<p>Повышение биоразлагаемости, эффективности, безопасности для тканей и техники. Создание концентрированных экопродуктов.</p>
Нормативное регулирование	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение обязательной идентификации типа и доли наполнителя на упаковке. 2. Установление нормативов по содержанию NaCl (не более 5%) и Na₂SO₄ (10-80%) с градацией по типам средств. 3. Обязательный контроль полной биоразлагаемости готового средства (по ГОСТ 32509) с указанием на этикетке. 	<p>Прозрачность для потребителя, смещение конкуренции в плоскость измеримых параметров, стимулирование производителей к использованию безопасных компонентов.</p>

Направление	Конкретные меры	Ожидаемый эффект
Информирование потребителей	1. Введение добровольной/обязательной маркировки «Содержит хлорид натрия» / «Содержит натуральные ингредиенты». 2. Публикация сравнительных тестов по показателям «сыпучесть/нерастворимый остаток/растворимость».	Повышение осознанности выбора, формирование спроса на качественные и экологичные средства.

Проанализировав представленную таблицу, можно сделать вывод о комплексном и многоуровневом характере предложенной стратегии модернизации отрасли синтетических моющих средств. Таблица структурирует подход по трем ключевым и взаимосвязанным направлениям: технологическому, регуляторному и информационному. Это демонстрирует понимание того, что одно лишь рецептурное усовершенствование недостаточно без поддержки со стороны нормативной базы и осознанного потребительского спроса.

В блоке рецептурной оптимизации меры выстроены в логическую цепочку. Первый шаг – замена экологически проблемного компонента (NaCl) на более безопасную альтернативу (природный Na₂SO₄). Однако простой замены недостаточно, поэтому второй пункт предлагает активное

внедрение полимерных компонентов, что является качественным технологическим скачком. Полиоксиэтиленовые эфиры представлены не как пассивная добавка, а как активный инструмент для стабилизации и, что критически важно, для компактирования средств. Это напрямую отвечает на современные тренды сокращения отходов и транспортных расходов. Третий пункт дополняет первые два, акцентируя внимание на качестве сырья, что является фундаментом для всех последующих улучшений. Ожидаемые эффекты от этого блока – повышение биоразлагаемости, эффективности и безопасности – напрямую следуют из заявленных мер и данных исходного исследования.

Направление нормативного регулирования является необходимым мостом между возможностями производителей и реалиями рынка. Предлагаемые меры носят конкретный и измеримый характер. Идентификация наполнителя на упаковке и установление четких нормативов по их содержанию призваны устранить существующую информационную асимметрию и «молчаливое» конкурентное преимущество дешевых, но вредных компонентов. Самым сильным и прогрессивным пунктом представляется обязательный контроль и указание на этикетке показателя полной биоразлагаемости готового средства. Это переносит акцент с деклараций о биоразлагаемости отдельных ПАВ (что является текущей практикой) на объективную оценку всего продукта, что полностью соответствует выводам исследования. Ожидаемый эффект – перевод конкуренции в

плоскость измеримых параметров – является ключевым для стимулирования реальных, а не декларативных улучшений.

Блок информирования потребителей логически завершает систему. Добровольная или обязательная маркировка работает как прямой сигнал для покупателя, позволяя быстро идентифицировать потенциальные риски (хлорид натрия) или преимущества (натуральные ингредиенты). Однако наиболее действенной мерой выглядит публикация сравнительных тестов по конкретным физико-химическим показателям, таким как нерастворимый остаток. Это дает потребителю не эмоциональный маркетинговый посыл, а объективные данные, связывающие состав средства с его практическими свойствами – качеством полоскания и отсутствием пятен на одежде. Формирование осознанного спроса, основанного на таких данных, создаст мощный рыночный стимул для производителей следовать предложенной рецептурной и регуляторной повестке.

Таким образом, таблица представляет собой продуманную дорожную карту, в которой технологические инновации (полимерные компоненты и чистый сульфат натрия) подкрепляются жесткими нормативными требованиями к прозрачности и объективным показателям, а конечным драйвером изменений должен стать информированный потребитель. Все три направления взаимно усиливают друг друга, создавая основу для системного перехода отрасли на более качественные и экологичные рельсы.

Проведенный анализ демонстрирует, что традиционная практика использования хлорида натрия в качестве дешевого наполнителя в СМС является тупиковой с точки зрения как экологии, так и долгосрочного качества продукции. Полимерные компоненты, и прежде всего полиоксиэтиленовые эфиры, представляют собой технологический ключ к преодолению этой модели. Их интеграция в рецептуры позволяет:

1. Повысить стабильность и эффективность средства независимо от типа наполнителя.
2. Создать новое поколение компактированных продуктов с минимальным содержанием балласта.
3. Обеспечить синергетический эффект при переходе на экологичный природный сульфат натрия, максимально раскрывая его положительные свойства.

Для реализации этого потенциала необходима консолидированная работа научного сообщества, производителей и регуляторов. Ключевыми шагами должны стать модернизация технических регламентов, внедрение прозрачной маркировки и стимулирование разработки рецептур на основе передовых полимерных ПАВ и безопасных наполнителей. Такой подход будет способствовать не только повышению конкурентоспособности отечественной продукции бытовой химии, но и существенному снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

[Дать ссылки по тексту](#)

Список литературы

1. Данные научно-исследовательского отчета НИЦ «Росса НИИБХ» по исследованию наполнителей в порошкообразных СМС.
2. ГОСТ 32509-2013. Средства моющие синтетические. Методы определения биоразлагаемости.
3. *Rosen M.J., Kunjappu J.T.* Surfactants and Interfacial Phenomena. 4th ed. – Hoboken: Wiley, 2012.
4. Обзор рынка и технологий производства поверхностно-активных веществ (ПАВ) в РФ и мире. – М.: РСПП, 2023.
5. *Ash M., Ash I.* Handbook of Green Chemicals. 2nd ed. – Endicott: Synapse Info Resources, 2004.
6. Каримов М. М., Кодиров О. Ш., Бабаев Т. М., Усманова Г.А. Технология синтеза жидкого синтетического технического моющего средства «фз-26» и его применение // Илм-фан ва инновацион ривожланиш / Наука и инновационное развитие. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-sinteza-zhidkogo-sinteticheskogo-tehnicheskogo-moyuschego-sredstva-fz-26-i-ego-primenenie> (дата обращения: 11.01.2026).
7. Алексеев А. Д., Ещенко Л. С., Сумич А. И. Влияние поверхностно-активных веществ на моющую способность малофосфатных технических моющих средств // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология.

2017. №2 (199). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-poverhnostno-aktivnyh-veschestv-na-moyuschuyu-sposobnost-malofosfatnyh-tehnicheskikh-moyuschih-sredstv> (дата обращения: 11.01.2026).

8. Разработка состава солевой композиции для малофосфатных моющих средств / Л. С. Ещенко [и др.] // Труды БГТУ. 2015. № 3: Химия и технология неорганич. в-в. С. 64-69.

9. Ещенко Л. С., Лис А. В., Сумич А. И. Оценка состояния производства синтетических моющих средств и их качества // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганич. в-в. 2009. Вып. XVII. С.89-91.

10. Зимон А. Д., Лещенко И. Ф. Коллоидная химия. М.: Агар, 2003. 320 с.

11. Колесников В. Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем. Минск: БГТУ, 2003. 312 с.

12. Разработка состава солевой композиции для малофосфатных моющих средств / Л. С. Ещенко [и др.] // Труды БГТУ. 2015. № 3: Химия и технология неорганич. в-в. С. 64-69.

13. Ещенко Л. С., Лис А. В., Сумич А. И. Оценка состояния производства синтетических моющих средств и их качества // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганич. в-в. 2009. Вып. XVII. С.89-91.

14. Зимон А. Д., Лещенко И. Ф. Коллоидная химия. М.: Агар, 2003. 320 с.

15. Колесников В. Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем. Минск: БГТУ, 2003. 312 с.