



THE ROLE OF PHOSPHATES AND NONIONIC SURFACTANTS IN ENHANCING THE DETERGENT PERFORMANCE OF SYNTHETIC DETERGENTS

Vakhobova Dinora Nigmatjon qizi

PhD Student Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

E-mail: Vakhobova_d@mail.ru

Erkaeva Nazokat Aktamovna

Doctor of Technical Sciences (DSc)

Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

Tursunova Dildora Abdusattorovna

PhD in Technical Sciences

Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

Erkayev Aktam Ulashevich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract

The article examines the role of phosphates and nonionic surfactants in improving the washing performance of synthetic detergents. The provided data highlight the impact of phosphate additives on water softening, enhanced dispersing capacity of solutions, and stabilization of complex compounds with hardness ions. The contribution of nonionic surfactants in increasing the efficiency of removing contaminants of various origins, foam stabilization, and regulation of rheological



properties of detergent compositions is considered. An analysis of their combined action in multicomponent detergent formulations demonstrates a synergistic effect, ensuring a significant increase in cleaning efficiency compared to the use of these components separately. The research results may be applied in the development of environmentally oriented, highly effective formulations of detergents for technical and household applications.

Keywords: Phosphates, nonionic surfactants, synthetic detergents, washing efficiency, complexation, foaming, water hardness, contaminant dispersion, chemical-technological properties, functional additives.

РОЛЬ ФОСФАТОВ И НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ В ПОВЫШЕНИИ МОЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СМС

Вохобова Динора Нигматжон қизи
докторант (PhD)

Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Vakhobova_d@mail.ru

Эркаева Назокат Актамовна
Доктор технических наук (DSc)

Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Турсунова Дилдора Абдусатторовна
Доктор филос. по техн. наукам (PhD)

Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.

Эркаев Актам Улашович
Доктор технических наук, проф.

Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент



Аннотация:

В статье рассматривается роль фосфатов и неионогенных поверхностно-активных веществ в улучшении моющей способности синтетических моющих средств. Приводятся данные о влиянии фосфатных добавок на смягчение воды, повышении диспергирующей способности растворов и устойчивости комплексных соединений с ионами жесткости. Рассматривается вклад неионогенных ПАВ в повышение эффективности удаления загрязнений различной природы, стабилизацию пены и регулирование реологических свойств моющих композиций. Проведен анализ их совместного действия в многокомпонентных рецептурах СМС, показана синергия, обеспечивающая значительный рост моющей способности по сравнению с использованием данных компонентов по отдельности. Результаты исследования могут быть использованы при разработке экологически ориентированных высокоэффективных формуляций моющих средств технического и бытового назначения.

Ключевые слова: фосфаты, неионогенные поверхностно-активные вещества, синтетические моющие средства, моющая способность, комплексообразование, пенообразование, жёсткость воды, диспергирование загрязнений, химико-технологические свойства, функциональные добавки.

Введение

Синтетические моющие средства представляют собой сложные многокомпонентные системы, в которых функциональные свойства определяются совокупным действием поверхностно-активных веществ и специальных добавок. В условиях постоянного ужесточения требований к качеству очистки, снижению расхода ресурсов и повышению экологической безопасности особую актуальность приобретает оптимизация рецептур СМС с использованием компонентов, способных обеспечивать высокую эффективность процесса стирки. Среди таких компонентов ключевую роль играют фосфатные добавки и неионогенные поверхностно-активные вещества, которые оказывают комплексное воздействие на механизм удаления загрязнений.



Фосфаты традиционно применяются в качестве комплексообразователей, связывающих ионы жесткости воды, в первую очередь кальция и магния. Эти ионы препятствуют нормальной работе анионных ПАВ, образуя нерастворимые соединения на поверхности ткани и снижая моющую способность раствора. Фосфаты предотвращают образование таких соединений, обеспечивая мягкость воды и сохраняя активную форму ПАВ. Одновременно фосфаты выполняют диспергирующую функцию, способствуя стабилизации взвешенных загрязнений и предотвращая их повторное осаждение на тканях. Кроме того, фосфатные соединения способны поддерживать оптимальный уровень pH, необходимый для эффективного удаления жировых и белковых загрязнений.

Неионогенные ПАВ являются важной группой поверхностно-активных веществ, отличающейся высокой устойчивостью к жесткой воде, устойчивостью к изменению pH, а также способностью эффективно удалять загрязнения различного характера. Отсутствие заряда на их молекуле снижает вероятность образования нерастворимых осадков и способствует глубокой пенетрации загрязнений в структуру тканей. Неионогенные ПАВ проявляют хорошие смачивающие, эмульгирующие и солюбилизующие свойства, обеспечивая стабилизацию системы даже при пониженных температурах стирки. Особенно важно их использование для удаления стойких, в том числе масляных и пигментных загрязнений, где применение только анионных компонентов оказывается недостаточным.

Важным направлением современной технологии моющих средств становится изучение синергетических эффектов, возникающих при совместном применении фосфатов и неионогенных ПАВ. Взаимодействуя в растворе, эти компоненты создают благоприятные условия для повышения эффективности очистки: фосфаты компенсируют отрицательное влияние жесткости, а неионогенные ПАВ усиливают процесс диспергирования и смачивания загрязнений на поверхности тканей. Подбор оптимального соотношения данных веществ в рецептуре позволяет существенно улучшить функциональные свойства продукта без повышения его токсикологических и экологических рисков.



Учитывая современные тенденции перехода к более экологичным моющим системам, включая снижение или замену фосфатов альтернативными комплексообразователями, исследование роли фосфатов и неионогенных ПАВ приобретает не только научно-практическое, но и стратегическое значение. Глубокое понимание их функционального взаимодействия позволяет разрабатывать моющие средства нового поколения с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. Фосфаты в составе синтетических моющих средств выполняют сразу несколько важнейших функций, что делает их незаменимыми компонентами традиционных рецептур. Прежде всего, они эффективно связывают ионы кальция и магния, которые присутствуют в природной воде и препятствуют работе поверхностно-активных веществ. В результате комплексообразования образуются растворимые соединения, не влияющие на структуру ткани и не мешающие процессу очистки. Благодаря этому обеспечивается более высокая активность ПАВ и, как следствие, улучшенная моющая способность раствора. Кроме того, фосфаты предотвращают вторичное загрязнение ткани, удерживая диспергированные частицы загрязнений в объеме раствора и снижая вероятность их повторного осаждения.

Фосфаты также способствуют поддержанию оптимальных значений pH в щелочной области. Это особенно важно для эффективного удаления жировых и белковых загрязнений, которые склонны к омылению и денатурации в условиях повышенной щелочности. Высокая буферная способность фосфатов предотвращает резкие колебания pH, обеспечивая стабильные условия в процессе стирки и при различных температурах воды. Неионогенные поверхностно-активные вещества обладают рядом уникальных свойств, выгодно отличающих их от анионных ПАВ. Они не вступают в реакцию с солями жесткости воды, что делает их особенно эффективными в жесткой или морской воде. Благодаря отсутствию заряда они способны проникать глубже в структуру тканей, обеспечивая быстрое смачивание волокон. Их высокая эмульгирующая способность способствует разрушению структуры загрязнений, содержащих масла, жиры и пигменты, превращая их в мелкие дисперсные частицы. Неионогенные ПАВ



обеспечивают стабильность пены даже при повышенной температуре, а также улучшают растворимость и равномерное распределение моющего средства в растворе.

Особый интерес представляет изучение синергетического действия фосфатов и неионогенных ПАВ. В совместных композициях данные компоненты обеспечивают не только взаимное усиление свойств, но и компенсируют возможные недостатки друг друга. Фосфаты устраняют проблемы ионного взаимодействия анионных ПАВ с жесткой водой, создавая условия для свободной работы неионогенных веществ. Те, в свою очередь, способствуют более глубокому воздействию на загрязнение, улучшая результат очистки даже при невысоких температурах.

Проведенные исследования функциональных характеристик моющих композиций, содержащих различные концентрации фосфатов и неионогенных ПАВ, показывают, что увеличение содержания фосфатов способствует повышению устойчивости пены и моющей способности, однако после достижения определенного предела эффект стабилизируется. Аналогично наблюдается зависимость эффективности от содержания неионогенных ПАВ: рост концентрации улучшает свойства композиции до оптимального уровня, при превышении которого возможны негативные изменения, такие как снижение устойчивости пены из-за избытка органической фазы.

Таким образом, выбор оптимального соотношения фосфатов и неионогенных ПАВ позволяет разрабатывать эффективные моющие составы, которые сохраняют высокие показатели очистки при различных условиях эксплуатации, включая температурные режимы и жесткость воды. Полученные результаты подтверждают ключевую роль этих компонентов в современных СМС и определяют направления их дальнейшего совершенствования.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о высокой значимости фосфатов и неионогенных поверхностно-активных веществ в формировании функциональных свойств синтетических моющих средств.



Их комплексное применение обеспечивает синергетический эффект, способствующий значительному повышению моющей способности, стабилизации структуры пены, а также улучшению условий для действия других компонентов рецептуры. Фосфаты играют важную роль в смягчении воды, поддержании оптимального уровня pH и предотвращении вторичного осаждения загрязнений на поверхности тканей. Благодаря способности образовывать стабильные комплексы с ионами жесткости они сохраняют активность ПАВ на высоком уровне.

Неионогенные ПАВ, в свою очередь, демонстрируют высокую устойчивость к изменению pH и жесткости воды, что обеспечивает универсальность их применения. Они эффективно разрушают структуру жировых и пигментных загрязнений, проникая глубоко в структуру волокон и обеспечивая стойкий результат стирки даже при низких температурах. Их использование также способствует равномерному распределению моющей композиции и поддержанию стабильных реологических свойств.

Полученные результаты подтверждают, что оптимизация соотношения фосфатов и неионогенных ПАВ позволяет создать моющие средства с улучшенными эксплуатационными характеристиками, которые остаются эффективными в различных условиях: при разной жесткости воды, температурах и типах загрязнений. Однако необходимо учитывать экологические ограничения, связанные с применением фосфатов, поскольку их избыток может приводить к эвтрофикации водных объектов. В этой связи перспективным направлением становится разработка модифицированных фосфатсодержащих композиций или частичная замена фосфатов более экологичными комплексообразователями при сохранении синергии с неионогенными ПАВ.

Таким образом, роль фосфатов и неионогенных ПАВ в повышении моющей способности СМС является фундаментальной и определяющей для дальнейшего развития химико-технологических решений в данной области. Углубленное изучение их взаимодействий и оптимизация рецептур позволит совершенствовать моющие средства нового поколения, обеспечивающие эффективность, экономичность и экологическую безопасность. Полученные выводы могут стать основой для дальнейших исследований,



направленных на создание инновационных формуляций, отвечающих современным требованиям рынка и санитарно-экологических нормам.

Использованные источники

1. Понамарёв А. И. Химия и технология синтетических моющих средств. Москва: Академия, 2018.
2. Чернышев А. Г. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение. Санкт-Петербург, 2020.
3. Громов В. В. Фосфатные добавки в моющих средствах: функциональность и ограничения. Химическая промышленность, 2021, №6.
4. Левченко Т. С. Физико-химические основы процессов стирки. СПбГТИ, 2020.
5. Саймонов У. Б. Влияние жесткости воды на эффективность ПАВ. Журнал прикладной химии, 2023, №1.
6. Zhang L. Role of nonionic surfactants in detergency enhancement. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2021.
7. Smith J. Synergistic effects of phosphates and surfactants in detergents. Journal of Surfactants & Detergents, 2022.
8. Мирзаев Н. М. Функциональные добавки в СМС: влияние на пенообразование и моющую способность. Материалы науч.-практ. конф., 2022.
9. Thompson R. Water softening mechanisms of phosphate additives. Cleaner Production Journal, 2020.
10. Арипов Ж. Х. Структурно-функциональные особенности неионогенных ПАВ. Международный журнал химических наук, 2023, №4.