

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_105

УДК 543.68

ГРНТИ 31.19.29

ВАК 2.6.13

**Влияние комплексонов на показатели смачивания  
в технологии производства моющих средств**

Клепикова М.А. \*, Ключникова Н.В., Городов С.И., Маркин А.М.

*Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова,  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46*email: \* [mariya.klepickova@yandex.ru](mailto:mariya.klepickova@yandex.ru), [4494.55@mail.ru](mailto:4494.55@mail.ru),  
[serg5254325@rambler.ru](mailto:serg5254325@rambler.ru), [andrewioi@yandex.ru](mailto:andrewioi@yandex.ru)**Аннотация**

На сегодняшний день разработка экологически безопасных и эффективных моющих средств, является одной из ведущих задач химической технологии.

Разработка рецептур моющих композиций – сложный многостадийный процесс, в котором важнейшую роль играет каждый из компонентов.

Введение в состав комплексообразователей является обязательным этапом технологии производства моющих средств.

На сегодняшний день существует большое количество комплексообразующих добавок, применяемых в технологии производства моющих средств.

Каждый из комплексообразователей обладает своим набором преимуществ и недостатков. Поэтому очень важно верно подбирать комплексон в рецептуры, в зависимости от требуемых характеристик и свойств будущей продукции.

Одним из основных показателей эффективности работы моющих средств является смачиваемость.

В данной статье проведено изучение зависимости показателей смачиваемости на основании комплексообразующей добавки, входящей в рецептуру моющих средств.

*Ключевые слова:* моющие средства, комплексообразователи, смачивание, смачивающая способность.

## Теория и методы исследования

С каждым годом разработка и производство промышленностью новых и эффективных моющих средств развивается все активнее.

Появление новых сырьевых компонентов, методик производства, аппаратуры подталкивает к усовершенствованию уже имеющихся рецептур моющих средства, а также к разработке новых [1].

Моющие композиции являются сложными многокомпонентными системами, в состав которых входит большое количество ингредиентов.

Современные моющие средства, как правило, состоят из ПАВ различной природы, комплексонов и функциональных добавок, основной целью которых является улучшение потребительских свойств моющего средства.

Комплексообразующие компоненты играют большую роль в составе моющей композиции и являются важной ее составляющей, так как за счет связывания ионов жесткости в значительной степени повышается эффективность и качество моющего средства.

Для любого моющего средства основным показателем, характеризующим эффективность и целесообразность использования именно этого средства является его моющая способность. Данный показатель зависит от многих факторов [2].

Одним их важных этапов в процессе мойки является – смачивание поверхности ткани, либо же твердой поверхности.

В общем виде процесс смачивания можно представить как межмолекулярное взаимодействие на поверхности раздела в системе «жидкость - твердое тело/жидкость (загрязнение) – жидкость».

Процесс смачивания является обязательным и очень важным в механизме отмыывания тканей или поверхностей.

На основании ранее проведенных исследований, можно сделать вывод, что в эффективности процесса смачивания большую роль играют именно комплексообразователи, входящие в состав моющей композиции [3].

В данной статье рассмотрим зависимость показателей смачиваемости от комплексообразующих компонентов, входящих в состав моющих средств.

На сегодняшний день известно большое количество комплексонов, применяемых в промышленности моющих средств [4].

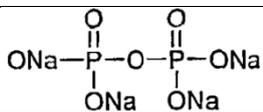
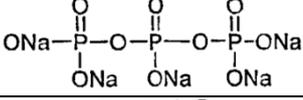
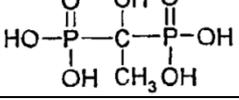
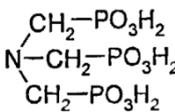
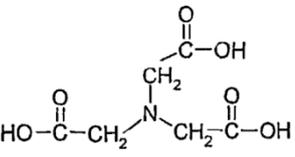
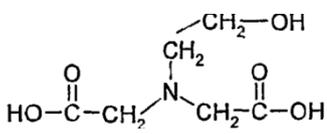
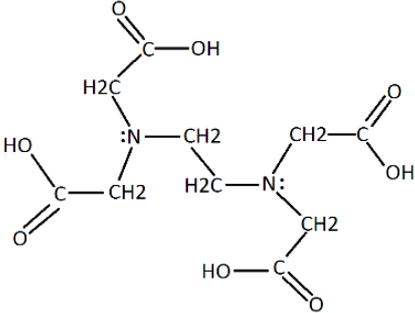
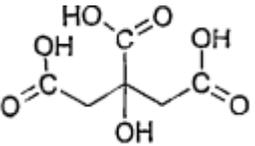
Наибольшую популярность в технологии производства моющих получил триполифосфат натрия. Однако, с каждым годом проводятся новые исследования, в результате которых ученые пришли к выводу, что использование популярного триполифосфата отрицательно влияет на окружающую среду и приводит к заболачиванию водоемов.

Таким образом, необходимо подобрать наиболее экологически-безопасный комплексообразующий компонент, который будет обладать необходимым комплексом свойств, но при этом будет являться безопасным для экологии.

Основные популярные и наиболее часто используемые на сегодняшний день комплексообразователи представлены в таблице 1.

Таблица 1.

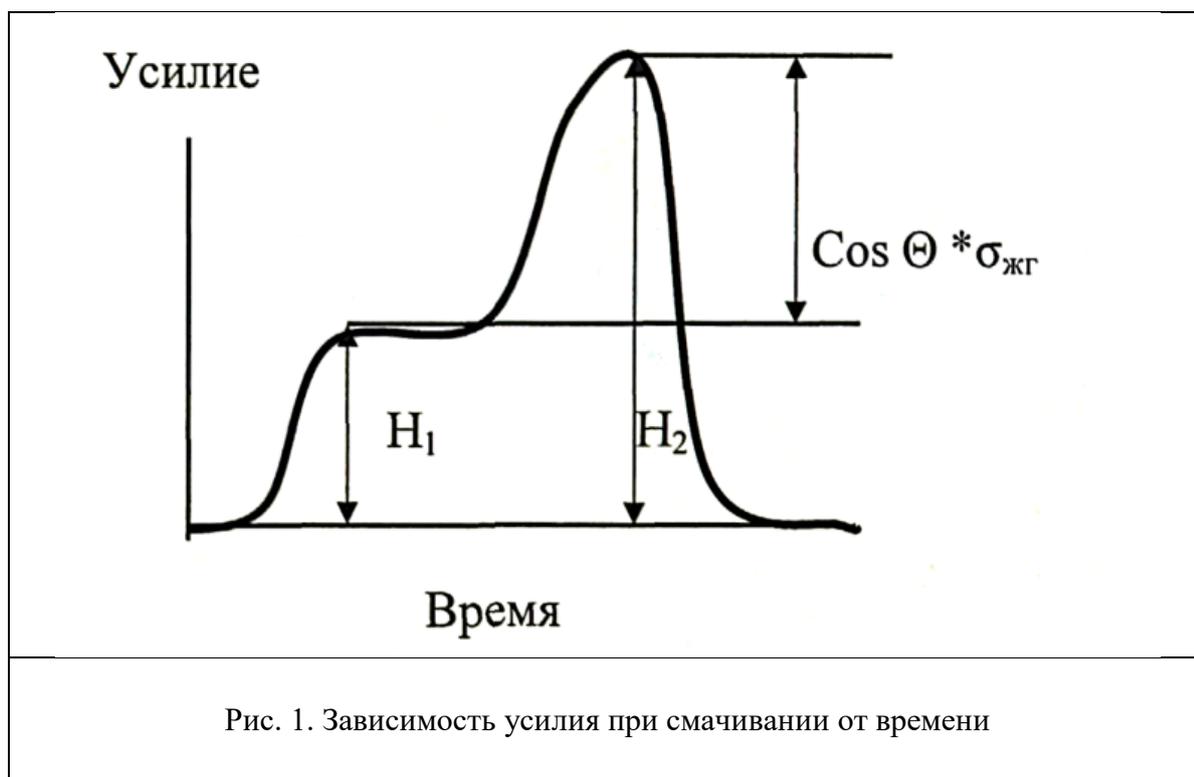
Основные комплексообразователи, используемые в рецептурах моющих средств

Химическая структура комплексонов	Химическое название комплексонов
	Дифосфат натрия
	Триполифосфат натрия
	Оксиэтилендифосфоновая кислота
	Нитрилотриметилфосфоновая кислота
	Нитрилотриуксусная кислота
	N-(2-гидроксиэтил) иминодиуксусная кислота
	Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-Na)
	Лимонная кислота

Анализируя приведенные выше комплексообразователи, можно сделать вывод, что наиболее распространенными, доступными и используемыми из этих являются: оксиэтилендифосфоновая кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-Na), лимонная кислота и триполифосфат натрия.

Как было сказано ранее, смачивающая способность является одним из важнейших показателей в моющем процессе и зависит от комплексообразователя, входящего в состав моющего средства. Поэтому, для наиболее популярных представителей комплексонов было проведено определение смачивания ткани [5].

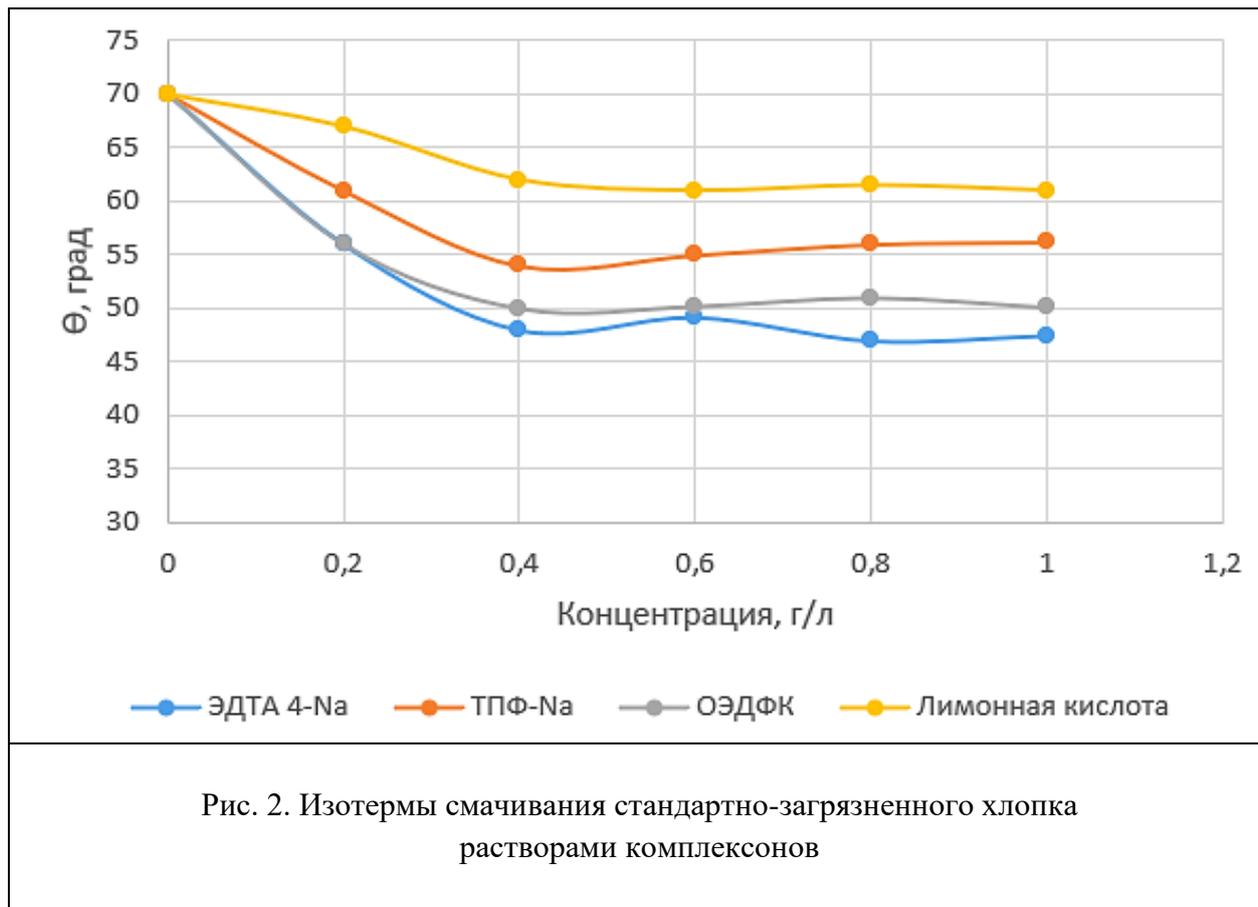
Данный опыт проводился с помощью пластинки Вильгельми методом погружения смачиваемой поверхности в исследуемый раствор с содержанием различных комплексообразователей [6]. Суть метода заключается в том, что закрепляли квадратный образец стандартно-загрязненной хлопчатобумажной ткани и опускали в анализируемые растворы, содержащие разные комплексообразователи, на 1 мм. Из полученной кривой определяли работу смачивания (рис. 1.).



Стоит учитывать, что смачивание поверхности является сложным процессом, который зависит параллельно от многих процессов и факторов, таких как адсорбции, диффузии, поверхностного натяжения, концентрации раствора, природы и состояния смачиваемой поверхности и т.д. Именно поэтому, очень важно учитывать все эти моменты в процессе подбора наиболее благоприятных условий для процесса смачивания.

### Полученные результаты и их обсуждение

Смачивание стандартно-загрязненной хлопчатобумажной ткани растворами комплексообразователей проводилось с помощью пластинки Вильгельми. В результате проведенного опыта была получена зависимость краевого угла смачивания от концентрации комплексообразующих компонентов в растворе дистиллированной воды (рис. 2).



Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что во всех случаях смачивание ткани затруднено в жесткой воде, что связано с инкрустацией волокон ткани солями жёсткости.

Исходя из этого, становится ясно, что наибольшей смачивающей способностью, среди испытуемых комплексообразователей, обладает этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-На). В полученной зависимости смачивающая способность комплексообразующих компонентов растет в ряду: лимонная кислота < триполифосфат натрия < оксиэтилендифосфоновая кислота < этилендиаминтетрауксусная кислота.

Таким образом, на основании проведенных исследований и изученной информации, можно сделать вывод, что наиболее популярный и широко используемый на данный момент комплексообразователь триполифосфат натрия не обладает необходимыми смачивающими характеристиками, тем самым не может обеспечить максимально эффективную моющую способность, если сравнивать с тестируемыми комплексообразователями. Помимо этого, стоит также учитывать, что триполифосфат натрия не является экологически безопасным и наносит вред окружающей среде и водоемам [7].

На основании вышесказанного, можно считать, что на сегодняшний день наиболее целесообразно использовать другие комплексообразователи, например изученные оксиэтилендифосфоновую кислоту (ОЭДФК) или этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-На), так как данные комплексоны обладают лучшими показателями смачивающей способности и при этом являются наиболее безопасными для экологии.

### **Конфликт интересов**

По материалам данной статьи у авторов не возникло конфликта интересов с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, также авторам не известно о наличии возможных конфликтов со стороны третьих лиц к данным статьи.

### **Благодарность**

Исследования для данной работы выполнены на базе Белгородского государственного университета им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

### **Список литературы**

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ // Современные технологии получения и анализа моющих средств, № 2, 2018. С. 50–56.
2. Болелый В.Ф., Васильев В.П. Оценка потребительских свойств СМС в практических условиях стирки // Аналитические основы анализа поверхностно-активных веществ: сб. науч.-практ. конф. / под ред. Г.А. Монастырского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2019. С. 48–52.
3. Титорский И.А., Акименко П. В. Поверхностные явления и адсорбция // Особенности процессов, протекающих на границе разделов фаз: сб. науч. ст. второй междунар. науч.-практ. конф. / под ред. И.А. Титорского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2020. С. 21–27.
4. Плетнев М.Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции / Плетнев К. А., Попов А. В. // Бытовая химия. – 2019. – № 5. – С. 68–74.
5. Ковалев В.М., Петренко Д.С. Технология производства синтетических моющих средств // Химия моющих средств, №12, 2021. С. 47-50.
6. Григорьев Г.А. Термодинамика и кинетика смачивания и растекания // Физико-химические процессы ПАВ, №34, 2019. С. 23-28.
7. Болелый В.Ф., Васильев В.П. Оценка потребительских свойств СМС в практических условиях стирки // Аналитические основы анализа поверхностно-активных веществ: сб. науч.-практ. конф. / под ред. Г.А. Монастырского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2019. С. 48–52.

### **The effect of complexons on wetting parameters in detergent production technology**

Klepikova M.A., Klyuchnikova N.V., Gorodov S.I., Markin A.M.

*Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov,  
308012, Russia, Belgorod, Kostyukova str., 46*

email: \* [mariya.klepickova@yandex.ru](mailto:mariya.klepickova@yandex.ru), [4494.55@mail.ru](mailto:4494.55@mail.ru),  
[serg5254325@rambler.ru](mailto:serg5254325@rambler.ru), [andrewioi@yandex.ru](mailto:andrewioi@yandex.ru)

Today, the development of environmentally friendly and effective detergents is one of the leading tasks of chemical technology. The development of formulations of detergent compositions is a complex multi-stage process in which each of the components plays an important role.

The introduction of complexing agents into the composition is an obligatory stage of the detergent production technology. To date, there are a large number of complexing additives used in the production technology of detergents. Each of the complexing agents has its own set of advantages and disadvantages. Therefore, it is very important to correctly select the complexon in the formulation, depending on the required characteristics and properties of future products. One of the main indicators of the effectiveness of detergents is wettability. In this article, the dependence of wettability indicators on the basis of a complexing additive included in the formulation of detergents is studied.

*Keywords:* detergents, complexing agents, wetting, wetting ability.

## References

1. Kreshkov A.P. Fundamentals of analytical chemistry. Theoretical foundations. Quantitative analysis // Modern technology for the production and analysis of detergents, No. 2, 2018. pp. 50-56.
2. Bolely V.F., Vasiliev V.P. Evaluation of consumer properties of SMS in practical washing conditions // Analytical foundations of the analysis of surfactants: collection of scientific and practical conf. / edited by G.A. Monastyrsky. Moscow: CPI MGATT. 2019. pp. 48-52.
3. Tutorsky I.A., Akimenko P. V. Surface phenomena and adsorption // Features of the processes occurring at the boundary of the phase sections: collection of scientific articles of the second international scientific and practical conference / ed. by I.A. Tutorsky. Moscow: CPI MGATT. 2020. pp. 21-27.
4. Pletnev M.Yu. Surfactants and compositions / Pletnev K. A., Pov A.V. // Household chemicals. – 2019. – No. 5. – pp. 68-74.
5. Kovalev V.M., Petrenko D.S. Technology of production of synthetic detergents // Chemistry of detergents, No. 12, 2021. pp. 47-50.
6. Grigoriev G.A. Thermodynamics and kinetics of wetting and spreading // Physico-chemical processes of surfactants, No. 34, 2019. pp. 23-28.
7. Bolely V.F., Vasiliev V.P. Assessment of consumer properties of SMS in practical washing conditions // Analytical foundations of the analysis of surfactants: collection of scientific and practical conf. / edited by G.A. Monastyrsky. Moscow: CPIMGATT. 2019. pp. 48-52.