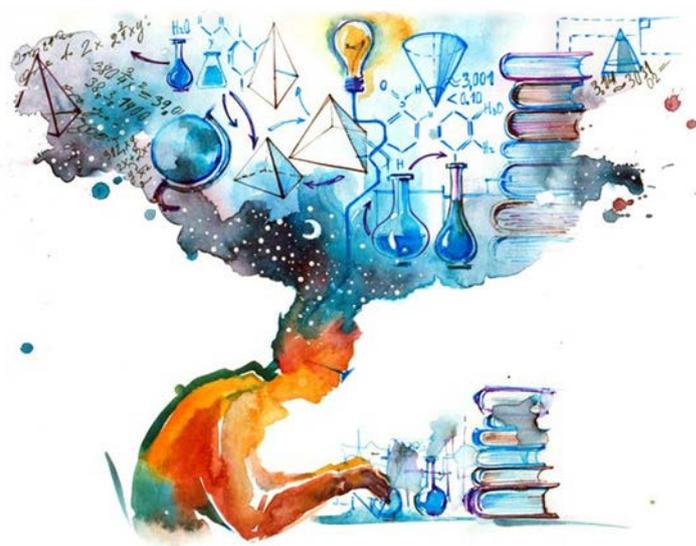


ШНМ
школа научного мастерства
ВШГЭ

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЁЖИ

МАТЕРИАЛЫ
III и IV студенческой научно-практической
конференции



Санкт-Петербург
2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ



МАТЕРИАЛЫ
III и IV студенческой научно-практической
конференции

**«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА
ГЛАЗАМИ МОЛОДЁЖИ»**

Научное издание
2025

Санкт-Петербург
2025

УДК 378.2
ББК 72
С 568

Редакционная коллегия:

кандидат химических наук, доцент *Р. А. Смит*
(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики);
И. Д. Сумников (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики)

С 568 Материалы III и IV студенческой научно-практической конференции «Современная наука глазами молодёжи» (22 марта 2024 года, 29 марта 2025 года, Санкт-Петербург) / Отв. ред. Р. А. Смит, И. Д. Сумников. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2025. — 48 с.
ISBN 978-5-91646-438-2

Сборник включает материалы III и IV студенческой научно-практической конференции «Современная наука глазами молодёжи», состоявшейся 22 марта 2024 г. и 29 марта 2025 г. в Высшей школе технологии и энергетики СПбГУПТД.

УДК 378.2
ББК 72

ISBN 978-5-91646-438-2

© Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Сумников И. Д., Волыхина М. Д., Смит Р. А. Синтетические моющие средства	4
Волыхина М. Д., Сумников И. Д., Демьянцева Е. Ю. Коллоидно-химический анализ различных моющих средств для посуды	7
Митрофанов М. С., Смит Р. А. Определение качества воды коммунального водоснабжения г. Санкт-Петербурга	10
Черкасова А. В., Селянкин М. А., Данилов А. С., Фёдорова О. В. Получение тряпичной полумассы	13
Мамаева А. А., Раздобурдина С. Д., Смит Р. А. Оценка содержания нефтепродуктов в атмосферных осадках ИК-спектрофотометрическим методом	16
Сидорин В. С., Панова В. А., Смит Р. А. Рассмотрение современных методов анализа витамина С	18
Панова В. А., Сидорин В. С., Смит Р. А. Количественное определение витамина С различными способами в фруктах, овощах, биологически активных добавках	20
Мухамадеева Л. А., Смит Р. А. Коллоидно-химический анализ моющих средств	22
Анисимова О. С., Демьянцева Е. Ю. Влияние водно-щелочной обработки на качество целлюлозного материала	26
Панова В. А., Ромашева М. М., Селянкин М. А., Смит Р. А., Демьянцева Е. Ю. Получение порошковой целлюлозы из стеблей подсолнечника	28
Митрофанов М. С., Смит Р. А., Демьянцева Е. Ю. Исследование свойств экстрактов коры лиственницы: состав и коллоидно-химические характеристики	30
Сидорин В. С., Смит Р. А., Демьянцева Е. Ю. Сравнение свойств натрий карбоксиметилцеллюлоз, полученных из различного сырья	33
Журавлёв Я. А., Сальникова У. Е., Демьянцева Е. Ю. Основы седиментационного анализа	36
Сальникова У. Е., Журавлёв Я. А., Смит Р. А. Седиментационный анализ суспензий TiO₂ и ZnO весовым методом	38
Перевозчикова Д. А., Бобкова Е. А., Пекарец И. А. Исследование физико-химических характеристик композиционного материала с добавлением костры льна без обработки	43
Козырева И. А., Данилова А. А., Смит Р. А. Исследование качества воды питьевого назначения	46

СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОЮЩИЕ СРЕДСТВА

И. Д. Сумников, М. Д. Волыхина, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: ignatsumnikov@gmail.com

Аннотация. Развитие химической промышленности способствовало появлению огромного количества разнообразных товаров бытовой химии. Все это является заслугой химии, благодаря которой появляются вещества, облегчающие существование человечества в современном мире, в частности, благодаря синтетическим моющим средствам. В настоящей работе обобщена информация о синтетических моющих средствах, а именно: описаны основные компоненты моющих средств – поверхностно-активные вещества, рассмотрен механизм моющего действия ПАВ, а также критерии оценки качества моющих средств.

Ключевые слова: *компоненты, качества, синтетические моющие средства, поверхностно-активные вещества, коллоидные вещества.*

Чтобы понять принцип действия моющих средств, нужно понять, от чего же именно моющая химия очищает поверхности? Загрязнениями называются инородные частицы, находящиеся в разных агрегатных состояниях, связанные с поверхностью поляризационным или электростатическим взаимодействием. Вот именно поэтому нам приходят на помощь различные синтетические моющие средства.

Что же такое синтетическое моющее средство? Под синтетическими моющими средствами (далее – СМС) понимают жидкие, пастообразные и порошкообразные вещества, которые содержат поверхностно-активные вещества (ПАВ), а также другие органические и неорганические вещества, повышающие эффективность ПАВ.

ПАВ – это химические соединения, которые вызывают снижение поверхностного натяжения, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз (например, на границах раздела жидкости и твёрдого вещества, двух различных жидкостей, жидкости и газа) [1].

В настоящее время широко применяются синтетические средства, содержащие коллоидные ПАВ. Это обусловлено комплексом их уникальных поверхностных и объёмных свойств. Их растворы способны образовывать кристаллы и эмульсии, смачивать поверхности, удалять загрязнения, сообщать продукции необходимые технологические свойства, улучшать товарный вид и увеличивать сроки хранения. Причем их действие проявляется при небольших концентрациях. Умелое применение коллоидных ПАВ в промышленности позволяет интенсифицировать технологические процессы, повышать качество выпускаемой продукции, экономить сырьё и энергетические ресурсы.

ПАВ представляют собой органические вещества дифильного строения, их молекулы, мицеллы, содержат полярную (гидрофильную) и неполярную (гидрофобную, или же липофильную) части (рис. 1). Липофильная часть представляет собой углеводородную цепь, при этом она крайне слабо взаимодействует с водой. Гидрофильная часть содержит функциональные группы -ОН, -COOH и др; или чаще их соли: -COONa, -SO₃Na и пр. Эта часть, в отличие от липофильной, притягивает к себе молекулы воды в растворе.

Что касается классификации, ПАВ подразделяются на неионогенные и ионогенные. Неионогенные представляют собой высокомолекулярные соединения, которые в водном растворе не образуют ионов. Ионогенные – диссоциируют в растворе на ионы, одни из которых обладают адсорбционной активностью, а другие – адсорбционно не активны. В свою очередь, ионогенные ПАВ делятся на анионные (диссоциируют, образуя отрицательно заряженные частицы – анионы), катионные (диссоциируют с образованием положительно

заряженных частиц – катионов) и амфотерные (в зависимости от условий среды могут проявлять либо анионную, либо катионную активность).

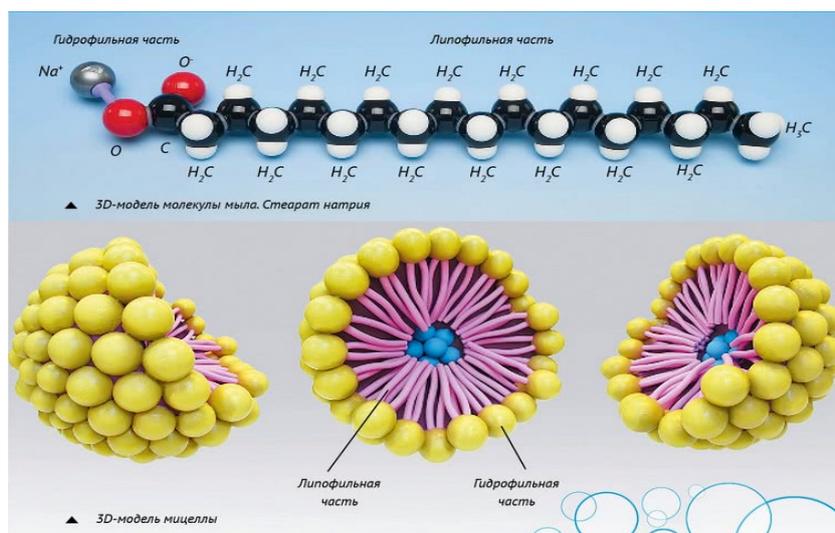


Рисунок 1 – Строение молекулы ПАВ

Рассмотрим механизм действия ПАВ (рис. 2). На каждую из молекул, находящуюся в растворе, оказывают воздействие окружающие ее молекулы. При этом силы взаимодействия уравновешены. Молекула, находящаяся на границе раздела, подвержена воздействию только с одной стороны, таким образом возникает поверхностная пленка. ПАВ влияют на поверхностное натяжение раствора, улучшается смачиваемость загрязненных поверхностей. ПАВ попадают на инородные частицы, слипшиеся с поверхностью, адсорбируют их на себя и, не задерживаясь на поверхности, уходят в раствор. Некоторые активные моющие вещества обладают мощной силой, способной отделять загрязняющие частицы от поверхности без механического воздействия. Подобранные комплексные составы профессиональной химии позволяют значительно повысить эффективность и облегчить процесс мойки.

В последние несколько десятилетий постоянно растет потребление СМС и, соответственно, происходит сокращение потребления мыла. Это обстоятельство порождает важную проблему – очистки сточных вод, загрязнение поверхностного слоя почвы и гибель живых организмов. Многие СМС, в отличие от мыл, не подвержены естественному биохимическому разложению и не задерживаются фильтрующими установками. Для массового производства и потребления моющих средств необходимо применять такие моющие вещества, которые были бы подвержены сравнительно быстрому их распаду.

СМС негативно влияет на организм человека. Так, синтетические средства, содержащие в качестве моющих средств алкиларилсульфонаты, вызывают раздражение кожи лица и рук. Входящие в состав СМС отдушки могут быть аллергенами и вызывать аллергию, а также различные заболевания легких [2]. Поскольку некоторые СМС содержат хлорсодержащие и серосодержащие отбеливатели, то это может оказывать негативное влияние на органы дыхания и слизистые оболочки человека. Женщины, постоянно злоупотребляющие моющими средствами, рискуют получить злокачественные опухоли. Наряду с ПАВ в СМС есть другие химические соединения, вызывающие серьезные заболевания.

Выделяют множество критериев оценки качества моющих средств, однако основными из них являются поверхностное натяжение, критическая концентрация мицеллообразования (далее – ККМ) и пенообразование.

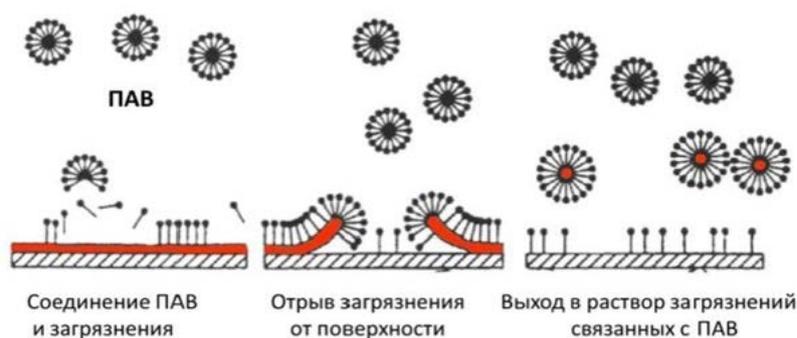


Рисунок 2 – Механизм действия ПАВ

Поверхностное натяжение – это свойство поверхностно-активных частиц снижать поверхностное натяжение воды. Чем активнее моющее средство снижает натяжение воды, тем лучше такой раствор удаляет большую часть загрязнений.

ККМ – это концентрация раствора ПАВ, при которой образуются сферические мицеллы, находящиеся в равновесии с молекулами ПАВ в растворе [3].

Пенообразование – это процесс образования пены, которая эффективно проникает в глубь загрязнений и качественно удаляет жиры, масла, грязь.

Другими основными компонентами СМС являются энзимы, отбеливатели и полимеры.

Энзимы – это биологические катализаторы (белки), которые ускоряют химические реакции, разлагающие различные виды загрязнений на одежде и других поверхностях.

Отбеливатели – это химические вещества, которые осветляют ткани, удаляя или разрушая окрашивающие вещества (пигменты) и пятна. Выделяют хлорсодержащие, серосодержащие и кислородные отбеливатели. Помимо того, что хлорсодержащие и серосодержащие отбеливатели, как было отмечено ранее, негативно влияют на организм человека, они также оказывают негативное влияние и на прочность тканей одежды. Поэтому такие отбеливатели применять в быту крайне не рекомендуют. Кислородные отбеливатели менее агрессивные по отношению к тканям, при этом являются достаточно эффективными. Их выпускают в нескольких формах: жидкость (самый популярный и универсальный вариант для стирки или уборки), порошок, гель и таблетки.

Полимеры же предотвращают повторное оседание частиц грязи на ткань.

Итак, СМС – это эффективное, но неоднозначное изобретение. Они обеспечивают более высокую моющую способность, доступность и удобство использования по сравнению с натуральным мылом. Однако их воздействие на окружающую среду вызывает серьезные опасения, требующие разработки и применения более экологичных формул и ответственного потребления. Преимущества и недостатки требуют взвешенного подхода и постоянного поиска баланса между эффективностью и экологической безопасностью.

Список литературы

1. Габриелян О. С., Остроумов И. Г. Химия для профессий и специальностей естественно-научного профиля: учебник для студентов профессиональных образовательных организаций, осваивающих профессии и специальности СПО. – М., 2017.
2. Ковалев, В. М., Петренко, Д. С. Технология производства синтетических моющих средств / В. М. Ковалев, Д. С. Петренко: учебное пособие. – М.: «Химия», 1992. – 176 с.
3. Назаров, В. В. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, А. Ф. Моргунов, Н. А. Шабанова, А. Ф. Кривощепов, А. Ю. Колосов; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. – М.: Академкнига, 2007.

КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСУДЫ

М. Д. Волыхина, И. Д. Сумников, Е. Ю. Демьянцева
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург
E-mail: volykhina.mari@bk.ru

Аннотация. Моющие средства для посуды широко используются в быту, и их качество существенно влияет на гигиену и здоровье человека. Эффективность моющих средств напрямую связана с их коллоидно-химическими свойствами. В данной работе представлены двенадцать результатов моющих средств на определение поверхностного натяжения и пенообразования. Исследование поверхностного натяжения проводится благодаря методу отрыва кольца (Дю-Нуи). Устойчивость пены – это способность пены сохранять параметры исходной структуры. Исследование устойчивости к пенообразованию проводится при помощи ГОСТ 23049.26-78.

Ключевые слова: моющие средства, коллоидно-химические свойства, поверхностное натяжение, устойчивость к пенообразованию.

Моющие средства для посуды – незаменимые помощники в быту, от качества которых напрямую зависит гигиена посуды, а, следовательно, и здоровье человека. После каждого приема пищи на поверхности посуды остаются разнообразные загрязнения: жиры, белки, углеводы, остатки пищи. Недостаточное удаление этих загрязнений создает благоприятную среду для размножения бактерий и микроорганизмов, что может привести к пищевым отравлениям и другим заболеваниям. Эффективность моющих средств в значительной степени определяется их коллоидно-химическими свойствами, которые обеспечивают удаление загрязнений и поддержание чистоты посуды.

Изучение этих свойств позволяет не только оценить качество представленных на рынке продуктов, но и сравнить различные марки моющих средств между собой, выявить их сильные и слабые стороны, а также разработать новые, более эффективные и экологически безопасные формулы. Понимание механизмов действия моющих средств на коллоидном уровне позволяет создавать продукты, которые эффективно удаляют загрязнения, не нанося вреда здоровью человека и окружающей среде.

Целью работы является проведение коллоидно-химического анализа различных моющих средств для посуды с целью сравнения их потребительских свойств и определения наиболее эффективных и безопасных.

Задачи:

1. Выбрать образцы моющих средств для посуды различных производителей и ценовых категорий.
2. Определить основные коллоидно-химические характеристики исследуемых образцов, такие как: поверхностное натяжение; критическая концентрация мицеллообразования (ККМ); пенообразующая способность.
3. Сравнить полученные результаты для различных образцов моющих средств.
4. Сделать выводы о качестве исследуемых моющих средств и возможности использования полученных данных для выбора оптимального продукта.

1. Исследование поверхностного натяжения

Метод отрыва кольца (дю Нуи) – классический метод для определения поверхностного или межфазного натяжения.

Сущность метода: кольцо из платиновой проволоки, плоскость которого параллельна поверхности жидкости, медленно поднимают из жидкости, смачивающей его. Усилие в момент отрыва кольца от поверхности и есть сила поверхностного натяжения, которая может быть пересчитана в поверхностную энергию.

Для измерения используют прибор дю Нуи (рис. 1). Основная часть устройства – металлическая упругая нить, натянутая горизонтально. К нити прикреплено коромысло с крючком, на который подвешивается кольцо. Отрывающее усилие создается закручиванием упругой нити с помощью винта [1].



Рисунок 1 – прибор дю Нуи

Результаты измерения поверхностного напряжения вносятся в таблицу 1. На примере моющего средства Sorti алоэвера рассмотрим график изменения поверхностного напряжения (рис. 2).

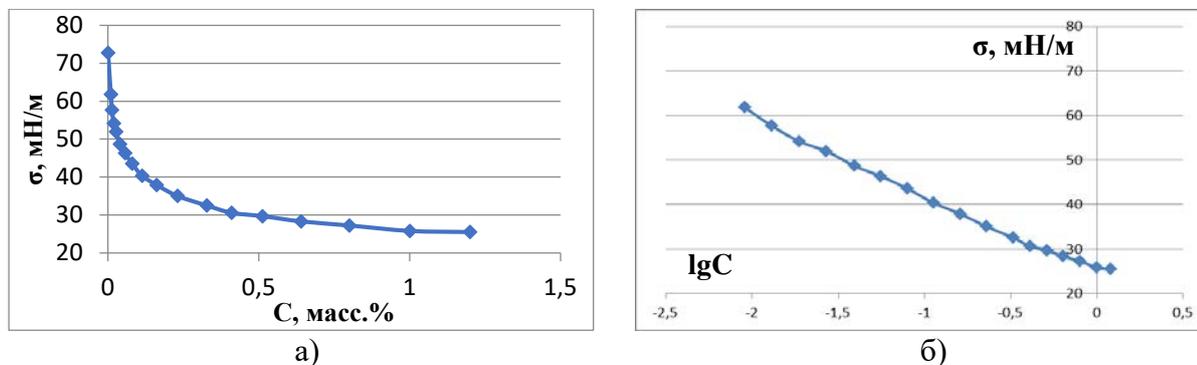


Рисунок 2 – Изотерма поверхностного натяжения Sorti алоэвера:

а – зависимость поверхностного натяжения от концентрации вещества в растворе;

б – зависимость поверхностного натяжения от логарифма концентрации вещества в растворе

Таблица 1 – Результаты измерения поверхностного напряжения

№	СРЕДСТВО	ККМ	G
1	Fairy чайное дерево и мята	1,3	30,6
2	Fairy арбуз	1,4	28,4
3	Fairy лимон	1	35,8
4	Synergetic (арбуз)	1	36,8
5	BioMio	2,3	20,5
6	Lion	0,9	46,4
7	Finish	1,1	34,3
8	Sorti (алоэвера)	1	46,95
9	Synergetic (лимон)	1,1	33,6
10	Irma	1,1	33,4
11	Velly	1,2	33,3
12	FaBertic Home (бархатная орхидея)	1,2	31,5

2. Исследование устойчивости к пенообразованию (ГОСТ 23049.26-78)

В стакан наливают 100 см³ 5 %-ного водного раствора поверхностно-активного вещества или раствора пенообразователя в связующем и устанавливают его на прибор. Температура раствора должна быть 18 ± 2 °С. Раствор перемешивают в течение 30 с. По истечении этого времени замеряют объем образовавшейся пены по делениям на стакане. Через 30 мин проводят повторение измерения объема пены [2]. Результаты измерений занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Устойчивость пены

№	СРЕДСТВО	У (устойчивость)
1	Fairy чайное дерево и мята	0,91
2	Fairy арбуз	0,71
3	Fairy лимон	0,75
4	Synergetic (арбуз)	0,70
5	BioMio	1,00
6	Lion	0,75
7	Finish	0,00
8	Sorti (алоэвера)	0,83
9	Synergetic (лимон)	0,67
10	Irma	0,71
11	Velly	0,63
12	FaBerlic Home (бархатная орхидея)	0,80

Подводя итог, мы провели два исследования, где определили поверхностное напряжение и устойчивость пены. В таблицах 1 и 2 жирным шрифтом выделены более моющие средства, обладающие наилучшими эксплуатационными характеристиками.

Список литературы

1. Назаров, В. В. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, А. Ф. Моргунов, Н. А. Шабанова, А. Ф. Кривощепов, А. Ю. Колосов; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. – М.: Академкнига, 2007.

2. Метод определения пенообразующей способности и устойчивости пены растворов поверхностно-активных веществ (ГОСТ 23049.26-78) Переиздание (декабрь 1985 г.) с Изменением № 1, утвержденным в ноябре 1984 г. (ИУС 2-85). Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294830/4294830659.pdf> (дата обращения: 03.05.2025).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

М. С. Митрофанов, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: makar.rimusov@mail.ru

Аннотация. Исследование качества воды коммунального хозяйства в различных районах города Санкт-Петербурга актуально, поскольку позволяет определить все риски, связанные с примесями в бытовой воде. Вода играет ключевую роль в нашей жизни и, в частности, в биохимических процессах нашего организма. Поэтому важно знать химический состав воды. В работе была исследована вода коммунального водоснабжения из нескольких районов города с целью проверки соответствия нормам СанПиНа, принятым в нашей стране. Проведено исследование проб воды, прошедших через бытовые фильтры. Согласно исследованию большая часть показателей соответствует нормам.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, бытовая вода, питьевая вода, концентрация металлов в воде.

Вода, которая поступает в дома, проходит несколько этапов очистки, которые призваны очищать ее до пригодной к использованию в бытовых условиях. Но случается так, что те или иные показатели могут не соответствовать принятым нормам.

Поэтому целью работы является оценка качества воды коммунального водоснабжения в г. Санкт-Петербурге по следующим показателям: рН (измерения проводили при помощи иономера И-160 МИ), электропроводность (измерения проводили при помощи кондуктометра Эксперт-003), общая жесткость [2], кальциевая жесткость [2], магниевая жесткость (определяли по разнице между общей и кальциевой жесткостью), содержание железа [5], не карбонатная жесткость (остаточная жесткость после кипячения), перманганатная окисляемость [4], хлориды [3], карбонатная жесткость (методом кипячения).

Воду отбирали из нескольких источников. В исследовании участвовали образцы воды, отобранные непосредственно из-под крана, а также прошедшая обработку через фильтрующий элемент. Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1.

Результаты исследований приведены в таблице 2.

По нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [6], значение рН питьевой воды должно составлять 6-9 ед. Результаты исследований позволяют заключить, что рН исследуемых образцов лежит в указанных пределах. По данным измерения электрической проводимости было установлено, что нет превышений по общему содержанию. Однако установлен факт повышения электропроводности проб после фильтрации в случае проб 1 и 3. Это связано с малым сроком эксплуатации фильтра после его замены.

Содержание хлорид-ионов лимитируется ПДК 350 мг/л. Результаты исследования образцов показывают низкое содержание хлорид-ионов и отсутствие влияния на их содержание процесса фильтрования.

При определении концентрации общего железа было установлено существенное превышение нормы (0,3 мг/л) во всех образцах. Это связано с крайне низким качеством коммуникаций. Установлено, что фильтры снижают концентрацию железа в среднем на 52 %. Содержание железа в воде выше норматива способствует накоплению осадка в системе водоснабжения, интенсивному окрашиванию сантехнического оборудования. Железо придает воде неприятную красно-коричневую окраску, ухудшает ее вкус, вызывает развитие железобактерий, отложение осадка в трубах и их засорение. Высокое содержание железа в

воде приводит к неблагоприятному воздействию на кожу, может сказаться на морфологическом составе крови, способствует возникновению аллергических реакций. Также железо отрицательно влияет на репродуктивную систему. Опасность избыточного поступления металлов заключается в их высокой устойчивости, способности к биогенной миграции, невозможности самостоятельной деструкции и элиминации из организма человека [1].

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

№	Локация	Тип системы отопления	Тип исполнения фильтра	Наполнение фильтра
1	Ул. Маршала Захарова, 12/2	Закрытый	Проточный	Трёхступенчатый: 1. Ферронить. 2. Ионообменная смола. 3. Уголь, обработанный серебром
2	Ленинский пр., д. 95, к 1	Закрытый	Проточный	Трёхступенчатый: 1. Ферронить. 2. Ионообменная смола. 3. Уголь, обработанный серебром
3	Ул. Болотная, 17	Открытый	Кувшинный	Ионообменные смолы, уголь, обработанный серебром
4	Учебный переулок, 8, к 3	Открытый (автономная котельная)	Кувшинный	Ионообменные смолы, уголь, обработанный серебром
5	Ул. Трефолева, 37	Открытый	—	—

Таблица 2 – Результаты исследования (1 – исходная вода, 2 – фильтрованная)

Проба Показатель	Проба 1		Проба 2		Проба 3		Проба 4		Проба 5
	1	2	1	2	1	2	1	2	
рН, ед.	8,85	6,66	6,43	6,12	6,32	6,14	6,19	6,05	5,98
Электропроводность, мкСм/см	135,6	153,3	132,4	142,3	116,9	117,7	121,4	108,3	126,5
Жёсткость общая, ммоль ₃ /л	1,6	0,00	1,44	1,04	1,12	0,48	0,88	0,76	1,44
Жёсткость кальциевая, ммоль ₃ /л	0,72	0,00	0,56	0,72	0,64	0	0,48	0	0,64
Жёсткость магниевая, ммоль ₃ /л	0,88	0,00	0,88	0,32	0,48	0,48	0,40	0,76	0,80
Жёсткость карбонатная, ммоль ₃ /л	1,60	0,00	1,44	0,00	1,12	0,48	0,88	0,76	1,44
Жёсткость не карбонатная, ммоль ₃ /л	0,00	0,00	0,00	2,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Железо общее, мг/л	1,34	0,92	6,27	2,15	2,70	2,57	1,73	1,21	1,76
Перманганатная окисляемость, мг/л	1,35	0,69	—	—	0,30	0,37	0,75	0,28	0,85
Хлориды, мг/л	12	12	14	12	9	9	9	9	17

Эксперименты, связанные с определением жесткости, показали, что в целом в Санкт-Петербурге вода мягкая (ПДК составляет 7 ммоль/л). Установлено, что фильтры в среднем снижают этот показатель на 46 %. Определение ионного состава жесткости показало преобладание количества магниевых ионов над кальцием. По анионному составу преобладает карбонатная жесткость.

Перманганатная окисляемость воды – общая концентрация химически связанного кислорода, содержащегося в перманганате калия, необходимого для окисления органических веществ, затраченного при обработке данным окислителем в определенных условиях пробы воды. Важным является то, что на значение перманганатной окисляемости могут повлиять восстанавливающие соединения, такие как нитриты, сероводород и соли железа (II). В предварительных опытах было установлено существенное превышение концентрации ионов железа, поэтому не удалось провести определение окисляемости в этой пробе, несмотря на значительное ее разбавление. Возросшие значения концентрации железа после фильтрации пробы 3, вероятно, связаны с тем, что был использован фильтр, который почти исчерпал свой ресурс и внутри которого могли быть накоплены органические вещества. В остальных пробах наблюдается закономерное снижение значений данного показателя при фильтровании.

Список литературы

1. Конев М. Д. Содержание железа в воде, его влияние на организм и способы удаления // Исследовано в России: электрон. многопредм. научн. журнал. – 2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-zheleza-v-vode-ego-vliyanie-na-organizm-i-sposoby-udaleniya/viewer> (дата обращения: 11.05.2025).

2. ГОСТ 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жёсткости». – URL: <https://mytishchi.gor-lab.ru/wp-content/uploads/2022/06/GOST-31954-2012.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

3. ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов». <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/339/4294850721.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

4. ГОСТ 55684-2013 «Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости». – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/3ff/4293774110.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

5. ПНД Ф 14Л:2:4.50-96 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой». – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/9ae/4293808606.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

6. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (взамен СанПиН 2.1.4.559-96)». – URL: <https://engeco.ru/upload/iblock/f62/f62518fef27847ef31fcc40c3543b2a5.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

ПОЛУЧЕНИЕ ТРЯПИЧНОЙ ПОЛУМАССЫ

А. В. Черкасова, М. А. Селянкин, А. С. Данилов, О. В. Фёдорова
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург
E-mail: cav090504@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена процессу производства тряпичной полумассы. В ней рассматриваются основные этапы производства, такие как характеристика тряпичного волокна, его сортировка, варка текстиля в 17 % серной кислоте, в 3 % гидроксиде натрия, а также микроскопия образцов до и после варки.

Ключевые слова: *микрористаллическая целлюлоза, тряпичная полумасса, характеристики тряпичного волокна, варка текстиля.*

Тряпичная полумасса является важным сырьем для производства бумаги, картона, картона для упаковки и других бумажных изделий. Процесс производства тряпичной полумассы включает в себя ряд сложных технологических этапов, которые будут рассмотрены в данной статье. В мире производится и используется более 100 млн т в год текстильных волокон и изделий, вторичное использование которых намного меньше, чем у синтетических полимеров. Ежегодно образуется 92 миллиона тонн текстильных отходов. Из 100 миллиардов единиц одежды, производимых каждый год, 92 миллиона тонн оказываются на свалках. Для сравнения, это означает, что эквивалент мусоровоза, набитого одеждой, каждую секунду оказывается на свалках. Если эта тенденция сохранится, ожидается, что к концу десятилетия количество отходов быстрой моды вырастет до 134 миллионов тонн в год. К 2050 году глобальные выбросы швейной промышленности увеличатся в 20 раз. Сейчас все говорят о рециклинге, но в России долгое время этому понятию не уделяли должного внимания. Сегодня в России обезвреживается и утилизируется 46,6 % от массы образованных отходов, однако данные о вторичном использовании отходов или их переработке отсутствуют. Мы предлагаем перерабатывать текстильные отходы, с целью получения дополнительного продукта.

Тряпичное волокно, широко используемое в текстильной промышленности, представляет собой материал с важными характеристиками для производства тряпичной полумассы. В данной работе мы ставим для себя задачу описать основные характеристики тряпичного волокна, а также рассмотреть его преимущества и применение в производстве тряпичной полумассы.

1. Физические характеристики:

Тряпичное волокно обладает высокой прочностью, что делает его идеальным материалом для производства текстильных изделий, включая тряпичную полумассу. Это волокно имеет отличную устойчивость к истиранию и растяжению, что гарантирует долговечность и качество конечного продукта.

2. Химические характеристики:

Тряпичное волокно является устойчивым ко многим химическим воздействиям. Оно обладает резистентностью к кислотам, щелочам и растворителям, что позволяет его использовать в различных сферах промышленности. Такая устойчивость гарантирует стабильность и сохранность тряпичной полумассы при использовании в процессе производства.

3. Термические характеристики:

Тряпичное волокно обладает высокой термостойкостью. Оно может выдерживать высокие температуры без деформации или потери своих качеств. Такие термические характеристики делают его подходящим материалом для использования в условиях

повышенной температуры, что может быть очень важно в процессе производства тряпичной полумассы.

4. Преимущества и применение в производстве полумассы:

Тряпичное волокно имеет ряд преимуществ, делающих его популярным выбором для производства тряпичной полумассы. Оно обеспечивает высокую прочность и устойчивость изделий, а также обладает хорошей эластичностью и устойчивостью к ползучести. Тряпичная полумасса, произведенная из тряпичного волокна, обладает отличными влагоотталкивающими свойствами, а также хорошей звуко- и теплоизоляцией [1].

Сортировка тряпичного волокна играет важную роль в процессе производства тряпичной полумассы. Этот этап представляет собой основу для дальнейшей обработки и создания качественного продукта.

Сортировка тряпичного волокна – это процесс разделения и классификации волокна на основе его качественных характеристик. Это делается в целях получения однородного и унифицированного материала для последующего использования в производстве. В результате сортировки получается волокно определенной длины, толщины и структуры, что отражается на качестве и характеристиках итогового продукта.

Основная цель сортировки – обеспечение равномерности и consistency тряпичной полумассы. Это важно, поскольку отличительные свойства конечного продукта, такие как прочность, гладкость, впитываемость или воздухопроницаемость, определяются исходным состоянием волокна. Правильная сортировка гарантирует, что каждая партия полумассы будет иметь одинаковые характеристики, что, в свою очередь, обеспечивает постоянное качество и улучшает производительность.

Сортировка также позволяет отделить нежелательные примеси и дефекты, такие как посторонние волокна, грязь, пыль или противоположные типы волокна. Это важно при использовании тряпичной полумассы для производства высококачественных и чувствительных к деталям продуктов, таких как мягкая мебель, автомобильные ковры, одежда и текстильные изделия. Отсутствие примесей и дефектов в полумассе гарантирует безупречный внешний вид и ощущение конечного продукта, а также повышает его долговечность.

Другим важным аспектом сортировки является экономическая эффективность. Высококачественное тряпичное волокно имеет более широкий потенциал применения и высокую цену на рынке. Путем удаления низкокачественного или непригодного волокна на стадии сортировки, производители минимизируют потери материала и максимизируют прибыль. Это также улучшает общую эффективность производства и оптимизирует процесс использования ресурсов.

Таким образом, сортировка тряпичного волокна в производстве тряпичной полумассы является ключевым этапом, который влияет на качество, экономику и устойчивость процесса. Она обеспечивает однородность волокна, удаляет нежелательные примеси и дефекты, а также повышает экономическую эффективность. Все это вместе способствует созданию высококачественного и конкурентоспособного продукта, который отвечает требованиям современного рынка.

В мире текстильного производства существует множество различных способов обработки материала, включая варку. Традиционно текстильные изделия обрабатывают щелочью для дальнейшего использования [1, 2].

Мы исследовали этот процесс более детально и провели эксперименты по варке текстиля в 3 % растворе гидроксида натрия и в 17 %-ной серной кислоте.

Первым этапом нашего эксперимента было варение материала в щелочной среде. Гидроксид натрия является достаточно сильным раствором, который применяется для удаления загрязнений с тканей и изменения их свойств. После длительного процесса варки в щелочной среде, мы обратили свое внимание на изменения, происходящие с волокнами текстиля.

Для того чтобы более подробно исследовать эти изменения, мы проанализировали полученные образцы под микроскопом. После варки образцы были подготовлены для микроскопического анализа. Для этого мы применили стандартные методы микроскопии, такие как фиксация образцов, их дегидратация и насыщение рабочей средой. Затем образцы были помещены в микроскоп и проанализированы при различных увеличениях. Благодаря микроскопии, мы смогли заметить, что волокна текстиля стали более мягкими и эластичными, что может положительно сказаться на их дальнейшей обработке и использовании.

Также была произведена варка текстиля в кислотной среде. Серная кислота обладает свойствами, позволяющими изменять структуру материала и приводить его в более желаемое состояние. После завершения процесса варки в серной кислоте, мы проанализировали полученные образцы под микроскопом.

Волокна текстильного материала, подвергнутого варке в кислотной среде, стали более прочными и устойчивыми. Эти изменения могут оказаться полезными в контексте использования такого материала в различных областях, где важна его прочность и долговечность.

Выводы:

1. Тряпичное волокно является универсальным материалом для производства тряпичной полумассы и дальнейшей ее переработки. Оно обладает высокой прочностью, устойчивостью к деформации, химическим и термическим воздействиям, что обеспечивает надежность и качество товарного продукта.

2. После варки в гидроксиде натрия волокна текстиля обладают большей мягкостью и эластичностью, хорошо разволокняются.

3. После варки в серной кислоте волокна стали более прочными и устойчивыми и не подходят для дальнейшей переработки.

Список литературы

1. Фотиев А. С. Технология бумаги: в 4-х томах. Т. 1. – Л.: Государственное лесное техническое издательство, 1933. – 260 с.
2. Иванов С. Н. Технология бумаги. – Изд. 3-е. – Москва: Школа бумаги, 2006. – 695 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ ИК-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

А. А. Мамаева, С. Д. Раздобурдина, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: anyatamaewa49@gmail.com

Аннотация. В статье проведена оценка содержания нефтепродуктов в осадках атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга Кировского района по адресу: ул. Трефолева, 37. Для нефтепродуктов нет возможности обосновать точную концентрацию, так как это смесь различных химических соединений. В качестве допустимого уровня нефтепродуктов в сточных водах используют величину, равную $10,0 \text{ мг/дм}^3$. В работе рассмотрен метод инфракрасной спектrophотометрии для определения нефтепродуктов в талой воде снежного покрова и проведены расчеты массовой концентрации в отобранной пробе. По итогам анализа был сделан вывод, что ПДК нефтепродуктов в сточных водах превышает допустимую. Результат обоснован высоким влиянием антропогенных факторов.

Ключевые слова: *нефтепродукты, снежный покров, атмосферные осадки, ИК-спектrophотометрический метод анализа*

Нефтепродукт – готовый продукт, полученный при переработке нефти, газоконденсатного, углеводородного и химического сырья [1]. Нефтепродукты относятся к веществам четвертого класса опасности, ПДК нефтепродуктов в водоемах хозяйственно-бытового водопользования составляет $0,3 \text{ мг/дм}^3$; в рыбохозяйственных водоемах – $0,05 \text{ мг/дм}^3$; для воды питьевого качества – $0,3 \text{ мг/дм}^3$, в сточных водах лимит ограничен значением 10 мг/дм^3 [2].

В настоящее время применяют следующие методы определения содержания нефтепродуктов в воде:

- Метод ИК-спектrophотометрии;
- Гравиметрический метод;
- Флуориметрический метод;
- Метод газовой хроматографии [3].

Цель работы: определить содержание нефтепродуктов в атмосферных осадках г. Санкт-Петербурга Кировского района ул. Трефолева, 37 ИК-спектrophотометрическим методом по результатам количественного химического анализа (КХА) талой воды снежного покрова.

Оценку содержания массовой концентрации нефтепродуктов в талой воде осуществляли в соответствии с методикой выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектrophотометрии [4].

Метод заключается в выделении эмульгированных и растворенных нефтяных компонентов воды экстракцией четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении НП от сопутствующих органических соединений других классов на колонке, заполненной оксидом алюминия, и количественном их определении по интенсивности поглощения С-Н связей в инфракрасной области спектра (2930 ± 70) см^{-1} [4].

Отбор пробы снежного покрова производили по адресу: г. Санкт-Петербург, Кировский район, ул. Трефолева, 37 в период его максимального накопления, незадолго до периода снеготаяния 4 марта в 9.26 по московскому времени (рис. 1) на расстоянии не менее 500 м от ближайшего источника антропогенного воздействия. В качестве посуды использовались стеклянные бутылки на 1 литр. В результате получилось 500 мл талой воды снежного покрова.

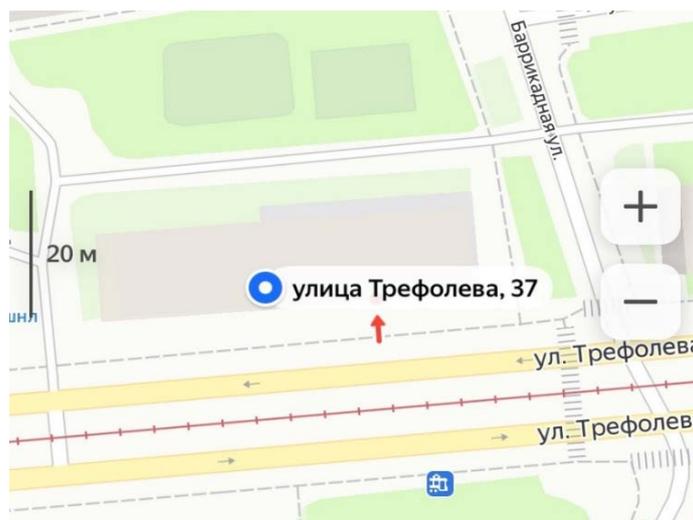


Рисунок 1 – Место отбора пробы снежного покрова

Для определения концентрации использовался концентратомер КН-2. Основной реактив для анализа – четыреххлористый углерод для спектроскопии.

Расчет массовой концентрации нефтепродуктов в пробе анализируемой воды:

$$X = \frac{X_{\text{изм}} \times V_{\text{эк}} \times K}{V} = \frac{162,77 \times 10 \times 5,5}{500} = 17,90 \text{ мг/дм}^3$$

$X_{\text{изм}}$ – массовая концентрация НП в элюате, измеренная на приборе, мг/дм³;

$V_{\text{эк}}$ – объем четыреххлористого углерода, использованного для проведения экстракции

($V_{\text{эк}} = 10 \text{ мг/дм}^3$);

K – коэффициент разбавления, т. е. соотношение объемов мерной колбы и аликвоты элюата;

V – объем пробы анализируемой воды, см³.

По результатам анализа была получена массовая концентрация нефтепродуктов – 17,90 мг/дм³, что является превышающим показателем в 1,8 раза в соответствии с ПДК сточных вод (10 мг/дм³). В данной работе уклон делался на сам метод анализа. Проводилась подготовка оборудования, средств измерений, реактивов и материалов; выполнялись измерения и обработка в соответствии с методикой выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектрофотометрии.

Список литературы

1. Постановление Госстандарта РФ от 28.03.2000 N 20 «Об определении терминов «Нефтепродукт» и «Производство нефтепродуктов» [Электронный ресурс]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-gosstandarta-rf-ot-28032000-n-20/> (дата обращения: 12.05.2024).

2. Определение нефтепродуктов в сточных водах [Электронный ресурс] / Экологический мониторинг. – URL: <https://www.chemanalytica.ru/opredeleniye-nefteproduktov-v-stochnykh-vodakh> (дата обращения: 12.05.2024).

3. Нефтепродукты в воде ГОСТ 31953 [Электронный ресурс] / ХРОМАТЭК. – URL: https://chromatec.ru/application/water_petrochemicals/ (дата обращения: 12.05.2024).

4. ПЭП «СИБЭКОПРИБОР». Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектрофотометрии / ПЭП «СИБЭКОПРИБОР». – Новосибирск, 2004. – 20 с.

РАССМОТРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ВИТАМИНА С

В. С. Сидорин, В. А. Панова, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: sidorindiablo@gmail.com

Аннотация. Благодаря современным методам анализа, таким как высокоэффективная жидкостная хроматография или спектрофотометрия, исследователи могут получать более точные и достоверные данные о содержании витамина С в различных образцах. Витамин С является сильным антиоксидантом, который играет важную роль в иммунной системе человека, и поэтому важно знать, как выявить его наличие собственноручно. В данной работе мы рассмотрим 4 метода определения витамина С. В результате работы было установлено, что метод титрования является самым легким из рассмотренных, а кулонометрия – самым чувствительным.

Ключевые слова: *количественный анализ, хроматография, кулонометрия, фотометрия, титриметрия, аскорбиновая кислота.*

Важность определения уровня витамина С заключается в том, что его дефицит или избыток могут негативно отразиться на здоровье человека. Например, недостаток витамина С может привести к снижению иммунитета, проблемам с заживлением ран, кровоточивости десен, а его избыток может вызвать желудочные расстройства.

Сложность в определении уровня витамина С заключается в том, что он легко разрушается под воздействием воздуха, света и температуры, что затрудняет точное измерение его концентрации. Для этого требуется использование специальных методов анализа, а их результаты могут быть подвержены погрешностям из-за внешних воздействий на витамин С.

Целью данной работы является рассмотрение современных методов анализа аскорбиновой кислоты. Задачей является выявление актуального способа определения витамина С по простоте и чувствительности.

Классическим методом количественного анализа является титриметрия. Так как в титриметрию входит множество разных способов, остановимся на йодиметрии. Это метод окислительно-восстановительного титрования, основанный на реакциях, связанных с окислением восстановителей свободным йодом I_2 . В качестве рабочего раствора используют титрованный раствор йода, который готовится из 5 % аптечной йодной настойки [1]. Окончание реакции фиксируется по изменению окраски раствора крахмала на синюю. Йодометрический метод является легким в применении, но при всей его легкости вероятность ошибки возрастает.

Кулонометрический метод. Сущность метода заключается в кулонометрическом титровании образца электрогенерированным йодом, который образуется из 0,1 М раствора йодида калия в хлороводородном буферном растворе ($pH = 1,2$) на платиновом электроде при постоянной силе тока 5 мА [2]. Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывают из заданного соотношения, конечная точка титрования фиксируется биамперометрически. Кулонометрический метод является чувствительным и точным способом определения аскорбиновой кислоты, который позволяет проводить анализ даже в малых концентрациях. Преимущества данного способа: отсутствие необходимости предварительной стандартизации титранта, построения кривых титрования и расчета точки эквивалентности, что сокращает время анализа.

Фотометрический метод выявления аскорбиновой кислоты основан на измерении поглощения света аскорбиновой кислотой при определенной длине волны. В этом методе используется способность аскорбиновой кислоты поглощать ультрафиолетовое или видимое

излучение, что позволяет определить ее концентрацию в растворе [3]. Этот метод является простым, быстрым и относительно дешевым способом определения аскорбиновой кислоты. Он широко используется в лабораториях для анализа содержания витамина С в различных образцах, таких как пищевые продукты, соки, медицинские препараты и другие.

Хроматографический метод анализа аскорбиновой кислоты основан на разделении смеси веществ на составляющие компоненты с использованием хроматографии. Для определения аскорбиновой кислоты обычно используют высокоэффективную жидкостную хроматографию (HPLC) или газовую хроматографию (GC) [4]. Этот метод является точным и чувствительным способом определения аскорбиновой кислоты и широко применяется в пищевой, фармацевтической и биохимической промышленности.

Таким образом, можно сказать, что самым простым является титриметрия (йодометрия) из-за его дешевизны и простоты использования.

Самым чувствительным методом является кулонометрический метод. Он обладает высокой чувствительностью и может быть эффективным для определения низких концентраций витамина С. Высокая чувствительность метода определения витамина С важна для получения точных результатов, особенно при работе с низкими концентрациями вещества в образце.

Список литературы

1. Нархова А. Г. Оценка точности определения аскорбиновой кислоты йодометрическим методом и с краской тильманса. – Елец: ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина», 2022. – С. 6-8.

2. Лира О. А., Абдуплина О. Г. Кулонометрическое определение аскорбиновой кислоты // Электронный сборник научных трудов «Здоровье и образование в XXI веке». – 2010. – № 9. – 143 с.

3. Булатов А. В., Страшнова У. М., Вишник А. Б., Алексеева Г. М., Синева Т. Д., Москвин А. Л., Москвин Л. Н. Циклическое инжекционное фотометрическое определение аскорбиновой кислоты в лекарственных препаратах // Журнал аналитической химии. – 2011. – С. 282-286.

4. Сафонова Е. Ф., Тринеева О. В., Сливкин А. И. Валидация методики определения аскорбиновой кислоты методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2017. – Том 17, № 3. – С. 414-421.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ В ФРУКТАХ, ОВОЩАХ, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВКАХ

В. А. Панова, В. С. Сидорин, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: gudz.victoria.panova@gmail.com

Аннотация. В Северо-Западном регионе много холодных дней в году. Особенно зимой и в периоды постоянных перепадов температур люди часто болеют, а справиться с болезнью им помогает витамин С. Поэтому в данной работе мы определили количественное содержание витамина С различными способами в фруктах, овощах и биологически активных добавках. Йодометрический метод оказался более точным, чем метод титрования 2,6-дихлорофенолиндофенолятом.

Ключевые слова: витамин С, аскорбиновая кислота, БАДы.

Витамин С (аскорбиновая кислота) является одним из самых важных витаминов, ведь он помогает организму бороться с инфекциями и обладает антиоксидантными действиями, его достаточное содержание в организме препятствует возникновению такого заболевания, как цинга, которое вызывает кровоточивость десен, расшатывание зубов, кровоизлияние в полости суставов.

Целью работы является определение количественного содержания аскорбиновой кислоты в различных фруктах, овощах и биологически активных добавках.

Для количественного анализа витамина С в данной работе были выбраны два метода: йодометрическое титрование [1] и титрование 2,6-дихлорофенолиндофенолятом [2].

В качестве объектов исследования были выбраны лимон желтый, лимон оранжевый, апельсин, грейпфрут, банан и киви из фруктов, красный, желтый и зеленый сладкие болгарские перцы из овощей и МаксиВИТ, ТераФлю, Аскорбиновая кислота Ozon Фармацевтика, Витамин С от Магнит Здоровье и Витамин С от Nass из биологически активных добавок. Результаты представлены в следующих таблицах (1 – 3).

Таблица 1 – Объекты исследования (овощи) и содержание витамина С в них

№	Объект	Содержание витамина С, мг/100г		Литературные данные, мг/100г
		Йодометрический метод	2,6-дихлорофенолиндофенолят	
1	Перец сладкий (красный)	90,0	53,0	80,4 [3]
2	Перец сладкий (желтый)	150,0	90,0	183,5 [4]
3	Перец сладкий (зеленый)	121,0	120,0	127,7 [4]

Среди сладких болгарских перцев наилучшим источником аскорбиновой кислоты является желтый перец, на втором месте зеленый перец, а меньше всего у красного перца. Хотя в красном перце витамина С все еще больше, чем во многих фруктах.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что лимон желтый и апельсин являются источником витамина в равной степени. Грейпфрут оказался ниже по содержанию, но не существенно. Лимон оранжевый содержит почти в 2 раза меньше витамина С. Банан же из всех исследуемых фруктов является наименьшим по содержанию источником из исследуемых фруктов. Содержание витамина С в киви оказалось сильно ниже

предполагаемого значения, так как для исследования использовалась мякоть фрукта, а большая часть аскорбиновой кислоты в киви содержится в его кожуре [5].

Таблица 2 – Объекты исследования (фрукты) и содержание витамина С в них

№	Объект	Содержание витамина С, мг/100г		Литературные данные, мг/100г
		Йодометрический метод	2,6-дихлорофенолиндофенолят	
1	Лимон (желтый)	30,0	34,0	53,0 [3]
2	Лимон (оранжевый)	13,0	13,0	Нет данных
3	Апельсин	33,0	29,0	53,2 [3]
4	Грейпфрут	21,0	20,0	31,2 [3]
5	Банан	5,5	6,7	8,7 [3]
6	Киви	31,0	27,0	92,7 [3]

Таблица 3 – Объекты исследования (БАДы) и содержание витамина С в них

№	Объект	Содержание витамина С, мг/100г		Заявленное содержание, мг/100г
		Йодометрический метод	2,6-дихлорофенолиндофенолят	
1	МаксиВИТ	130	100	180
2	ТераФлю	350	290	431
3	Аскорбиновая кислота Ozon	98,6 %	87,2 %	2,5 г
4	Витамин С Магнит Здоровье	230	198	225
5	Витамин С Nass	14	13	15

По результатам исследования лекарственных препаратов содержание витамина С в комбинированных препаратах значительно ниже, чем в препаратах с одним действующим веществом – аскорбиновой кислотой.

Йодометрический метод дал более точные данные, чем метод титрования 2,6-дихлорофенолиндофенолятом ввиду его большей удобства визуальной оценки окончания титрования.

Наибольшим источником витамина С из исследуемых объектов оказались сладкие болгарские перцы, а также аскорбиновая кислота Ozon Фармацевтика и ТераФлю, а также киви, мякоть которого дала результаты, схожие с показателями желтого лимона и апельсина, однако кожура киви содержит в 3 раза больше аскорбиновой кислоты. Наименьшими показателями содержания витамина С обладают банан и витамин С от фирмы Nass.

Список литературы

1. Государственная фармакопея XIII. – Т. 1. – М.: Медицина, 2015. – 811 с.
2. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.
3. Елисеева Т., Мироненко А. Витамин С (аскорбиновая кислота) – описание, польза и где содержится // Журнал здорового питания и диетологии. – 2018. – № 4. – С. 32-33. – URL: <https://journal.edaplus.info/index.php/journal/issue/view/4> (дата обращения: 18.03.2024).
4. FoodData Central. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> (дата обращения: 18.03.2024).
5. НИА – Тверь [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.69rus.org/more/23370/> (дата обращения: 18.03.2024).

КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Л. А. Мухамадеева, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: pleasehelpmerightnow@yandex.ru

Аннотация. Мыло – критерий цивилизованности. Данная работа нацелена на исследование бытовых моющих средств на предмет коллоидно-химических характеристик, а также определение их влияния на расход продукта при применении. В работе были использованы лабораторные методы определения свойств моющих средств.

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, моющие средства, мыло, коллоидно-химический анализ.*

Основным компонентом в моющих средствах являются поверхностно-активные вещества (ПАВы). ПАВы – химические вещества, основным свойством которых является концентрирование на поверхности фаз, вызывающая снижение поверхностного натяжения. Молекула ПАВ делится на две части: один или несколько гидрофобных радикалов и одну или несколько гидрофильных полярных групп [1].

Уникальное строение поверхностно-активных веществ позволяет нескольким молекулам самоорганизовываться. Такие единицы называются мицеллами и представляют из себя шарообразные комплексы молекул, которые при взаимодействии с загрязнениями притягивают их к себе гидрофобными частями, а гидрофильными отталкиваются от уже очищенной поверхности. Но не все работают хорошо и есть определенные критерии оценки их работы.

На расход моющего средства влияют следующие показатели:

- кратность пены – количество пены, образующейся из капли;
- поверхностная активность – при понижении поверхностной активности моющие средства более эффективно взаимодействуют с загрязнениями, требуя меньшее количество продукта;
- растворимость при температуре 40 °С – низкая растворимость моющего средства в условиях комфортной температуры для кожи человека приводит к повышенному расходу моющего средства.

Целью данной работы является определение следующих коллоидно-химических характеристик бытовых моющих средств:

- пенообразование [2];
- поверхностное натяжение по методам отрыва кольца дю Нуи и сталагмометрии [3, 4];
- поверхностная активность [5];
- растворимость при температурах ниже и выше человеческого тела [1].

Для определения использовали растворы моющих средств с их массовой концентрацией 1 и 0,5 %.

Для анализа были выбраны образцы бытовых моющих средств различных торговых марок, которые представлены в таблице 1. В четырех образцах из пяти состав был схожим, за исключением пятого – гипоаллергенного моющего средства с ПАВ растительного происхождения.

Оценку цены производили в отношении объема (100 мл) на рубль. Основным фактором, определяющим рентабельность, является непосредственно расход моющего средства. Высокая эффективность моющего средства часто связана с определенными коллоидно-химическими свойствами, что может повысить его цену.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Установлено, что наибольшая депрессия поверхностного натяжения наблюдается у образцов 1, 2, 3. Методы отобразили существенное снижение значения поверхностного натяжения от изначального $\sigma_{\text{воды}} = 72,75$ мН/м. Среди полученных результатов есть расхождения благодаря специфике метода сталагмометрии, которая представляет собой подсчет капель. Все моющие средства, кроме пятого образца, растворимы при 40 °С, оно же показало самые низкие значения депрессии поверхностного натяжения.

Таблица 1 – Объекты исследования и их характеристики

№	Название торговой марки	Состав	Средняя цена, руб/100 мл
1	Fairy	5-15 % Анионные ПАВ, <5 % Неионогенные ПАВ, Консерванты, Ароматизирующие добавки, Герианиол	25
2	Free Time	5-15 % Анионные ПАВ, <5 % Неионогенные ПАВ, Консерванты, Ароматизирующие добавки, Герианиол	30
3	Парфюмированное мыло «Заводь братьев Крестовниковых»	Вода, Лауретсульфат натрия, Натрия хлорид, Кокамидопропилбетаин, Глицерин, Децил глюкозид, ПЭГ-7 глицерил кокоат, Парфюм, Лимонная кислота, Тетранатрия ЭДТА, Метилхлороизотиазолинон, Метилизотиазолинон	115
4	Fairy «Апельсин и лимонник»	5-15 % Анионные ПАВ, <5 % Неионогенные ПАВ, Консерванты, Ароматизирующие добавки, Герианиол	25
5	Synergetic	Подготовленная вода > 30 %, А-тензиды (ПАВ из растительного масла) 5-15 %, Н-тензиды (ПАВ из растительного масла) < 5 %, Глицерин растительного происхождения < 5 %, Парфюмерная композиция	26

Таблица 2 – Результаты коллоидно-химических исследований

№ образца	Название моющего средства	Растворимость средства		Поверхностное натяжение (σ), мН/м		Поверхностная активность, Дж·м/моль
		при 20°С	при 40°С	Метод дю Нуи	Сталагмометрия	
1	Fairy	+	+	$\sigma=34,80$ $\Delta\sigma=37,95$	$\sigma=34,80$ $\Delta\sigma=37,95$	379,5
2	Free Time	-	+	$\sigma=35,70$ $\Delta\sigma=37,05$	$\sigma=43,00$ $\Delta\sigma=29,75$	370,5
3	Парфюмированное мыло «Заводь...»	+	+	$\sigma=38,30$ $\Delta\sigma=34,45$	$\sigma=51,90$ $\Delta\sigma=20,85$	344,5
4	Fairy (Апельсин и лимонник)	+	+	$\sigma=37,80$ $\Delta\sigma=34,95$	$\sigma=33,80$ $\Delta\sigma=38,95$	344,5
5	Synergetic	-	-	$\sigma=44,80$ $\Delta\sigma=27,95$	$\sigma=42,00$ $\Delta\sigma=30,75$	173,5

На рисунке 1 представлен график зависимости поверхностного натяжения от концентрации. Можно заметить, что образец 1 гораздо менее эффективен по сравнению с другими образцами в концентрации 0,5 %, но показывает самые низкие значения при концентрации 1 %. Вероятно, на отрезке от 0,5 % до 1 % раствор Fairy достигает критической концентрации мицеллообразования.

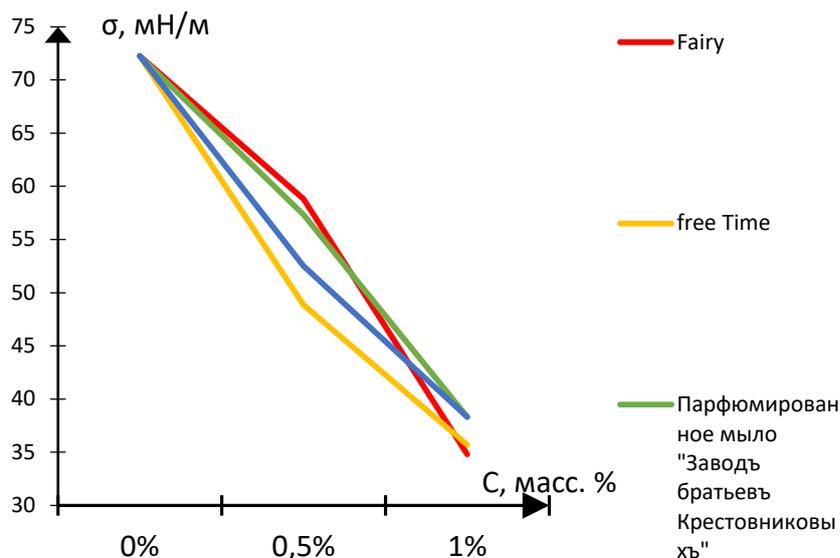


Рисунок 1 – Зависимость поверхностного натяжения (σ , мН/м) от концентрации (C, масс.%)

Еще одним исследуемым параметром является кратность пены, вычисляемая отношение объема пены к оставшемуся после перемешивания объему жидкости. При измерении кратности пенообразования, что при перемешивании раствора пена различалась, например, была как мелкодисперсной в образцах, где значения β были максимальными, или крупнодисперсной, где значения β были минимальными. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Кратность пенообразования при различных концентрациях

Название торговой марки	Кратность пенообразования, β					
	Концентрация, масс.%					
	Сразу после перемешивания	0,5		1,0		
Через 5 минут		Через 10 минут	Сразу после перемешивания	Через 5 минут	Через 10 минут	
Fairy	5,50	2,66	2,49	4,70	3,49	3,181
Free Time	5,10	2,63	2,214	3,49	2,99	2,70
Перфюмированное мыло «Заводь братьевъ Крестовниковыхъ»	0,48	0,39	0,37	3,64	2,39	2,39
Fairy (Апельсин и лимонник)	8,10	5,80	3,86	4,89	4,58	4,38
Synergetic	0,39	0,15	0,10	2,33	1,83	1,75

Установлено, что после 5 минут отстаивания кратность пенообразования частично прекращала снижаться и в случае некоторых образцов (1, 3) выходила на плато, при снижении концентрации эффект сохранялся и распространялся на остальные образцы.

Таким образом, по коллоидно-химическим и технико-экономическим параметрам исследуемые образцы можно расположить в следующий ряд по уменьшению релевантности:

1. Fairy/Fairy Апельсин и лимонник.
2. Free Time.

3. Парфюмированное мыло «Заводъ братьевъ Крестовниковыхъ» – при снижении концентрации стремительно падает способность моющего средства снижать поверхностное натяжение; самая высокая цена.

4. Моющее средство Synergetic – в силу наличия растительных компонентов в составе средство менее агрессивное.

В результате работы были исследованы коллоидно-химические характеристики бытовых моющих средств. Было выявлено, что несмотря на схожесть состава, образцы проявляют различные свойства.

Список литературы

1. Мансураева Л. М., Юсупова И. И., Булаев С. А. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение // Вестник магистратуры: межвуз. сб. науч. тр. сб. – Йошкар-Ола, 2022. – С. 30-35.

2. ГОСТ 22567.1-77 «Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности» (введен 01.07.78).

3. Осовская И. И., Демьянцева Е. Ю., Андранович О. С. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю-Нуи: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУПТД ВШТЭ, 2016. – 24 с.

4. Адамова Л. В. Процессы на поверхности раздела фаз: курс лекций. – М.: УрФУ, 2007. – С. 27-28.

ВЛИЯНИЕ ВОДНО-ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО МАТЕРИАЛА

О. С. Анисимова, Е. Ю. Демьянцева

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: olga071204@gmail.com

Аннотация. В работе изучено влияние водно-щелочной обработки в диапазоне времени (30-60 минут), концентраций (5-17,5 %) и температуры (20-40 °С) на содержание α -целлюлозы в товарной сульфатной хвойной целлюлозе, что позволяет получать высокочистый материал из отбеленной целлюлозы, не нарушая ее структуры. Установлено, что при обработке 17,5 % раствором NaOH при 20 °С и времени обработки 1 час увеличивает содержание α -целлюлозы на 10 %. Данный метод может быть использован в качестве предварительной подготовки целлюлозного материала для производства новых материалов.

Ключевые слова: *товарная сульфатная хвойная целлюлоза, α -целлюлоза, щелочная обработка.*

Производство целлюлозы высокой степени чистоты включает в себя несколько основных этапов: получение сырья, предгидролиз, варку (удаление лигнина) и отбелку, одним из этапов которых является холодное или горячее облагораживание [1]. Полученный продукт используется для производства бумаги и дальнейшей химической обработки, включая производство нитроцеллюлозы, гидратцеллюлозы, получение углеродных волокон, мембран, порохов, сорбционных материалов и других востребованных продуктов. Основная цель процесса – максимальное сохранение α -целлюлозы в обычном продукте при практически полном удалении нежелательных примесей, таких как лигнин, низкомолекулярные соединения, смолы и минеральные вещества.

Облагораживание целлюлозы направлено на улучшение ее свойств, максимально соответствующим требованиям конечного использования. Целлюлоза, используемая для химической переработки, например, нитрования, должна соответствовать определенным характеристикам и содержать не менее 97 % α -целлюлозы. Ключевым показателем качества облагороженной целлюлозы является содержание α -целлюлозы, которая отражает уровень облагораживания и высокую химическую чистоту материала. Под α -целлюлозой подразумевают высокомолекулярную, прочную фракцию технической целлюлозы, не растворяющуюся в 17,5 %-ном растворе гидроксида натрия при 20 °С с последующей промывкой. α -целлюлоза представляет собой высокомолекулярную целлюлозу со степенью полимеризации выше 200. Однако она не является индивидуальным химическим соединением. Считают, что в ее составе содержатся молекулы маннана и ксилана, совместно ориентированные с целлюлозой, и их фракции со сравнительно высокой степенью полимеризации, а также некоторая часть остаточного лигнина [2]. В ходе научных исследований изучено влияние водно-щелочной обработки на содержание α -целлюлозы волокнистого полуфабриката для получения высокочистого целлюлозного материала из товарной отбеленной целлюлозы любого производителя.

В работе была использована белая сульфатная хвойная целлюлоза. Содержание α -целлюлозы и степени полимеризации определяли в соответствии с методикой [3].

В ходе исследования образцы белой сульфатной хвойной целлюлозы были подвергнуты предварительной водной обработке в течение 45 минут и далее щелочной обработке водным раствором гидроксида натрия в диапазоне концентраций 5-17,5 %, при температуре 20-40 °С, времени 30-60 минут.

Содержание α -целлюлозы и степени полимеризации в целлюлозных образцах до и после обработки приведены на рисунке 1, 2.

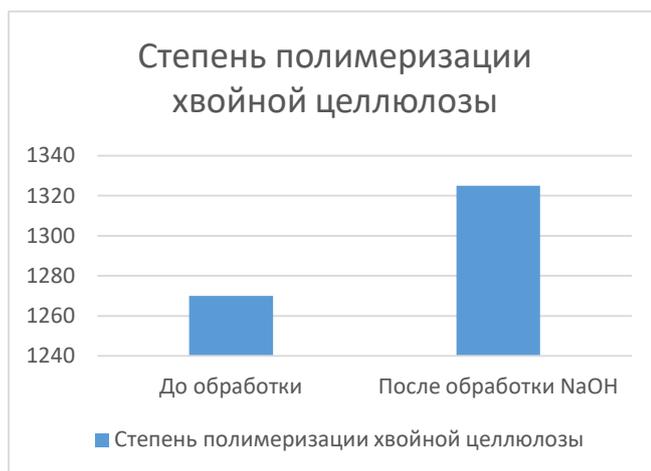


Рисунок 1 – Изменение степени полимеризации блененой сульфатной хвойной целлюлозы после обработки водным раствором гидроксида натрия

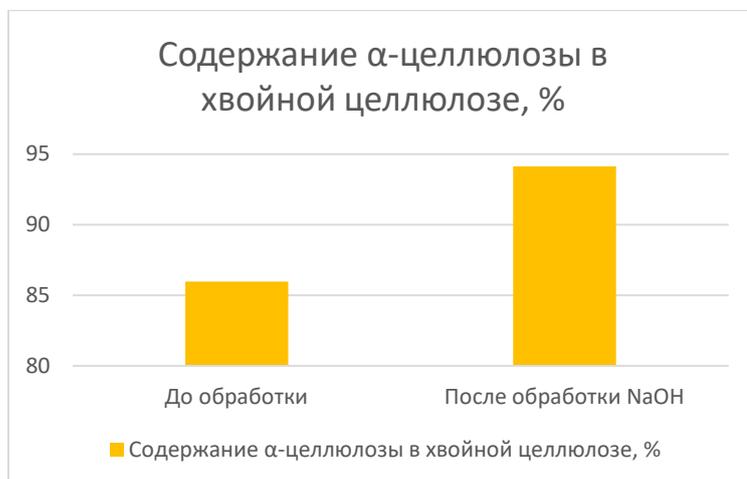


Рисунок 2 – Изменение содержания α -целлюлозы в блененой сульфатной хвойной целлюлозе после обработки водным раствором гидроксида натрия

Как видно из рисунка 1 и 2, степень полимеризации возросла до 1325, α -целлюлоза увеличилась почти на 10 % при обработке 17,5 % водным раствором NaOH в течение 1 часа при 20 °С.

Таким образом, данная обработка позволяет удалить низкомолекулярные соединения не целлюлозного характера, которые вносят основной вклад в загрязнение продукта. В результате проведенного исследования предложенная обработка водно-щелочными растворами позволит повысить качество целлюлозного материала для дальнейшего получения новых материалов с заданными эксплуатационными свойствами.

Список литературы

1. Шпаков Ф. В. Отбелка целлюлозы. В кн.: Технология целлюлозно-бумажного производства. Том I. Сырье и производство полуфабрикатов. Часть вторая. Производство полуфабрикатов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2003. – С. 471-624.
2. Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров: учебное пособие. Ч. 1 / СПбГТУРП. – СПб., 2014. – 47 с.
3. Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1991. – С. 133-135.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

В. А. Панова, М. М. Ромашева, М. А. Селянкин, Р. А. Смит, Е. Ю. Демьянцева
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург
E-mail: gudz.victoria.panova@gmail.com

Аннотация. Подсолнечник является одним из самых популярных растений для производства масел. В России его посевная площадь достигает 8,5 млн гектар, однако отходы от производства не могут быть переработаны в корм для животных и удобрения в полном объеме, поэтому важно найти новые способы использования отходов подсолнечника как, например, получение микрокристаллической целлюлозы. Микрокристаллическая целлюлоза используется в различных отраслях промышленности, что делает ее важным сырьем для фармацевтики, косметики и других сфер.

Ключевые слова: микрокристаллическая целлюлоза, подсолнечник, порошковая целлюлоза, переработка отходов.

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) активно применяется в фармацевтической промышленности как наполнитель для таблетированных лекарственных форм, в пищевой в качестве добавки, а также в косметической и лакокрасочной промышленности. МКЦ является дорогим сырьем. Одним из источников микрокристаллической целлюлозы могут стать отходы от производства подсолнечника. В России, по данным Росстата, урожай подсолнечника составил 16,57 млн. т в 2024 году. Его посевная площадь достигает 8,5 млн. гектар. Из отходов вегетативной части возможно получить удобрения, корма и подстилки для сельскохозяйственных животных, различные экоматериалы, а также целлюлозу, в том числе микрокристаллическую целлюлозу. В связи с этим использование сельскохозяйственных отходов локального производства для получения МКЦ является целесообразным.

Целью работы является получение микрокристаллической целлюлозы из стеблей подсолнечника и определение ее характеристик.

В качестве объекта исследования были выбраны стебли подсолнечника, собранные в Ленинградской области в сентябре 2024 года. Стебель состоит из листьев, сердцевинки и коры – одревесневших клеток. Стебли разделены на части длиной 3-5 см, без деления на кору и сердцевину.

Компонентный состав сырья определяли по стандартным методикам: влажность ГОСТ 16932 [1]; массовая доля веществ, растворимых в горячей воде; массовая доля лигнина была определена 72 %-ной серной кислотой по методу Комарова [2]. Анализ полученной целлюлозы проводили по следующим методикам: определение выхода – ГОСТ Р 56847-2015 [3], определение степени полимеризации – вискозиметрическим способом с использованием растворителя кадоксена, содержание альфа-целлюлозы оценивали по методу Кюршнера [4], качественное определение МКЦ – по Фармакопейной статье.

Полученную из стеблей подсолнечника целлюлозу обработали надуксусной кислотой. Время обработки составило 2 часа, гидромодуль был выбран как 1:50. Выход порошковой целлюлозы составил 76 %, а ее степень полимеризации 580, содержание альфа-целлюлозы 78,8 %. Результаты анализа стеблей подсолнечника представлены на рисунке 1.

При полученных показателях итоговый порошковый материал не соответствует требованиям к микрокристаллической целлюлозе, но может быть пригоден для использования в лакокрасочной промышленности.

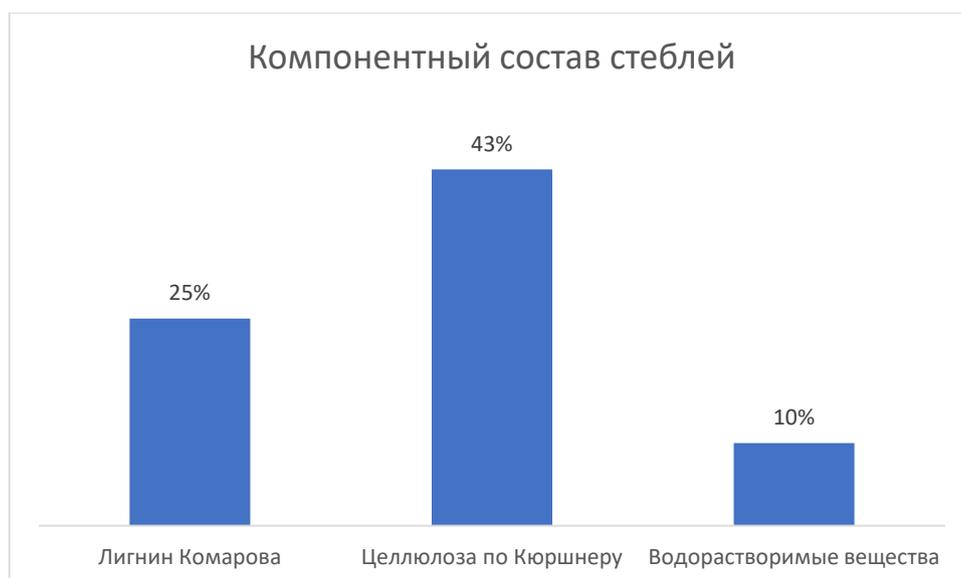


Рисунок 1 – Компонентный состав стеблей подсолнечника

Список литературы

1. ГОСТ 16932. Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества. Утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 02.06.94 № 160: дата введения 01.01.95. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/18959/?ysclid=m9adxupuii3738178> (дата обращения: 23.03.2025).
2. Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М., 1991. – 320 с.
3. ГОСТ Р 56847-2015. Процессы производства целлюлозы. Нормативы образования отходов. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2015 № 2235-ст. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/62450/?ysclid=m9adtj4cea33118629> (дата обращения: 23.03.2025).
4. Институт фармакопеи и стандартизации в сфере обращения лекарственных средств. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia-projects/izdanie-15/tsellyuloza-mikrokristallicheskaya-/?vers=5594&ysclid=m8m134v9i4552325914> (дата обращения: 23.03.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТОВ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ: СОСТАВ И КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

М. С. Митрофанов, Р. А. Смит, Е. Ю. Демьянцева

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: makar.rimusov@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования экстрактов коры лиственницы, направленного на изучение их полифенольного состава, количественного содержания танинов и коллоидно-химических свойств. Актуальность работы обусловлена проблемой утилизации отходов деревообработки и поиском экологически безопасных альтернатив синтетическим клеям. В ходе исследования использовались методы водной и щелочной экстракции, титриметрический и гравиметрический анализ. Установлено, что оптимальным экстрагентом для извлечения полифенольных веществ является 1 % раствор гидроксида натрия. Результаты могут быть применены в производстве биополимеров и дубильных веществ.

Ключевые слова: лиственница, танины, экстракция, полифенолы, коллоидно-химические свойства.

Ежегодно в процессе деревообработки образуется 1,7-2,5 млн. тонн отходов, включая кору лиственницы, которая богата полифенольными соединениями, такими как танины [1]. Эти вещества обладают дубильными свойствами и могут служить заменой токсичным фенолформальдегидным смолам.

Целью исследования стало изучение состава и свойств экстрактов коры лиственницы для их дальнейшего практического применения.

В качестве объекта исследования использовали кору хвойных пород (лиственницы), используемых для мульчирования. Образец коры до проведения опыта хранится в сухом, темном месте при комнатной температуре.

Для получения экстрактов полифенольных веществ в круглодонную колбу вместимостью 500 мл заливают 300 мл экстрагента (дистиллированная вода или гидроксид натрия различных концентраций: 1, 5, 10 масс.%), нагревают до температуры ~ 65-70 °С, после чего загружают навеску коры массой примерно 10 г, с предварительно определенной относительной влажностью. К колбе присоединяют обратный холодильник и проводят экстрагирование в течение 3 часов (рис. 1).

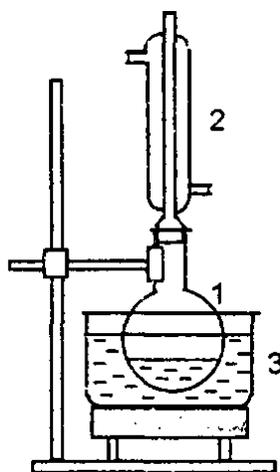


Рисунок 1 – Схема установки для экстракции:
1– круглодонная колба; 2 – обратный холодильник; 3 – водяная баня

Количественное определение общего содержания полифенольных веществ проводили титриметрическим и гравиметрическим методами [2]. Количество конденсированных танинов определяли гравиметрически при конденсации с формальдегидом. Коллоидно-химические свойства (поверхностное натяжение) исследовали методом отрыва кольца дю Нуи [3].

Данные количественного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количественный анализ экстрактов. Размерности указаны процент от абсолютно сухой коры

Экстрагент	Конденсированные танины, %	Сухой остаток, %	Перманганатометрия, %
Дистиллированная вода	0,02	0,46	0,43
NaOH (1 масс.%)	2,15	2,54	2,16
NaOH (5 масс.%)	1,95	6,28	2,01
NaOH (10 масс.%)	1,85	10,59	1,91

Результаты исследований показывают, что оптимальным экстрагентом для получения полифенольных веществ из коры лиственницы является однопроцентный раствор NaOH, что подтверждается работой [4]. Уменьшение процентного содержания конденсированных танинов может свидетельствовать о снижении степени их полимеризации. Так же, вероятно, за счет фрагментации на низкомолекулярные соединения не удастся оценить реальное количество конденсированных танинов. При высоких концентрациях щелочи, в отличие от более умеренных (<1 %), могли преобладать побочные реакции – окисления фенольных групп или гидролиз в щелочной среде [5]. Водный раствор малоэффективен в экстракции данных веществ.

Результаты исследования поверхностно-активных свойств (критическая концентрация мицеллообразования – ККМ, поверхностное натяжение при ККМ – $\sigma_{\text{ККМ}}$, поверхностная активность – G) полученных экстрактов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коллоидно-химические свойства экстрактов

Экстрагент	ККМ, %	$\sigma_{\text{ККМ}}$, мН/м	G, мДж·м/кг
Дистиллированная вода	0,96	60	12
NaOH (1 %)	0,74	42	32
NaOH (5 %)	1,22	41	31
NaOH (10 %)	1,10	56	21

Установлено, что самая низкая ККМ (0,74 %) наблюдается у экстракта, при получении которого использовали 1 %-ный раствор NaOH. Это может свидетельствовать о высокой поверхностной активности компонентов экстракта (вероятно, конденсированных танинов и низкомолекулярных фенолов). Рост ККМ при 5 и 10 % NaOH может объясняться увеличением доли высокомолекулярных компонентов, таких как лигнин, что согласуется с исследованиями сульфатного лигнина ели [6]. Хотя лигнин проявляет поверхностно-активные свойства, его эффективность ниже, чем у классических ПАВ (например, абиетата натрия), а его ассоциаты с полисахаридами могут затруднять мицеллообразование.

Увеличение концентрации щелочи приводит к получению экстрактов с меньшей поверхностной активностью. При повышенной концентрации щелочи затрудняется диффузия поверхностно-активных компонентов на поверхность раздела фаз. При использовании в качестве экстрагента дистиллированной воды в раствор выделяется

меньшее количество экстрактивных веществ, которые, в свою очередь, обладают худшими коллоидно-химическими свойствами по сравнению со щелочными экстрактами.

Таким образом, для максимального извлечения полифенольных веществ из коры лиственницы рекомендуется использовать слабощелочные растворы (с концентрацией гидроксида натрия до 1 масс.%). При этом в экстрактах наблюдается наибольшее содержание конденсированных танинов, а также наилучшие мицеллообразующие характеристики.

Список литературы

1. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
2. Оболенская А. В., Ельницкая Е. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – С. 85-89.
3. Осовская И. И., Демьянцева Е. Ю., Андранович О. С. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю-Нуи / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2016. – С. 16-18.
4. Кузнецова С. А. и др. Получение дубильных веществ, красителей и энтросорбентов из луба берёзовой коры // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – С. 401-409.
5. Liu J., Wang L., Li J., Li C., Zhang S., Gao Q., Zhang W., Li J. Degradation mechanism of Acacia mangium tannin in NaOH/urea aqueous solution and application of degradation products in phenolic adhesives // International Journal of Adhesion and Adhesives. 2020. Vol. 98. P. 102556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2020.102556>.
6. Труфанова М. В., Селянина С. Б., Афанасьев Н. И. Влияние сульфатного лигнина ели на коллоидно-химические свойства основных компонентов сульфатного мыла (сообщение 1) // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 23-26.

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ

В. С. Сидорин, Р. А. Смит, Е. Ю. Демьянцева

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: Sidorindiablo@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты исследования карбоксиметилцеллюлоз, полученных из эвкалиптовой и лиственной целлюлоз. Цель работы заключалась в сравнении свойств карбоксиметилцеллюлоз различного происхождения различными методами. Использованы методы анализа по ТУ 2231-002-50277563-2000 и Д1439. Сравнение методов определения степени замещения полученного продукта показали преимущество использования метода ТУ. Результаты исследования показали, что карбоксиметилцеллюлоза из лиственной архангельской целлюлозы обладает лучшей степенью замещения по сравнению с карбоксиметилцеллюлозой, полученной из эвкалиптовой целлюлозы.

Ключевые слова: карбоксиметилцеллюлоза, степень замещения, эвкалиптовая целлюлоза, лиственная целлюлоза.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) – это производное целлюлозы, широко применяемое во многих отраслях промышленности благодаря своим уникальным свойствам: загущающей способности, стабилизации, пленкообразованию и биосовместимости [1]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации производства КМЦ и расширения областей ее применения.

КМЦ широко используется в различных отраслях:

- Пищевая промышленность: стабилизатор в мороженом, загуститель в соусах (Е466).
- Фармацевтика: связующее вещество в таблетках, компонент ранозаживляющих повязок.
- Косметика: загуститель в кремах и лосьонах.
- Строительство: улучшение адгезии материалов.

Целью данной работы явилось получение КМЦ из целлюлоз различного происхождения (эвкалиптовой и лиственной) и сравнение их свойств с коммерческими образцами. Основные задачи включали проведение реакции этерификации, определение степени замещения и оценку качества полученных образцов.

Производство КМЦ включает несколько этапов: обработку целлюлозы щелочью, реакцию с монохлоруксусной кислотой (рис. 1), нейтрализацию, промывку, сушку и измельчение [2].

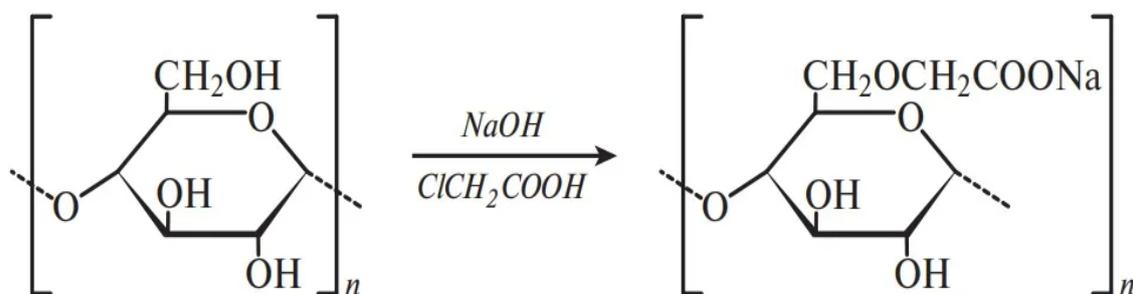


Рисунок 1 – Получение натрий карбоксиметилцеллюлозы

Объектами данного исследования являлись:

1. Натрий карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), полученная из двух видов целлюлозного сырья:

- Эвкалиптовая целлюлоза;
- Лиственная целлюлоза (архангельского происхождения).

2. Коммерческий образец КМЦ, использованный для сравнительного анализа.

Ключевыми характеристиками КМЦ являются степень замещения, растворимость в воде, вязкость и рН-стабильность.

1. Для анализа степени замещения КМЦ использовали два метода:

1. ТУ 2231-002-50277563-2000: титрование йодометрически тиосульфатом натрия после приготовления медной соли КМЦ.

2. D1439: обратное титрование кислой формы КМЦ соляной кислотой в присутствии фенолфталеина.

Для определения оптимального метода исследования был проведен сравнительный анализ степени замещения, определенный различными методами на товарной карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Степени замещения промышленного образца, сделанные двумя методами

Показатель	Метод		
	D1439	ТУ	Указанный производителем
Степень замещения	85	74	75

Результаты показали, что первый метод (по ТУ 2231-002-50277563-2000) дает более точные и воспроизводимые результаты по сравнению со вторым методом (ASTM D1439), поскольку образующаяся медная соль КМЦ более растворима, чем ее кислая форма, что связано с завышенными результатами, полученными при использовании второго метода. На основании этих данных для дальнейших исследований был выбран первый метод как более надежный.

2. Степень полимеризации (СП)

Определяли косвенно через вязкость растворов (1 % водный раствор при 20 °С) с помощью вискозиметра. Метод основан на зависимости вязкости от длины полимерной цепи. Результаты выражались в мПа·с (для сравнения образцов). Результаты представлены в таблице 2.

3. Содержание основного вещества (активной КМЦ) определяли йодометрическим титрованием промывных вод, полученных при образовании медной соли КМЦ (по ТУ 2231-002-50277563-2000).

Кислотное титрование (по ASTM D1439) проводили при гидролизе КМЦ с последующим титрованием HCl (индикатор – фенолфталеин).

4. Определение водородного показателя суспензии натрия карбоксиметилцеллюлозы проводили при помощи комбинированного стеклянного электрода на приборе Мультитест.

Результаты анализа представлены в таблице 2.

Результаты исследования показали, что КМЦ, полученная из лиственной архангельской целлюлозы, обладает более высокой степенью замещения и степенью полимеризации по сравнению с эвкалиптовой целлюлозой. Это делает ее более пригодной для промышленного применения, например, в качестве загустителя в пищевых продуктах или связующего вещества в фармацевтике.

Таблица 2 – Сравнение характеристик КМЦ, полученных из образцов целлюлозы разной природы

Показатель качества	Na-КМЦ		
	из эвкалиптовой целлюлозы	из лиственной архангельской целлюлозы	товарная 75/100
Степень полимеризации исходной целлюлозы	1200	1050	–
Содержание основного вещества	25	28	61
pH	8,8	7,6	9,8
Степень замещения	44	65	75
Степень полимеризации КМЦ	350	400	400

Заключение

Проведенное исследование показало, что КМЦ, полученная из лиственной архангельской целлюлозы, превосходит по своим характеристикам КМЦ на основе эвкалиптовой целлюлозы. Метод ТУ 2231-002-50277563-2000 оказался более точным для определения степени замещения. Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации производства КМЦ и расширения ее применения в промышленности.

Список литературы

1. ASTM D1347-95(2003). Standard Test Methods for Methylcellulose [Withdrawn 2003]. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003.
2. ТУ 2231-002-50277563-2000. Карбоксиметилцеллюлоза натриевая. Технические условия. – Введ. 2000-01-01. – М.: Стандартинформ, 2000. – С. 1-16.
3. Николаев, А. Ф. Водорастворимые полимеры / А. Ф. Николаев, Г. И. Охрименко. – Ленинград: Химия, 1979. – 144 с., ил.
4. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов. Т. 1 / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.

ОСНОВЫ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Я. А. Журавлёв, У. Е. Сальникова, Е. Ю. Демьянцева

*Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург**E-mail: zaroslav580@gmail.com*

Аннотация. В работе рассматриваются методы седиментационного анализа, которые используются для исследования осаждения частиц в дисперсных системах. Обсуждаются преимущества, такие как простота и доступность оборудования, а также возможность наблюдения за процессом в реальном времени. В то же время рассматриваются недостатки метода, включая низкую точность определения размеров частиц и зависимость результатов от внешних условий, таких как температура и вязкость среды. Работа также охватывает практическое применение седиментационного анализа для определения распределения частиц по размерам в суспензиях и эмульсиях. Результаты исследования подчеркивают важность этого метода в различных областях науки и промышленности.

Ключевые слова: *седиментационный анализ, дисперсные системы, осаждение частиц, время оседания, размеры частиц, суспензии, эмульсии, преимущества и недостатки, влияние внешних условий.*

Седиментационный анализ – это метод исследования дисперсных систем, позволяющий определить размеры частиц в суспензиях, эмульсиях и аэрозолях. Такой метод используется для определения размеров и распределения частиц в дисперсных системах, а также для изучения их оседания и оценки стабильности.

В основе седиментационного анализа лежит закон Стокса:

$$v = \frac{2r^2(\rho_{\text{част}} - \rho_{\text{сред}})g}{9\eta},$$

где v – скорость оседания частицы радиуса r , м/с;

r – радиус частицы, м;

η – вязкость среды, мПа·с;

$\rho_{\text{част}}$ – плотность частицы дисперсной фазы, кг/м³;

$\rho_{\text{сред}}$ – плотность дисперсионной среды, кг/м³;

g – ускорение силы тяжести, м/с².

Уравнение Стокса было выведено при соблюдении ряда условий, которые не всегда соблюдаются в реальных системах:

1. Частицы должны быть сферическими. Это условие обычно выполняется для разбавленных эмульсий и частиц полимеров, полученных методом эмульсионной полимеризации. Частицы суспензий часто отклоняются от сферической формы, поэтому для них определяется некоторый эффективный радиус частицы той же массы, движущейся с той же скоростью. Такой радиус называют эквивалентным или эффективным.

2. Отсутствие взаимодействия между частицами. Расстояние между частицами должно быть достаточно большим, чтобы падение одних частиц не сказывалось на скорости других. Поэтому анализ следует проводить при невысоких концентрациях (1-2 %).

3. Необходимо, чтобы сосуд, в котором происходит седиментация, был намного больше размеров частиц. Это необходимо для того, чтобы можно было пренебречь влиянием стенок, так как вблизи стенок скорость оседания не следует закону Стокса.

4. Движущиеся частицы должны быть твердыми и гладкими. Это условие связано с возможностью изменения формы частиц в результате возникновения в них микропотоков. Условие не выполняется при течении эмульсий.

5. Отсутствие проскальзывания между оседающей частицей и средой. Необходимо, чтобы частица хорошо смачивалась жидкостью, так как в уравнение входит η – вязкость

именно жидкости.

6. Скорость оседания должна быть постоянной, иначе сила тяжести не уравновесится силой трения.

7. Скорость оседания должна быть небольшой, в противном случае возникает турбулентный режим течения, и тогда нельзя будет использовать вязкость η , соответствующую ламинарному режиму течения.

Методы седиментационного анализа

Метод отстаивания – измерение времени оседания частиц на определенное расстояние. Оптический метод – измерение изменения оптической плотности при оседании частиц. Центрифугирование – оседание частиц под действием центробежных сил в ультрацентрифуге.

Весовой метод основан на измерении изменения массы дисперсной системы в процессе оседания частиц. Изменение массы системы позволяет определить массу осевших частиц и рассчитать их размеры. Метод достаточно надежен и точен, но нужно учитывать влияния окружающей среды. Также необходимо измерить массу системы до и после оседания. С помощью данного метода можно тщательно исследовать свойства материалов, оценивать загрязнения окружающей среды, контролировать качества продукции и определять размер частиц в суспензиях и эмульсиях.

Оптический метод основывается на взаимодействии света с частицами в жидкости. Когда свет проходит через суспензию частиц, его интенсивность и распределение изменяются в зависимости от концентрации, размера и свойств частиц. Современное оборудование может быть настроено на автоматическое измерение. Но тут сильно снижается эффективность, если жидкость очень мутная. Наличие других частиц может привести к ошибкам. Без дополнительных методов данные могут быть не точные. Данный метод используется во многих процессах. Для изучения свойств материалов и динамики осаждения. В химической и биохимической инженерии для контроля процессов осаждения, анализа качества воды и выявления загрязняющих веществ, изучения осаждения лекарственных веществ.

Центрифугирование основано на оседании частиц под действием центробежных сил в ультрацентрифуге. Центробежное ускорение значительно превышает гравитационное, что позволяет ускорить процесс оседания и повысить точность определения размеров частиц. У метода высокое осаждение частиц. Можно разделять частицы по размерам с достаточно высокой скоростью. Но оборудование имеет высокую стоимость и нуждается в калибровке. С помощью метода можно определять свойства коллоидных растворов, а еще можно разделять сложные дисперсные системы.

Седиментационный анализ является универсальным методом для изучения дисперсных систем. Он позволяет определить размеры и концентрацию частиц, что важно для контроля качества продукции, оценки свойств материалов и решения различных задач в химической промышленности, фармацевтике, медицине, экологии и материаловедении.

Список литературы

1. Cole, JeVrey W. Lary, Thomas P. Moody, Thomas M. Laue, Analytical Ultracentrifugation: Sedimentation Velocity and Sedimentation Equilibrium James L. 2008. DOI: 10.1016/S0091-679X(07)84006-4
2. Тертышный, В. А., Тертышный, А. М. Сравнение методов седиментации высокодисперсных систем // Научный журнал. – 2013. – С. 68-72.
3. Сваровская Н. А., Колесников И. М., Винокуров В. А. Дисперсные системы: Седиментационный анализ систем: методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Физическая и коллоидная химия». – Москва, 2014. – 46 с.
4. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mining-enc.ru/s/sedimentacionnyj-analiz> (дата обращения: 15.05.2025).

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СУСПЕНЗИЙ TiO_2 И ZnO ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ

У. Е. Сальникова, Я. А. Журавлёв, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: uliana13saln13@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлен седиментационный анализ суспензий диоксида титана (TiO_2) и оксида цинка (ZnO) весовым методом. Метод основан на определении скорости осаждения твердых частиц в суспензии с последующим определением массы осадка в различные моменты времени. Анализ позволяет оценить распределение частиц по размерам суспензий TiO_2 и ZnO , определить параметры, такие как скорость осаждения, кривая распределения частиц по размерам и средний размер частиц. Полученные данные важны для контроля качества производства и применения данных материалов в различных отраслях, например, в производстве красок, косметики и лекарственных препаратов, где характеристики дисперсности играют критическую роль в конечных свойствах продукта. Работа включает обработку экспериментальных данных и обсуждение полученных результатов, позволяющие сравнить седиментационные свойства суспензий TiO_2 и ZnO .

Ключевые слова: *седиментационный анализ, весовой метод, скорость осаждения, масса осадка, распределение частиц, средний размер частиц, кривая распределения частиц.*

Оксиды цинка (ZnO) и титана (TiO_2) широко применяются в различных отраслях промышленности, включая производство косметики, красок, солнцезащитных средств, катализаторов и электроники. Важной характеристикой этих материалов является их дисперсность (размер частиц), которая влияет на физико-химические свойства и эффективность применения.

Определение дисперсности возможно различными методами, такими как оптический, ситовый, микроскопия и седиментационный анализ. Рассмотрим седиментационный анализ, он позволяет оценить распределение частиц по размерам в суспензии весовым методом.

Весовой метод анализа с использованием торсионных весов – это метод, основанный на измерении массы частиц при их оседании и расчете скорости осаждения. Торсионные весы представляют собой устройства, которые используют принцип торсионного равновесия для определения массы. Этот метод позволяет получать точные и воспроизводимые результаты, что особенно важно в химическом анализе и лабораторных исследованиях.

Целью работы является исследование седиментации суспензий оксидов цинка и титана.

Задачи работы:

1. Освоить работу на торсионных весах.
2. Провести седиментационный анализ суспензий ZnO и TiO_2 .
3. Построить кривые седиментации.
4. Определить распределение частиц по размерам.

По закону Стокса, скорость седиментации зависит от размера частиц, их плотности и вязкости дисперсионной среды. Из этого уравнения следует, что крупные частицы оседают быстрее, а мелкие – медленнее. По зависимости массы осадка от времени можно построить седиментационную кривую и определить распределение частиц по размерам.

Результаты седиментационного анализа суспензий ZnO и TiO_2 с расчетами средней скорости, среднего радиуса частиц и удельной поверхности представлены в таблицах 1 и 2.

По полученным данным строят седиментационные кривые – зависимость массы осадка от времени осаждения (рис. 1).

Таблица 1 – Седиментация суспензии TiO₂

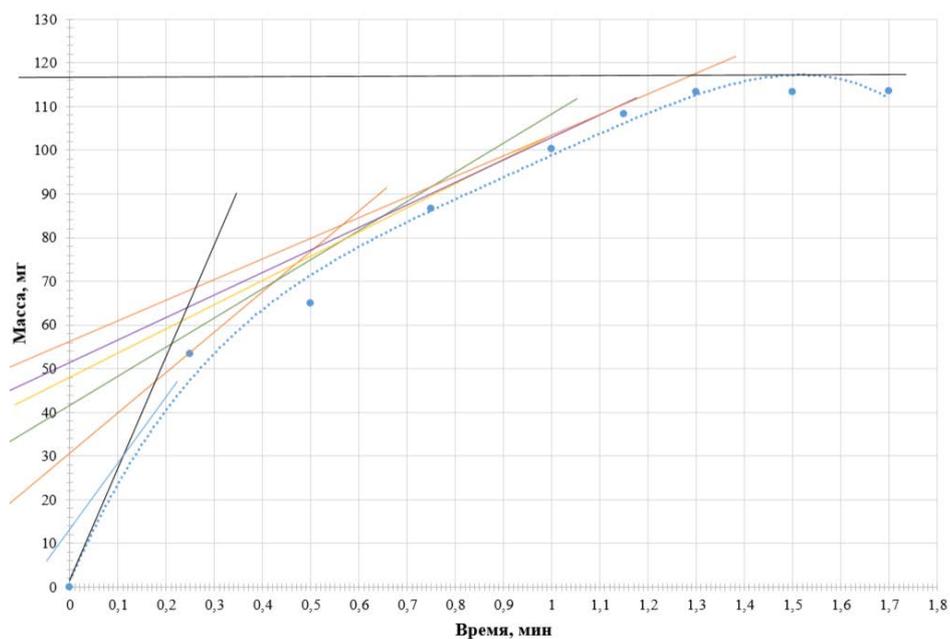
№	Время, мин	Масса фракции кг·10 ⁻⁶	ΔQ^* , %	Q^{**} , %	Средняя скорость , м/с	Средний радиус r, см	Δr , см	Суд.пов, м ² /кг
1	0,25	53,3	7,1	100	0,100	0,419	0,12	2,21
2	0,50	65,0	8,2	89	0,071	0,296	0,05	1,10
3	0,75	86,7	11,5	74	0,058	0,242	0,03	0,74
4	1,00	100,3	13,3	64	0,050	0,210	0,01	0,55
5	1,15	108,3	14,4	58	0,047	0,196	0,01	0,48
6	1,30	113,3	15,0	55	0,044	0,184	0,01	0,42
7	1,50	113,3	15,0	51	0,041	0,171	0,01	0,37
8	1,70	113,5	15,1	0	0,038	0,161	—	0,32

Таблица 2 – Седиментация суспензии ZnO

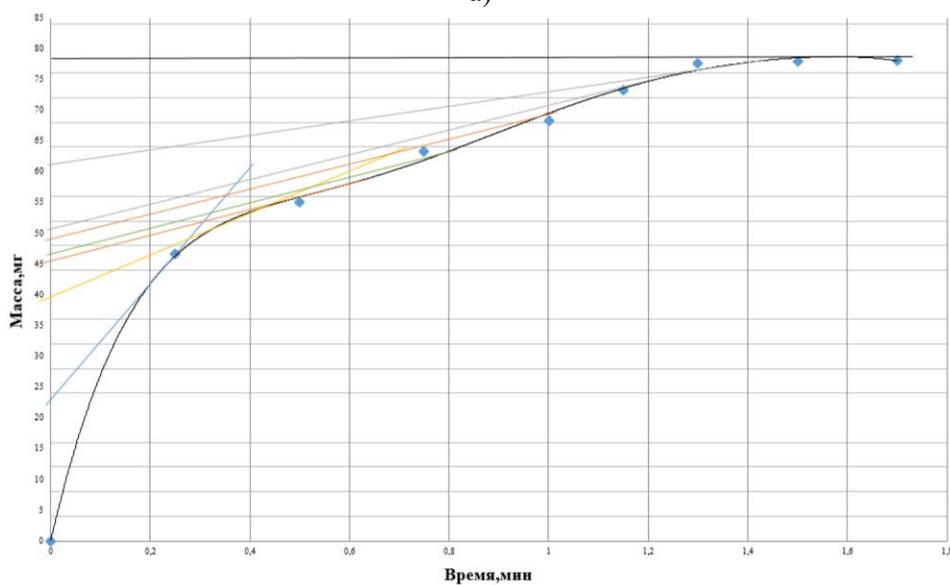
№	Время, мин	Масса фракции кг·10 ⁻⁶	ΔQ^* , %	Q^{**} , %	Средняя скорость, м/с	Средний радиус r, см	Δr , см	Суд.пов, м ² /кг
1	0,25	46,67	8,6	100	0,10	0,393	0,12	1,94
2	0,5	55,00	10,2	70	0,07	0,278	0,06	0,97
3	0,75	63,30	11,7	48	0,06	0,226	0,03	0,64
4	1	68,30	12,6	41	0,05	0,197	0,02	0,49
5	1,15	73,30	13,6	40	0,05	0,183	0,01	0,42
6	1,30	77,67	14,4	37	0,04	0,172	0,01	0,37
7	1,5	78,00	14,4	35	0,04	0,161	0,01	0,33
8	1,7	78,10	14,5	0	0,04	0,151	—	0,29

* - относительное содержание фракции

** - нарастающее суммарное процентное содержание всех частиц



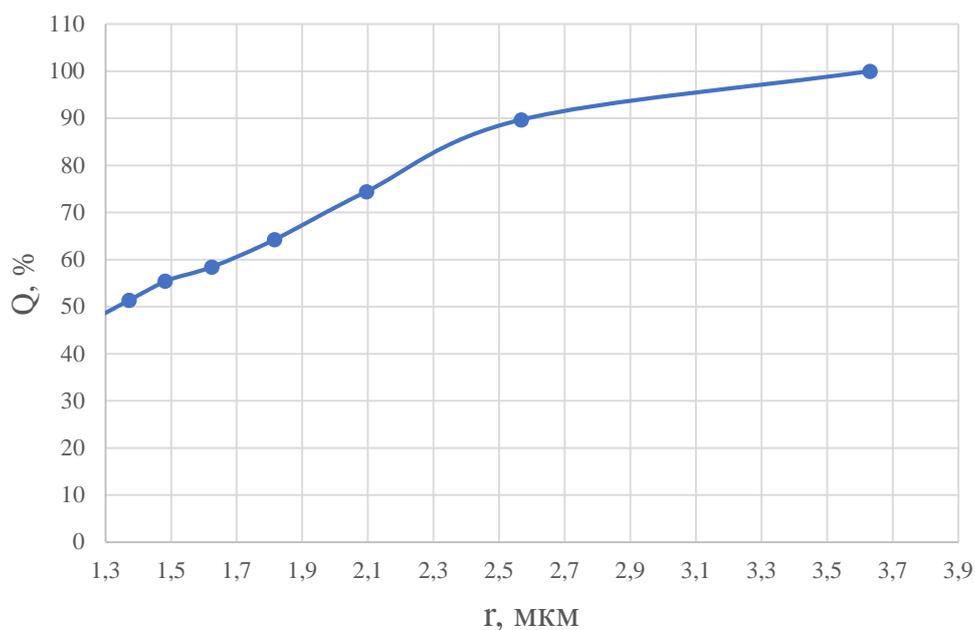
а)



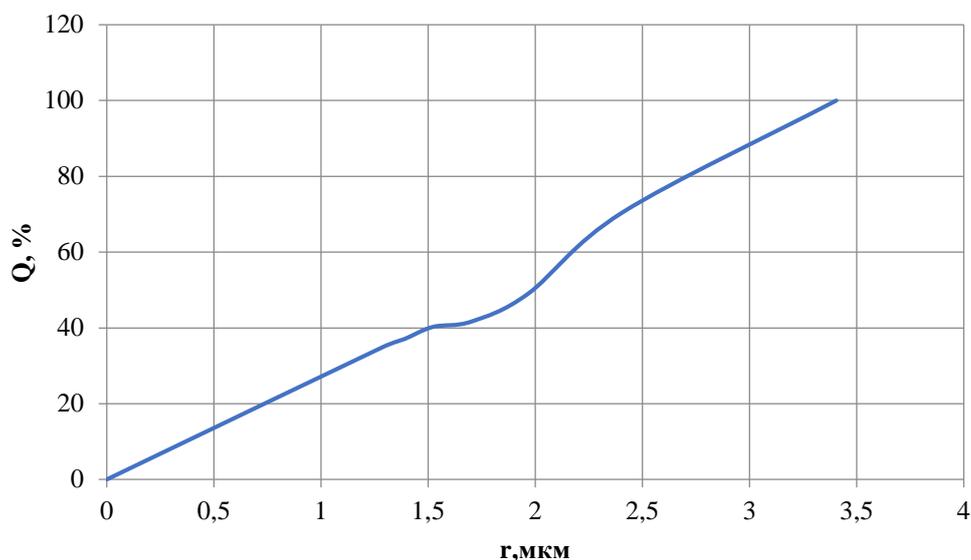
б)

Рисунок 1 – Седиментационные кривые: а) TiO_2 ; б) ZnO

Интегральную кривую строят по данным таблиц 1-2. При этом на оси абсцисс откладывают значение эквивалентных радиусов, начиная с самых мелких частиц, а на оси ординат – нарастающее суммарное процентное содержание всех частиц от наименьшего до данного радиуса включительно, относя его к наибольшему в данной фракции радиусу (рис. 2).



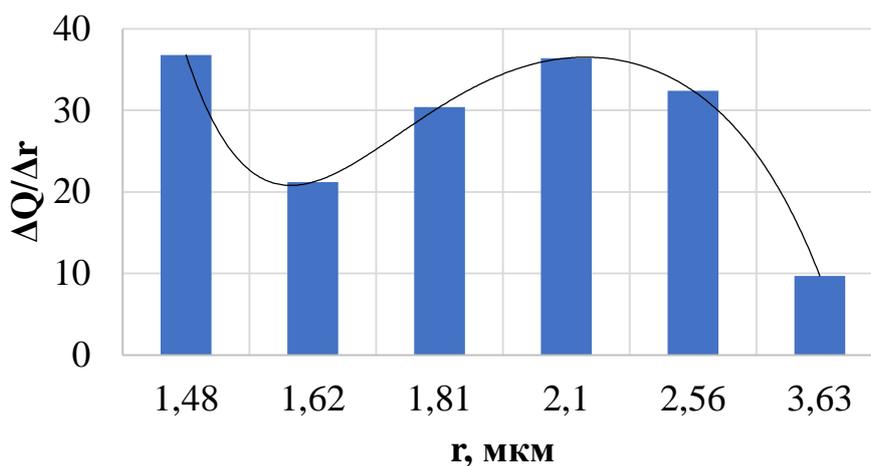
а)



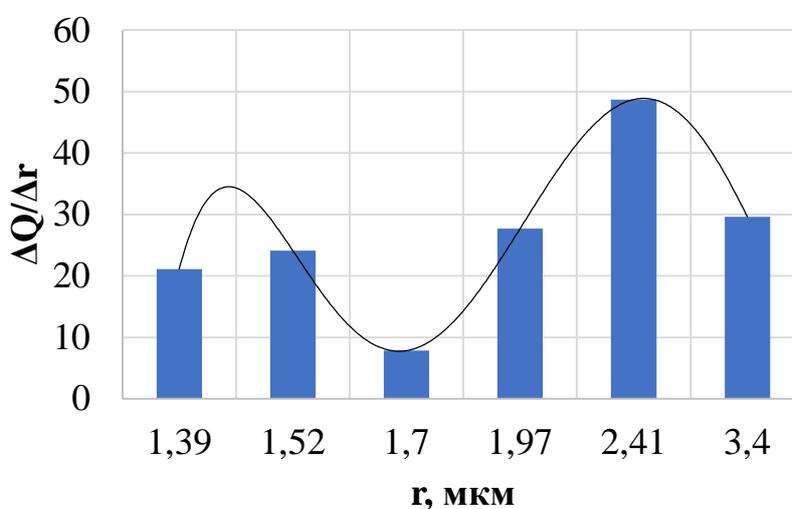
б)

Рисунок 2 – Интегральные кривые распределения частиц по размерам: а) TiO_2 ; б) ZnO

Величину эквивалентного радиуса, соответствующего наиболее часто встречающемуся размеру частиц в данной системе, находят из дифференциальной кривой распределения, для построения которой обрабатывают интегральную кривую. Через равные интервалы радиусов, которые выбираются произвольно, строят координаты до пересечения с интегральной кривой, экстраполируют эти точки на ось ординат и находят значение ΔQ разности между двумя соседними ординатами. Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам представлены на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3 – Дифференциальные кривые: а) TiO₂; б) ZnO

Проведенный седиментационный анализ суспензий ZnO и TiO₂ позволил установить существенные различия в их дисперсных характеристиках. Для TiO₂ характерны более крупные частицы с относительно низкой удельной поверхностью, что обуславливает быстрое осаждение. В отличие от него, ZnO демонстрирует мелкодисперсное распределение с высокой удельной поверхностью, что объясняет медленную седиментацию. Полученные данные подтверждают эффективность седиментационного анализа для контроля дисперсности и могут быть использованы для оптимизации технологических процессов с применением данных оксидов [1].

Список литературы

1. Наумов В. Н., Королев Д. В. Методические указания к лабораторной работе «Седиментационный анализ суспензий». – Санкт-Петербург, 2005.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ДОБАВЛЕНИЕМ КОСТРЫ ЛЬНА БЕЗ ОБРАБОТКИ

Д. А. Перевозчикова, Е. А. Бобкова, И. А. Пекарец
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург
E-mail: d_perevozchikova@inbox.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования физико-механических характеристик композиционного материала с добавлением костры льна. Определены оптимальные параметры различных соотношений макулатуры и костры льна для изготовления упаковки. Полученные данные дают возможность оценить возможность перспективы создания упаковки на основе костры льна.

Ключевые слова: лен, костра льна, целлюлоза, размол, физико-механические свойства.

На сегодняшний день основным сырьем для производства упаковочного материала является целлюлоза, получаемая из хвойных и/или лиственных пород, а также вторичное волокно. В качестве альтернативного источника сырья можно рассматривать использование травянистых растений, содержащих целлюлозу.

Цель работы заключается в определении оптимальных соотношений композиционного материала из макулатуры и льняной костры для производства бугорчатой упаковки для яиц. Исследования проводились на базе лабораторий СПбГУПТД ВШТЭ.

Лен – это однолетнее или многолетнее сельскохозяйственное растение из семейства льняных. Вырастает до 150 см (рис. 1), имеет жесткие стебли и голубые цветы с тремя лепестками и белой окаемкой. По современной классификации лен обыкновенный делят на пять подвидов, из которых наибольшее распространение имеют следующие три подвида: средиземноморский, промежуточный и евразийский подвиды [1].



Рисунок 1 – Лен

Для получения длинного и короткого волокна в промышленности необходимо удалить одревесневшую часть стебля (костру). Костра преимущественно образуется в виде мелкой соломки, остающейся после трепания льна (рис. 2). По внешнему виду напоминает тонкий игольчатый сухостой длиной до трех сантиметров. На сегодняшний день костра является производственным отходом или используется в качестве топлива.

Лен имеет в своем составе значительное количество различных веществ, таких как витамины разных групп, железо, цинк, магний и другие химические соединения. В рамках нашего исследования был проведен предварительный анализ химического состава льняной костры для определения содержания некоторых веществ (табл. 1).



Рисунок 2 – Костра льна

Таблица 1 – Химический состав костры

Вещества в костре льна	Содержание веществ, %
Лигнин	33,1
Целлюлоза	41,62
Альфа-целлюлоза	85,8
Гемицеллюлоза	13,2
Смолы и жиры	0,41
Зола	1,41

Для определения физико-механических свойств были изготовлены отливки из костры льна с разным соотношением макулатуры (рис. 3). Изготовление производилось на листоотливном аппарате. Костру льна необходимо подвергнуть предварительному размолу. Задачей размола в промышленности является подготовка волокнистого материала к отливу. Он придает волокнам определенную гибкость и пластичность, чтобы обеспечить лучший контакт и связь волокон. Это необходимо, чтобы подготовить волокнистый материал к отливу, придать прочность бумажному листу, сделать волокна гибкими, увеличить их поверхность [2].



Рисунок 3 – Отливка из костры льна и макулатуры

Были проведены измерения таких показателей, как разрывная длина, сопротивление разрыву, удлинение при разрушении и сопротивление продавливанию (табл. 2).

В процессе экспериментальных исследований были определены физико-механические свойства анализируемых образцов. Они имеют возрастающую линейную зависимость с увеличением добавки вторичного волокна. Также был определен химический состав костры льна. Содержание лигнина в льняной костре составляет 33 %, что значительно выше, чем в древесине, это позволяет использовать его в качестве связующего компонента. Уровень целлюлозы в костре льна сопоставим с содержанием целлюлозы в древесине и составляет 40-45 %. При производстве отливок с содержанием костры льна от 80 % до 100 % было установлено, что лабораторные образцы не могут быть изготовлены из-за недостаточной

механической прочности. Оптимальные соотношения вторичного волокна и костры льна составляют 80:20 % и 70:30 %, что позволяет производить упаковочный материал.

Таблица 2 – Сравнительная таблица показателей механической прочности

Наименование показателя	100%М-0%Л	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50	40-60	30-70	20-80	10-90	0-100
Масса (г/м ²)	110										
Разрывная длина (км)	2,18	1,96	1,36	0,88	0,69	0,51	0,22	0,15	Невозможно выполнить исследование из-за хрупкости образца		
Сопротивление разрыву (Н/м)	1967	1925	1171	824	587	376	173	160			
Удлинение при разрушении (%)	1,6	1,48	1,48	1,34	1,27	0,96	0,71	0,66	Невозможно выполнить исследование из-за хрупкости образца		
Сопротивление продавливанию (кПа)	114,4	85,7	55,9	42,1	32,1	23,1	21,4	21,7			

Список литературы

1. Русский лен [Электронный ресурс]. – URL: <https://russianlinen.ru/> (дата обращения: 19.05.2025).
2. Смирнова, Е. Г., Малютина, Д. И. Изготовление лабораторных образцов бумаги и картона испытания бумаги и картона. Выполнение лабораторных работ: метод. указания для студентов всех форм обучения / Е. Г. Смирнова, Д. И. Малютина. – Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. – 64 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И. А. Козырева, А. А. Данилова, Р. А. Смит

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

E-mail: 89111020342@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлено исследование качества питьевой воды из различных источников, расположенных в Санкт-Петербурге и Московской области. Целью исследования является оценка основных показателей качества воды, таких как жесткость (общая, кальциевая, магниевая, временная), рН, электропроводность и содержание общего железа. Проведен сравнительный анализ качества воды из коммунального водоснабжения в разных районах Санкт-Петербурга и воды из частной скважины в Подмосковье. Кроме того, оценена эффективность стационарного фильтра для улучшения качества питьевой воды. Результаты исследования позволяют выявить локальные проблемы с качеством воды и оценить влияние фильтрации на ее основные характеристики.

Ключевые слова: *питьевая вода, качество воды, жесткость, рН, электропроводность, железо, фильтрация, Санкт-Петербург, Московская область.*

Вода – один из важнейших ресурсов для жизни человека и поддержания экосистем. Качество питьевой воды напрямую влияет на здоровье населения, поэтому его мониторинг и контроль являются актуальной задачей. В крупных городах, таких как Санкт-Петербург, и в регионах с высокой плотностью населения, как Подмосковье, проблема обеспечения населения качественной питьевой водой стоит особенно остро.

Под качеством воды подразумевается совокупность физических, химических, биологических и органолептических показателей, определяющих пригодность воды для конкретных целей, согласно нормативным документам (например, СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»). Целью работы являлась оценка соответствия питьевой воды установленным нормативам и выявление потенциальных проблем, связанных с загрязнением водных ресурсов.

В качестве объектов исследования были выбраны пробы воды из различных районов города Санкт-Петербурга (коммунальное водоснабжение) и из Подмосковья (частная скважина). Для оценки влияния фильтрации на качество воды была исследована проба из Московского района до и после прохождения через стационарный фильтр.

Для определения показателей качества воды были использованы следующие методы: комплексонометрическое титрование (определение общей и временной жесткости), фотометрический метод определения железа, рН-метрия и кондуктометрия.

Результаты исследования жесткости для проб из Мурино, Выборгского района и Подмосковья представлены на диаграмме (рис. 1). Полученные данные демонстрируют, что наибольшая общая жесткость наблюдается в пробе из Московской области, что значительно превышает значения проб, полученных из районов Санкт-Петербурга. Это связано с геологическими особенностями региона и составом горных пород – в Санкт-Петербурге воду берут с поверхности (река Нева), а в Москве получают из грунтовых вод.

Измерение рН показало, что все исследованные пробы имеют рН в пределах нормы (6,0-9,0), однако значения для проб из Мурино и Москвы несколько ниже нейтрального (рН 7). Электропроводность, характеризующая общее содержание растворенных солей в воде, значительно выше в пробе из Москвы (678 мкСм/см) по сравнению с пробами из Санкт-Петербурга (114,3-115,6 мкСм/см) (рис. 2).

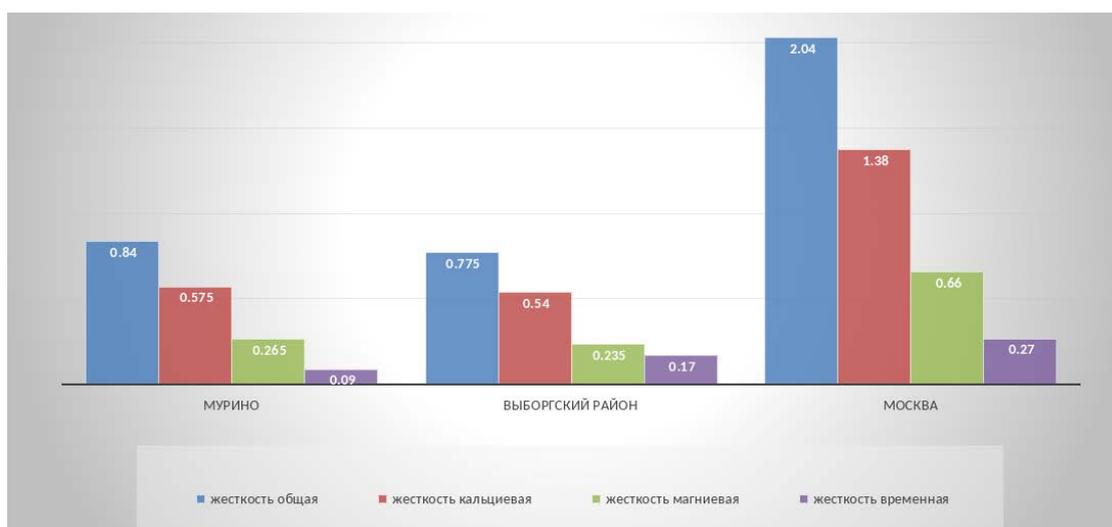


Рисунок 1 – Результаты исследования жесткости воды

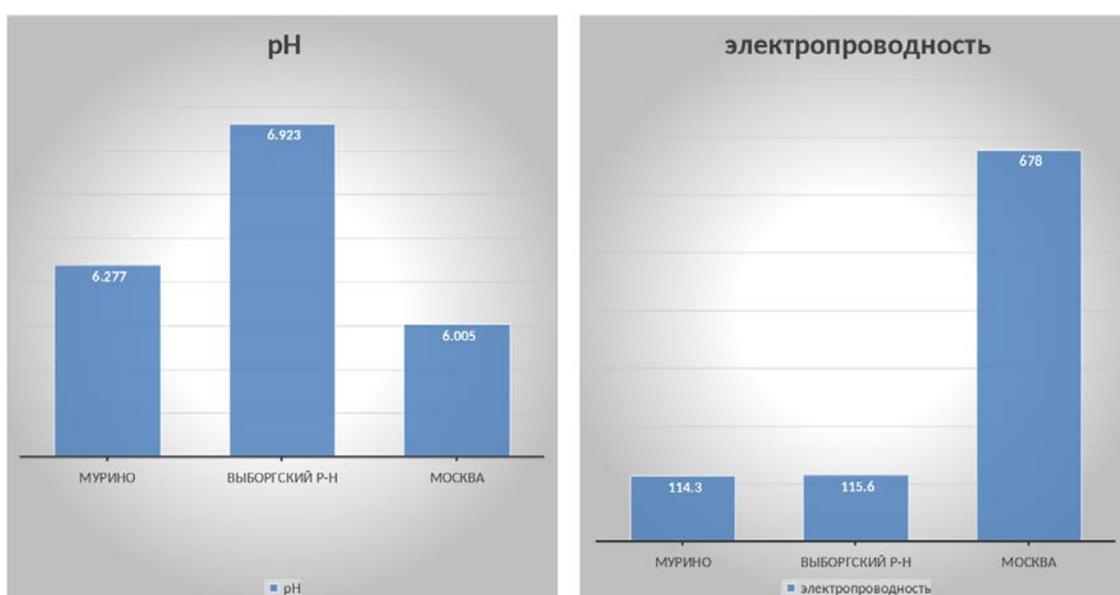


Рисунок 2 – Исследование рН и электропроводности образцов воды

Для оценки содержания общего железа был использован фотометрический метод с сульфосалициловой кислотой. Результаты представлены на графике и в таблице (рис. 3). Наибольшая концентрация железа наблюдалась в пробе из Москвы (0,365 мг/л), что может указывать на наличие природных источников железа в воде. Также можно наблюдать, что после фильтрации воды из Московского района Санкт-Петербурга концентрация железа увеличилась, хотя, по идее, это должно быть наоборот. Это может означать, что фильтр эксплуатируется уже очень давно, и он пришел в негодность, из-за чего начал пропускать железо, тем самым после фильтрации увеличивая его концентрацию (так как все же он направлен на снижение жесткости, он задерживает ионы, тем самым незначительно уменьшая общий объем жидкости и увеличивая концентрацию железа).

Оценка влияния фильтрации на качество воды из Московского района показала, что фильтр эффективно снижает жесткость воды (особенно временную жесткость, вызванную гидрокарбонатами кальция и магния), а также снижает электропроводность и рН (рис. 4).

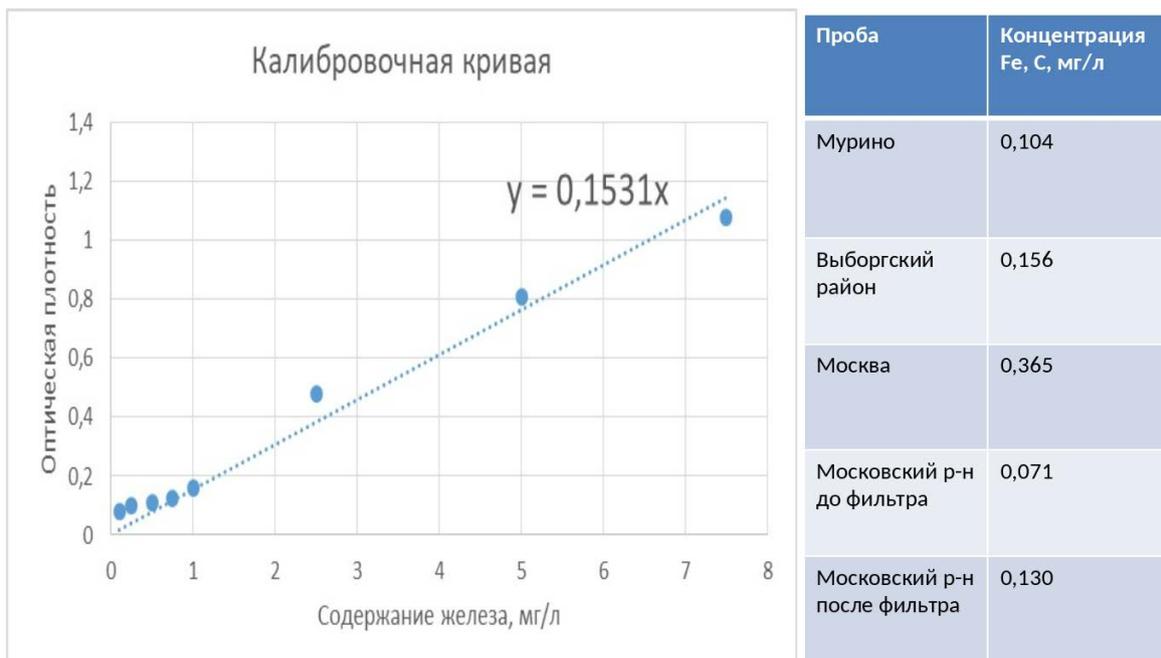


Рисунок 3 – Исследование содержания общего железа в воде

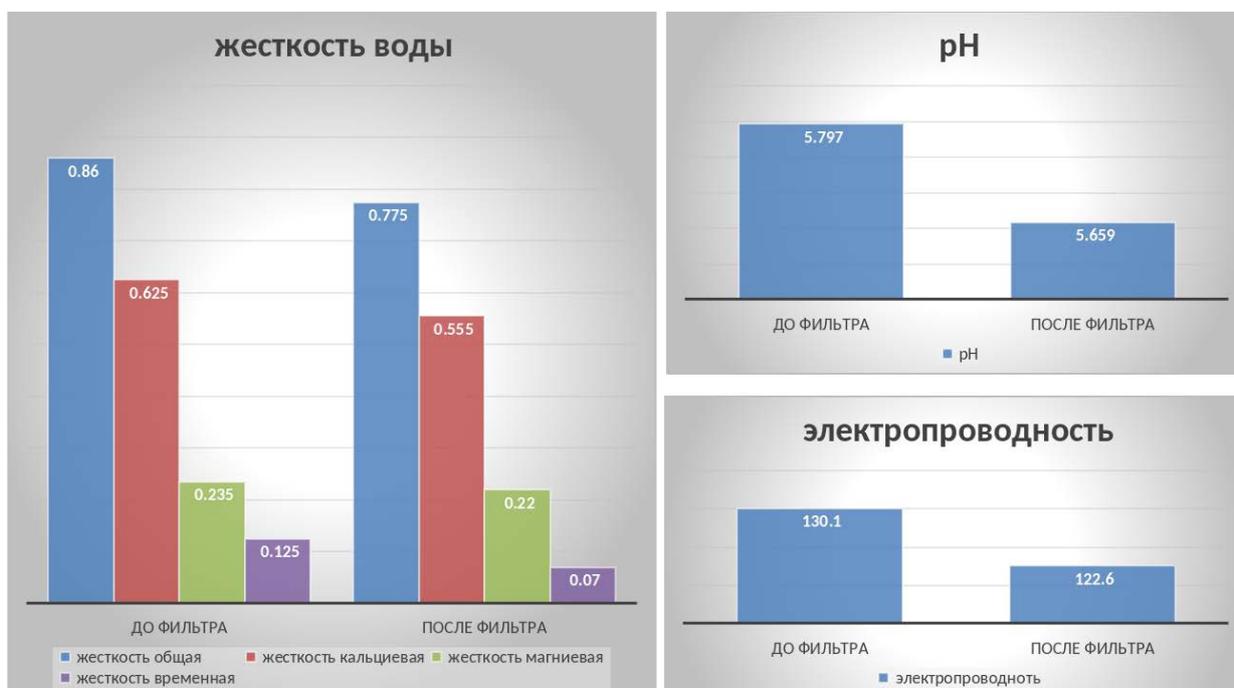


Рисунок 4 – Результаты и сравнение исследования проб до и после фильтрации

Список литературы

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – URL: https://stavsad76.gosuslugi.ru/netcat_files/19/8/SANPIN_1.2.3685_21.pdf (дата обращения: 20.04.2025).
2. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

МАТЕРИАЛЫ

III и IV студенческой научно-практической конференции «СОВРЕМЕННАЯ НАУКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЁЖИ»

2025

Редактор и корректор М. Д. Баранова
Технический редактор Д. А. Романова

Научное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 21.05.2025 г. Рег. № 5126/25

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.