

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»  
Высшая школа технологии и энергетики

Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева  
(Санкт-Петербургское отделение)

ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий  
в научно-технической сфере»

---

**Всероссийская научно-практическая конференция  
студентов и молодых ученых**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ,  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ  
И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**(Часть 2)**



**9-10 апреля 2020 г.**

**Санкт-Петербург  
Россия**

УДК 001.891

ББК 72

Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.2) / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. – 71 с.

ISBN 978-5-916-46-201-2

В настоящем сборнике представлены материалы молодых ученых, аспирантов и студентов вузов Санкт-Петербурга и других городов РФ по итогам Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности», которая проходила 9-10 апреля 2020 года в г. Санкт-Петербурге.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

Материалы представлены в авторской редакции. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

ISBN 978-5-916-46-201-2

© Высшая школа технологии и энергетики  
СПбГУПТД, 2019

© Морева Ю.Л., Суставова Т.А., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Амросов А.С., Гудков А.Г.</i> Исследования эффективности очистки поверхностных стоков на машиностроительном предприятии г. Вологда.....	4
<i>Бккар М., Олехнович Р.О., Успенская М.В.</i> Методы повышения эффективности перовскитных материалов для применения в солнечных элементах.....	7
<i>Горбулина А.Р.</i> Подходы к обращению с отходами в России .....	10
<i>Зимин Р.А., Санников А.В., Никифоров А.О.</i> Оценка эффективности очистки воздуха вновь спроектированных аспирационных систем.....	13
<i>Кириллова А.А., Субботин Д.И.</i> Переработка золы осадка сточных вод.....	15
<i>Коновалова Н.Н., Зыкин С.А.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов в целях тушения крупных лесных пожаров в Граховском районе.....	17
<i>Крутиков А.С., Кретьова М.К., Андранович О.С.</i> Адсорбционная способность бытовых моющих средств .....	21
<i>Кулик И.А., Кузнецов А.Ю., Марценюк В.В.</i> Газодиффузионные электроды для водородных топливных элементов с протонообменной мембраной.....	23
<i>Кушеева В.С., Остах С.В.</i> Прогнозирование динамики депонирования и масштабного инвариантного распространения углеводородного загрязнения геологической среды.....	26
<i>Лучинкин С.Г., Кожухов В.А., Алашкевич Ю.Д.</i> Получение целлюлозного материала с улучшенными теплозвукоизоляционными характеристиками .....	29
<i>Мостовой А.Д., Ковалев Д.А.</i> Некоторые аспекты технической реализации АСР объектов теплоэнергетики (на примере котла ДКВР 10/13).....	32
<i>Муравицкая А.А., Марченко Р.А.</i> Использование вторичного волокнистого сырья в ЦБП .....	35
<i>Николаева А.Г., Громова Е.Н.</i> Получение электрической энергии из источников растительного происхождения.....	38
<i>Николина Э.Н.</i> Комплексное решение по переработке стекловолокна.....	43
<i>Павлова К.И.</i> Повышение надежности технологического оборудования по переработке лакокрасочных материалов .....	45
<i>Пермяков Р.А., Штобе Э.И., Демин В.А.</i> Методы определения лигнина в целлюлозных полуфабрикатах.....	48
<i>Проскурина Е.В., Смирнова А.Н., Фёдорова О.В., Кузнецов А.Г.</i> Очистка промышленных стоков от сульфатов .....	51
<i>Пузырёва Д.И., Фёдорова О.В., Кузнецов А.Г.</i> Гидролиз древесины разных пород.....	55
<i>Рагзина Д.В., Кожухова Н.Ю.</i> Современные экологические проблемы нефтеперерабатывающих заводов .....	59
<i>Рябцева Т.А., Земцов Д.А., Войнов Н.А.</i> Способы получения и применение очищенного сульфатного скипидара.....	62
<i>Турусин А.А., Белозерова О.В.</i> Мониторинг фактического состояния качества автомобильного топлива.....	65
<i>Тянутова М.И., Золотухина Т.К., Храброва А.В., Морозкина С.Н.</i> Применение карбоксиметилцеллюлозы в медицине.....	67
<i>Храброва А.В., Золотухина Т.К., Тянутова М.И., Морозкина С.Н.</i> Свойства тетразолов их применений в медицине .....	69

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ  
ПРЕДПРИЯТИИ Г. ВОЛОГДА**

*Амросов А.С., Гудков А.Г.  
Вологодский государственный университет  
e-mail: [amrosov@mail.ru](mailto:amrosov@mail.ru)*

**STUDIES OF EFFICIENCY STORMWATER RUNOFF TREATMENT  
OF A MACHINE-BUILDING PLANT IN VOLOGDA**

*Amrosov A.S., Gudkov A.G.  
Vologda State University*

В г. Вологде отсутствует централизованная очистка поверхностных стоков, поэтому загрязненность сбрасываемых поверхностных сточных вод с территории промышленных объектов целиком зависит от эффективности работы существующих очистных станции и установок.

Объектом настоящего исследования является станция очистки ливневого стока крупнейшего машиностроительного предприятия Вологды. Целью работы является сбор исходных данных, оценка текущего состояния очистной станции, анализ эффективности очистки сточных вод в разные периоды года и выбор дальнейшего направления исследовательской деятельности.

**Краткое описание станции очистки**

Станция очистки поверхностных сточных вод принимает поверхностные сточные воды с территории промышленной площадки предприятия, очищает и удаляет в систему ливневой канализации города. Очистная станция включает: решетки, песколовки, отстойник-нефтеловушку, флотатор и скорые фильтры. Применяемые методы очистки – механические и физико-химические.

Ливневые и талые стоки собираются с территории площадью более 60 га внутриплощадочными сетями, через коллектор диаметром 1200 мм самотеком поступают в камеру ливнеспуска, затем в здание решеток. Из здания решеток сточные воды, очищенные от самых крупных загрязнений и мусора, поступают в резервуар насосной станции №1 и далее на песколовки.

Камера ливнеспуска оборудована водосливом и является регулирующей. При расходах более 280 л/с часть стоков сбрасывается в самотечный ливневой коллектор по обводной линии без очистки.

После песколовков стоки направляются в два резервуара-накопителя объемом 2000 м<sup>3</sup>, которые выполняют роль регулирующей емкости (усреднителя) и обеспечивают равномерную работу станции очистки. Из резервуаров самотеком или насосами стоки попадают в отстойник-нефтеловушку, а после поступают в резервуар отстоянных стоков.

Из этого резервуара насосной станцией №2 сточная вода перекачивается на блок из трех скорых фильтров. Работа фильтров рассчитана как параллельную, так и последовательную нагрузку. В 2007 году была проведена модернизация фильтров – замена фильтрующей загрузки.

#### **Загрязнения в стоках и эффективности их очистки**

Машиностроительное предприятие по характеру загрязнения поверхностного стока относится к предприятиям т.н. «первой группы» [1], то есть тем, на территорию которых не попадают специфические загрязняющие вещества. Авторами были отобраны пробы и проанализированы загрязнения поверхностных стоков до и после очистки по трем последним годам – табл. 1.

#### **Выводы**

Результаты проведенного исследования показали следующее:

- несмотря на проведенную модернизацию, станция очистки ливневого стока не обеспечивает необходимой очистки для четырех из одиннадцати контролируемых показателей загрязненности – по нефтепродуктам, аммонийному азоту, нитратам и АПАВ;
- возможной причиной этого являются недостаточные сорбционные качества применяемых загрузок фильтров;
- необходимо проведение дальнейших исследований для подбора оптимального сорбента;
- следует выяснить причины попадания в поверхностный сток таких специфических веществ, как фенолы, нитриты и аммоний-ионы;

- требуется провести расчеты для проверки обоснованности сброса без очистки части ливневого стока по требованиям нормативных документов [2].

Таблица 1

Загрязненность исходных и очищенных поверхностных сточных вод

Показатель	Ед. изм.	28.06.2017		31.01.2018		30.01.2019	
		исход-ная	очищен-ная	исход-ная	очищен-ная	исход-ная	очищен-ная
рН	–	7,3	7,3	8,1	8,1	7,8	8,2
Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	34,9	9,2	9,3	7,5	10	6
Сульфаты	-“-	47,9	45,5	76	72	77	54
Нефтепродукты	-“-	3,6	<b>0,09*</b>	19	<b>0,11</b>	3,7	<b>0,1</b>
Нитриты	-“-	0,11	<b>0,1</b>	1,1	0,079	0,16	0,08
Аммоний-ион	-“-	0,57	<b>0,52</b>	4,1	<b>0,68</b>	0,31	0,18
Хлориды	-“-	102,1	84,5	78	64	271	165
Алюминий	-“-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Фенол	-“-	0,005	<0,0005	0,005	<b>0,002</b>	0,004	<0,0005
Анионные ПАВ	-“-	0,15	<b>0,14</b>	0,27	<b>0,12</b>	0,29	0,1
БПК <sub>5</sub>	-“-	3,3	2,66	3,5	2,8	3,1	2,8

\*выделены значения, превышающие допустимые пределы.

**Библиографический список**

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – Москва: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.

2. СП 32.13330.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения: актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85: утв. Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25.12.2018 № 860/пр. – Введ. 26.06.2019 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРОВСКИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

Бккар М.<sup>1</sup>, Олехнович Р. О.<sup>1</sup>, Успенская М. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

e-mail: [mbkkar@itmo.ru](mailto:mbkkar@itmo.ru)

## **ENHANCEMENT METHODS OF PEROVSKITE MATERIALS PERFORMANCE FOR APPLYING IN SOLAR CELLS**

Bkkar M.<sup>1</sup>, Olekhnovich R.O.<sup>1</sup>, Uspenskaya M.V.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>ITMO University

Перовскит, как сборщик света в солнечных элементах, привлекает большое внимание, благодаря высокому коэффициенту поглощения оптического излучения в видимой области, низкой энергии связи экситонов, высокой подвижности носителей зарядов, большой длине диффузии носителей зарядов и перестраиваемой ширине запрещенной зоны. Однако, несмотря на достоинства, он имеет свои недостатки [1,2]. Устойчивость материала к условиям окружающей среды, таким как влажность, остается самой важной проблемой, связанной с успехом коммерциализации солнечных элементов на основе перовскита [1:8], поэтому целью нашей работы является повышение эффективности и стабильности перовскитных пленок, используемых в солнечных элементах, в зависимости от выполнения следующих задач:

1. Улучшение морфологии пленки (размер зерен, границы зерен, качество кристаллов и ориентация пленки и т. д.);
2. Уменьшение дефектов пленки (ловушки и т. д.);
3. Улучшение процессов передачи носителей зарядов между перовскитным слоем и другими слоями в солнечных элементах.

Ученые предложили различные методы и подходы для получения высококачественного перовскитного слоя, такие как:

фазово-структурная инженерия[1:5]; регулирование состава[1,2,6,8]; поверхностно-межфазная модификация[2,5,6]; межфазная инженерия [6]; дизайн транспортных слоев [8].

На самом деле, после анализа многих исследований ранее упомянутых методов, было найдено, что фазово-структурная инженерия и дизайн транспортных слоев являются наиболее важными методами повышения качества перовскитных пленок.

Фазово-структурная инженерия включает в себя некоторые понятия, такие как методы отложения материала, инжинирия растворителя, последующие обработки (отжиг) и композиты, где посредством которых качественно контролируются морфология и дефекты перовскитной пленки, проводящих к стабильной эффективности солнечных элементов, в то время как дизайн транспортных слоев (дырочных и электронных транспортных слоев) был разработан различными методами, таким как допирование (допинг) для усиления межфазных процессов между перовскитным слоем и другими слоями переноса носителей зарядов.

В качестве объекта исследований приняты перовскитные пленки, где были выбраны одностадийное спин- покрытие, система растворителей (диметилсульфоксид: диметилформамид) и отжиг при 100 °C в течение 1ч для изготовления высококачественной перовскитной пленки. Кроме того, наночастицы, такие как ( $Zn_{1-x}Cd_xS$ , CdS) будут использованы для получения композиционных дырочных и электронных транспортных слоев.

Предметом исследований являются фотоэлектрические, структурные свойства и устойчивость перовскитной пленки к условиям окружающей среды, изучение которых позволит оценить эффективности пленок для применения в солнечных элементах.

Методами экспериментальных исследований, необходимые для достижения поставленной цели и получения достоверных результатов исследования перовскитной пленки являются: 1. Методы определения фотоэлектрических свойств, включая: УФ-видимая спектроскопия; фотолюминесценция; 2. Методы определения структурных свойств, включая: сканирующий атомно-силовой микроскоп; сканирующая электронная микроскопия; инфракрасная фурье-спектроскопия и дифракция рентгеновских

лучей; 3. Методы исследования устойчивости пленок к условиям окружающей среды.

В конце, перовскиты являются потенциальным кандидатом для использования в материалах будущего для преобразования энергии. Но несмотря на бурное развитие перовскитных солнечных элементов все еще нужно проводить исследования для коммерциализации солнечных батарей на их основе. Мы надеемся, что наша работа будет способствовать большему развитию перовскитных солнечных элементов на пути к коммерциализации.

#### **Библиографический список**

1. Saliba M., Correa-Baena J-P., Graetzel M., Hagfeldt A. Perovskite solar cells from the atomic to the film level. – Germany: German Chemical Society, 2017.
2. Li B., Fu L., Li S., Li H., Pan L., Wang L., Chang B., Yin L. Pathways toward high-performance inorganic perovskite solar cells: challenges and strategies. –USA: The Royal Society of Chemistry, 2019.
3. Gedamu D., Asuo I. M., Benetti D., Basti. M, Ka I., Cloutier S. G., Rosei F., Nechache R. Solvent-antisolvent ambient processed large grain size perovskite thin films for high-performance solar cells. – United Kingdom: Scientific Reports, 2018.
4. Raga S. R., Jung M-C., Lee M. V., Leyden M. R., Kato Y., Qi Y. Influence of air annealing on high efficiency planar structure perovskite solar cells. – USA: American Chemical Society, 2015.
5. Safari Z., Borhani M., Giuri A., Bisconti F., Carallo S., Listorti A., Esposito C., Nateghi M., Rizzo A., Colella S. Optimizing the interface between hole transporting material and nanocomposite for highly efficient perovskite solar cells. –Switzerland:MDPI,2019.
6. Cho K.T., Paek S., Grancini G., Carmona C., Gao P., Lee Y., Nazeeruddin M. Highly efficient perovskite solar cells with a compositionally engineered perovskite/hole transporting material interface. –USA: The Royal Society of Chemistry, 2017.
7. Matyushkin L. B., Moshnikov V. A. Фотолюминесценция нанокристаллов перовскитов CsPbX<sub>3</sub> (X=Cl, Br, I) и твердых растворов на их основе. –Россия: Физика и Техника Полупроводников,2017.
8. Zhou H., Chen Q., Li G., Luo S., Song T-b, Duan H-S., Hong Z., You J., Liu Y., Yang Y. Interface engineering of highly efficient perovskite solar cells. –USA: American Association for the Advancement of Science, 2014. –542с.

## **ПОДХОДЫ К ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В РОССИИ**

Горбулина А.Р.

*Санкт-Петербургский горный университет*

*e-mail: a.gorbulina@list.ru*

## **APPROACHES TO WASTE MANAGEMENT TECHNIQUES IN RUSSIA**

Gorbulina A.R.

*Saint Petersburg Mining University*

На протяжении многих лет России не удается справиться с проблемой ликвидации образуемых и уже накопленных отходов. Доля переработки у нас составляет всего 4–6 %, в то время как во многих европейских странах перерабатывается до 60 % всех твердых коммунальных отходов (ТКО) [5].

Целью данной работы является рассмотрение наиболее распространенных методов обращения с отходами в России, а также выявление основных проблем, возникающих в процессе их утилизации и переработки. Автором были проанализированы различные литературные источники и обозначены наиболее перспективные пути развития мусоропереработки на ближайшие десятилетия.

Серьезной экологической проблемой России, затрагивающей состояние природы и здоровье людей, являются полигоны ТКО. Только в 2017 году величина коммунальных отходов, вывезенных на объекты захоронения, составила 50,9 тыс. т, а это, по официальным данным, 87 % от общего объема вывоза ТКО за год [2].

В населенных пунктах по всей России ежегодно образуется около 60 млн т ТКО. При этом, для их хранения на полигонах выделяется в среднем по 0,4 млн га в год [5]. Сейчас у многих крупных городов уже нет возможности предоставлять дополнительные земли под полигоны ТКО в ближайших пригородах именно из-за дефицита территории. Они буквально окружены мусорными свалками, что негативно сказывается, в первую очередь, на качестве жизни населения. Кроме того, с каждым годом плечо перевозки ТКО растет, а вместе с ним увеличиваются стоимость транспортировки и уровень

загрязнения от автотранспорта.

Полигоны буквально «захватывают» все новые и новые земли и в результате своей «жизнедеятельности» разрушают прилежащие территории. Основными факторами отрицательного влияния свалок являются токсичный фильтрат, биогаз от разложения органических отходов, загрязнение поверхностного стока. Только 8 % всех российских полигонов отвечают санитарным требованиям, остальные наносят вред окружающей среде и представляют опасность здоровью человека. [3].

Рекультивация земель после закрытия полигонов почти никогда не проводилась, либо же осуществлялась в недостаточной степени. Однако не так давно из государственного бюджета на эти мероприятия стали направлять дополнительные средства. В нацпроекте выделено порядка 300 млрд рублей, которые должны пойти на рекультивацию 191 свалки. Очевидно, что даже этих внушительных средств недостаточно: в России зафиксировано 1099 легальных полигонов, при этом насчитывается еще около 22 тыс. незаконных свалок [4]. В ближайшее время нам необходимо приступить к более интенсивному и продуктивному решению проблемы полигонов, в противном же случае многочисленные свалки приведут к глобальной экологической катастрофе, зачатки которой видны уже сейчас.

В 2016 году сжигание было объявлено приоритетным способом борьбы с бесконечными полигонами. На этот метод приходится всего 2 % отходов страны.

В процессе термической обработки отходов на мусоросжигательных заводах (МСЗ) образуются вещества, которые запрещено выпускать в атмосферу в связи с их токсическим действием на природу и здоровье человека. На отечественных МСЗ функционирует лишь одноступенчатая очистка выходящих газов, а этого недостаточно [3]. Однако стоит отметить, что планируется строительство нескольких заводов с использованием трехступенчатой очистки.

Таким образом, наиболее распространенные в России методы борьбы с ТКО не приводят к значительным результатам и пагубно влияют на состояние окружающей среды. Тем не менее, есть еще один способ переработки отходов, который является наиболее экологически чистым, но недостаточно развитым в нашей стране.

Уменьшение объемов депонирования на полигонах возможно за счет введения селективного сбора отходов с их последующей переработкой. С помощью этого способа можно решить и проблему утраты тонн ценных видов сырья и материалов, таких как бумага, стекло, пластик и пр. По разным оценкам, на эти компоненты приходится более 40 % ТКО, т. е. каждый год мы теряем около 15 млн т [5].

В процессе отдельного сбора отходов должно осуществляться их распределение на несколько потоков: «сухие», «влажные» и «хвосты». Однако в данном случае не следует ставить задачу получения товарной продукции, поскольку издержки при этом способе весьма высоки и качество вторичного сырья низко. Такие мероприятия решают другую важнейшую задачу: предотвращение потери потенциальной товарной ценности двух фракций (сухой и влажной) [1].

По подсчетам специалистов, экономика страны может сохранять до 232,8 млрд рублей ежегодно [5]. Но для достижения этой цели правительству России следует вложить денежные средства в рециклинг уже сейчас.

Таким образом, можно выделить следующие меры, направленные на решение проблемы мусоропереработки в России:

- 1) Внедрение селективного сбора отходов и их дальнейшая переработка на специализированных предприятиях. Стимулирование населения, в том числе и материальное, а также уменьшение количества производимых отходов;

- 2) Своевременное закрытие существующих полигонов и осуществление их рекультивации, а также предотвращение создания новых мест захоронения отходов;

3) Строительство вблизи крупных городов современных МСЗ с многоступенчатой системой очистки выходящих газов;

4) Повышение уровня экологического сознания населения.

#### **Библиографический список**

1. Бабанин И. В. Организация селективного сбора отходов. Методические рекомендации // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 9. – С. 10-17.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году» // 2018 – С. 259-277.
3. Кирсанов С. А., Мустафин Г. В. Мировой и российский опыт утилизации твердых бытовых отходов // Вестник Омского университета. Серия "Экономика". – Омск: ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2014. – С. 114-120.
4. Огородников Е. Как вернуть доверие к мусорной реформе // Эксперт. – 2019. – № 13. – С. 78-85.
5. Отходы в России: мусор или ценный ресурс? Сценарии развития сектора обращения с твердыми коммунальными отходами: отчет Международной финансовой корпорации // – М.: 2013.

## **УДК 608.2**

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ВНОВЬ СПРОЕКТИРОВАННЫХ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Зимин Р.А., Санников А.В., Никифоров А.О.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна Высшая школа технологии и энергетики  
Санкт-Петербургский государственный университет  
e-mail: san.sasha96@yandex.ru*

### **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF AIR PURIFICATION OF NEWLY DESIGNED ASPIRATION SYSTEMS**

Zimin R.A., Sannikov A.V., Nikiforov A.O.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of  
technology and engineering  
Saint-Petersburg state university*

Производственные процессы часто сопровождаются выделением пылегазовоздушной смеси, которая загрязняет воздух в рабочей зоне. Для решения проблемы высокой концентрации пыли в воздухе, необходимо предусматривать аспирационные системы. Также на многих производствах аэрозоль образуется в зависимости от места проведения тех. процесса, в таких случаях использование стационарных аспирационных систем не целесообразно. Забор воздуха у таких систем осуществляется зонтами, которые находятся выше рабочей зоны, в которой работает человек, тем самым максимальная концентрация загрязняющих веществ скапливается в области дыхания сотрудников [1].

Совместно с компанией «ESTA» была спроектирована установка FILTOWER F. Фильтрационная башня была сконструирована и отправлена на испытания на АО «Тихвинский вагоностроительный завод».

В ходе проведения испытаний были получены следующие данные:

**Таблица 1**

Эффективность очистки фильтрационной башни по веществам

До очистки			
Название вещества	C1 мг/м <sup>3</sup>	C2 мг/м <sup>3</sup>	C3 мг/м <sup>3</sup>
Аэрозоль сварки	55	65	62
После очистки			
Аэрозоль сварки	<0,26	<0,26	<0,26
диЖелезо триоксид (по Fe)	0,058	0,052	0,048
Марганец и его соединения (по MnO <sub>2</sub> )	<0.003	<0.003	<0.003
Хром (VI) оксид	<0.001	<0.001	<0.001
Никель оксид (по Ni)	<0.002	<0.002	<0.002

**Таблица 2**

Эффективность очистки воздуха рабочей зоны

Воздух рабочей зоны с выключенной установкой			
Название вещества	C1 мг/м <sup>3</sup>	C2 мг/м <sup>3</sup>	C3 мг/м <sup>3</sup>
Аэрозоль сварки	68	62	66
Воздух рабочей зоны с включенной установкой			
Название вещества	C1 мг/м <sup>3</sup>	C2 мг/м <sup>3</sup>	C3 мг/м <sup>3</sup>
Аэрозоль сварки	5,8	5,1	4,9
диЖелезо триоксид (по Fe)	3,2	2,8	2,6
Марганец и его соединения (по MnO <sub>2</sub> )	0,12	0,15	0,13
Никель оксид (по Ni)	0,049	0,047	0,05
Хром (VI) оксид	0,0065	0,0072	0,0066

Таким образом, проверка эффективности пыле-газоочистной установки, показывает, что данное решение является наиболее эффективным и практичным, энергетически и экономически выгодным, для очистки воздуха рабочей зоны от сварочного аэрозоля и других витающих загрязняющих твердых веществ.

#### Библиографический список

1. Зимин Р.А., Санников А.В., Сборник материалов IV студенческой научно-практической конференции – Санкт-Петербург- 2019г. – 34-36с.

## ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛЫ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

Кириллова А.А.<sup>1,2</sup>, Субботин Д.И.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)*

<sup>2</sup>*Институт электрофизики и электроэнергетики РАН  
e-mail: [Feoctista-2016@yandex.ru](mailto:Feoctista-2016@yandex.ru)*

## WASTE WATER DRAINAGE ASH TREATMENT

Kirillova A.A.<sup>1,2</sup>, Subbotin D.I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Saint-Peterburg State Institute of Technology*

<sup>2</sup>*Institute of Problems of Electrophysics of the Russian Academy of Sciences*

В настоящее время вопрос переработки золы, которая образуется в результате сжигания отходов, является наиболее важным, в связи с тем, что их накопление и хранение занимает достаточно большие территории. Более того зола под действием дождевых осадков повышает уровень загрязнения окружающей среды, что влечёт за собой негативное влияние на здоровье людей, ухудшает состояние почвы и степень чистоты водоемов. Основными источниками золы, как отхода являются угольные электростанции и предприятия по переработке осадка сточных вод.

Проблема переработки осадка сточных вод, образующихся на территории больших городов, не решена. В связи с этим поставлена цель: изучить состав золы, образующейся в результате сжигания осадка сточных вод и предложить способ переработки.

На данный момент существует множество различных способов переработки золы, которые в большей степени направлены на их дальнейшее использование в строительных материалах, а также уменьшение складирования золошлаковых отходов.

Одним из перспективных методов переработки золы, образующейся в результате сжигания отходов, является плазменная обработка [1]. В основном для проведения исследования используются системы, которые работают на инертных газах [2]. В результате этого плазменного воздействия образуется остеклованный шлак, который имеет высокую устойчивость к выщелачиванию [3].

Исследование золы, образующейся в результате сжигания осадка сточных вод Санкт-Петербурга, осуществлялось с помощью рентгенфлуоресцентного анализа? результаты которого представлены на рис. 1.

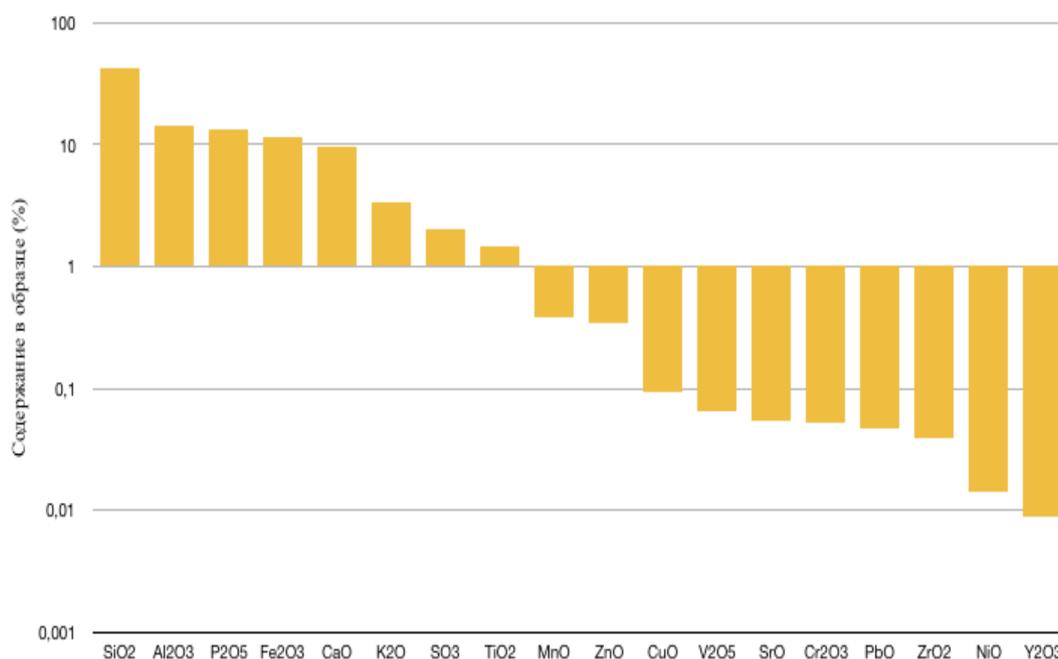


Рис. 1- Элементный состав золы

На основании анализа, можно сделать вывод, о том, что данные зольные отходы являются потенциально опасными, в связи с высокой концентрацией тяжелых металлов. Также в образце содержится высокое количество кремния. Данные результаты позволяют предполагать, что для переработки возможно применение метода плазменной обработки.

Для плазменной переработки золы применяется установка, производительность которой составляет 1-2 т/ч (24-48 т/день). Технологическая установка располагается в непосредственной близости от печного агрегата, что позволяет принимать в переработку образующийся горячий шлак. В результате этого значительно снижаются затраты энергии необходимые для нагрева. Предварительно осуществляется подогрев шлака потоком горячих отходящих газов из зоны плавления.

Переработка зольных отходов является актуальным и востребованным направлением. Исследованный образец золы может быть подвержен переработке, которая существенно снизит негативное воздействие на городскую экологическую обстановку.

### **Библиографический список**

1. Cheng, T. W. Treatment and recycling of incinerated ash using thermal plasma technology/ T. W. Cheng, J. P. Chu, C. C. Tzeng, Y. S. Chen // Waste Management. - 2002. - V. 22. - №. 5. - P. 485-490.
2. Шарина, И. А. Перспективы использования плазменной технологии для переработки/уничтожения техногенных отходов / И. А. Шарина, Л. Н. Перепечко, А. С. Аньшаков // ЭКО. - 2016. №12 (
3. Ma, W. Volatilization and leaching behavior of heavy metals in MSW incineration fly ash in a DC arc plasma furnace / W. Ma, Y. Fang, D. Chen, G. Chen, Y. Xu, H. Sheng, Z. Zhou // Fuel. - 2017. - V. 210. - P. 145–53.510).

**УДК614.847.9**

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ЦЕЛЯХ ТУШЕНИЯ КРУПНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ГРАХОВСКОМ РАЙОНЕ**

Коновалова Н.Н., Зыкин С.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет» (г. Ижевск)*

e-mail:[natashka.konovalova97@mail.ru](mailto:natashka.konovalova97@mail.ru)

## **THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN ORDER TO EXTINGUISH LARGE FOREST FIRES IN THE GRAKHOV DISTRICT**

Konovalova N.N, Zykin S.A.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University"  
(Izhevsk)*

В сегодняшнем мире вопрос лесных крупных пожаров актуален. В связи позднего обнаружения огонь может перекинуться на населенный пункт, распространяться в отдаленных местностях и на больших площадях. Масштабы фактических потерь лесного хозяйства в пожароопасный сезон очень велик. Лесные пожары отличаются сложными процессами развития и для их ликвидации требуются значительное количество огнетушащих веществ, личный состав пожарных подразделений, которые принимают участие в ликвидации и локализации чрезвычайной ситуации. Из-за большого распространения пожара действует ряд проблем с принятием правильных и точных решений по оценке обстановки на месте пожара.

Леса на землях лесного фонда, которые находятся в ведении Министерства лесного хозяйства Удмуртской Республики ГКУ УР

«Граховское лесничество» составляет 34642 га. Общая площадь лесов на землях других категорий – 36% от территории района.

В 2014 г. приняты новые Правила тушения лесных пожаров, в которых очень строго регламентируется предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в лесах, время приезда пожарных подразделений на возникший пожар.

В соответствии п. 48, 49 Правил тушения лесных пожаров, при скорости ветра более 5 м/сек. или 4–5 классе пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, подразделение лесопожарной организации обязано немедленно прибыть на возникший пожар, не позже, чем за 30 мин после обнаружения пожара или численность работников, количество привлекаемых средств должна быть увеличена не менее чем в 2 раза [1].

На самом деле прибыть на пожар в установленный период это трудновыполнимая задача пожарных подразделений, ввиду отдаленности территорий, недостаточно развитой транспортной сети и т.п., а особенно тяжело заранее точно и правильно рассчитать необходимое количество сил и средств. Нередко силы и средства приезжают на место пожара со значительным опозданием и это большой риск распространения огня по всему лесу, огонь набирает такую силу, что справиться с ним становится гораздо сложнее.

Поэтому согласно п. 33 Правил тушения лесных пожаров, самым первым действием по тушению лесного пожара является его обследование [1]. Если заранее обследовать лесной пожар, до приезда первого пожарного подразделения, то можно значительно уменьшить время начала пожаротушения, тем самым сберечь лес, флору и фауну, сэкономить материальные ресурсы. Самым действенным и надёжным методом удаленной разведки и решение данной проблемы является применение беспилотных летательных аппаратов.

Поэтому согласно решения коллегии МЧС России от 12 ноября 2014 № 14/Г вышел закон об использовании и о продолжении внедрения в

подразделениях МЧС России беспилотных летательных аппаратов[2]. Одним из эффективных примеров применения беспилотного летательного аппарата в Граховском районе при тушении лесного пожара, можно рассмотреть применение квадрокоптера на базе «DJI Phantom 3».

Основная задача квадрокоптера– это обеспечить информационную поддержку для определения площади леса подверженную горению, технических способов борьбы с возникнувшим огнем, быстрого и оперативного принятия противопожарных мер. Нахождение точных координат крупного лесного пожара, направления распространения огня, вида и интенсивности пожара, естественных препятствий для распространения пламени, особенностей растительности леса, рельефа территории, водных источников, мест отхода пожарных подразделений в случае угрожающей опасности жизни и здоровья и т.п. [3].

Достоинством беспилотного летательного аппарата является вероятность качественной передачи изображения с места пожара оператору, что в свою очередь позволяет значительно снизить время для принятия правильного решения пожарных подразделений. При этом беспилотный летательный аппарат не требует подготовки места взлета и посадки, так же автоматическая посадка и взлёт, подготовка оператора занимает недолгое время. Позволяет по прибытию к месту возникшего пожара в кратчайшие сроки исключить существующий риск жизни и здоровью людей.

Рост в потребности использования беспилотных летательных аппаратов в России и за рубежом вполне разумен. Практический опыт применения квадрокоптеров в России позволил выявить ряд задач, при решении которых они показывают высокую результативность и целесообразность использования. Так первый в России полет беспилотного летательного аппарата малого класса проведён 7 августа 2006 г. на аэродроме г.Владимира специалистами ФГУ «Авиалесоохрана» (г. Пушкино) и ЗАО «Эникс» (г. Казань).Использовался 3-килограммовый беспилотный летательный аппарат «Элерон», который способен летать на высоте до 3 км со скоростью до 100

км/ч. Летом 2008 г. два аппарата «Элерон», были применены при тушении пожаров в лесах Томской области, в 2009 году проведены испытания различных отечественных систем в Ростовской, Новосибирской, Вологодской областях. В начале 2010 года квадракоптерами проведены работы по мониторингу хозяйственной деятельности в лесах Вологодской и Амурской областей. В этом же году в Рязанской области беспилотными летательными аппаратами подтверждены данные космического мониторинга о крупном лесном пожаре площадью 4,3 тыс. га, такую задачу можно было выполнить только с помощью авиации. [4]

К примеру, в США компания AeroVironment является лидером в разработке и производстве малоразмерных квадракоптеров (Small UAS). С середины 80-х годов AeroVironment стала полноценным поставщиком малых беспилотных летательных аппаратов военного применения для вооруженных сил США и их союзников, а также для мониторинга лесных пожаров и вулканической деятельности. Компания выпускает такие беспилотные аппараты, как DragonEye, RavenPuma AE и Wasp. В Австралии для обнаружения лесных пожаров используют проверенный временем гексакоптер DJI Matrice 600 Pro, поскольку крайне важно, чтобы задействованные беспилотники имели высокую грузоподъемность, надёжность промышленного класса и длительное время полёта.

Таким образом, технические возможности беспилотного летательного аппарата очень хороши, комфортны, экономичны. Они универсальны для использования в различных отраслях и для решения различных поставленных задач, также предложенный способ может быть использован при любых пожарах.

#### **Библиографический список**

1. Об утверждении Правил тушения лесных пожаров: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Рос. Федерации от 8 июля 2014 г. № 313. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»;
2. Министерство российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Решение коллегии от 12.11.2014 г. № 14/1 «Об использовании в подразделениях МЧС России робототехнических комплексов, беспилотных летательных аппаратов и дальнейшем развитии робототехники и технологий ее применения»;

3. Повзик Я.С. Пожарная тактика: М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 2004.
4. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

**УДК 648.181.**

## **АДСОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ БЫТОВЫХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ**

Крутиков А.С., Кретова М.К., Андранович О.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики*

*e-mail: [andr.crutikoff@yandex.ru](mailto:andr.crutikoff@yandex.ru)*

## **ADSORBING CAPACITY OF HOUSEHOLD DETERGENTS**

Krutikov A.S., Kretova M.K., Andranovuch O.S.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering*

В настоящее время широко используются бытовые моющие средства. Наряду с положительными функциональными свойствами, данные средства могут нанести вред здоровью человека из-за входящих в их состав веществ [1].

Основным из компонентов бытовых моющих средств являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Концентрируясь на поверхности раздела фаз, ПАВ снижают поверхностное натяжения, улучшая смачивание поверхности и прочно удерживая загрязнения за счет физико-химических сил. Много исследований было проведено, где показано, что амфифильные соединения способны проникать в организм и накапливаться там. При достижении определенной концентрации амфифильные вещества провоцируют нарушения функций и целостности клеток организма [2]. ПАВ негативно влияют на иммунную систему, могут вызывать повреждение кожного покрова, работу печени, поджелудочной железы, увеличивают риск развития аллергических реакций [3].

Амфифильные соединения широко изучены, поэтому в данной работе была рассмотрена, способность адсорбироваться бытовых моющих средств на твердой поверхности посуды [4].

Объектами исследования являлись моющие средства: Sorrty, Fairy, Shine lux, основной компонент моющих средств лаурилсульфат натрия.

В связи сложным составом бытовых моющих средств определение концентрации проводилось спектрометрических.

Таблица 1

Значения адсорбции от концентрации бытовых моющих средств

Моющее средство							
Fairy		Sorrty		Shine lux		лаурилсульфат натрия	
Исходная концентрация, масс %	Адсорбция Гибсса г/г	Исходная концентрация, масс %	Адсорбция Гибсса г/г	Исходная концентрация, масс %	Адсорбция Гибсса г/г	Исходная концентрация, масс %	Адсорбция Гибсса г/г
0,1	1	0,1	-2,5	0,1	2	0,1	0
0,5	11	0,5	-7,5	0,5	-7	0,5	10
1	24	1	10	1	-2	1	22
1,5	36	1,5	22	1,5	2	1,5	35
2	49	2	48	2	10	2	48

Как видно из табл.1 адсорбция моющих средств Sorrty, Fairy, лаурилсульфат натрия достигает максимального значения 48-49 г/г, кроме Shine lux. При наименьшей концентрации меньше адсорбируется у моющих средств таких как Sorrty и Shine lux.

#### Библиографический список

1. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, анализ, применение. Surfactants. A Practical Handbook.- СПб.: «Профессия», 2004.-240с.
2. Пивоваров Ю.П. Гигиена и основы экологии человека. – М.: Изд. центр «Академия». 2008.-528с.
3. Абдрахманова Г.А. Синтетические моющие средства: польза и вред// Молодой ученый. – 2015. - №9 – Сю 60-62. URL: <https://moluch.ru/archive/89/17969/>( дата ображения: 10.01.2018)
4. В.Г. Кукес. Клиническая фармакология.: учебник для вузов. 4-е издание. -2009 – 1056с.

## ГАЗОДИФФУЗИОННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРОТОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ

Кулик И.А., Кузнецов А.Ю., Марценюк В.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
e-mail: kulik.i.a@su-td.ru*

## GAS DIFFUSION ELECTRODES FOR PROTON EXCHANGE FUEL CELL'S

Kulik I.A., Kuznetsov A.Yu., Martsenyuk V.V.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design*

Топливная ячейка – электрохимическое устройство, которое преобразует химическую энергию напрямую в электрическую. Так как преобразование происходит в одну стадию [1]. Наибольшее распространение топливные элементы (ТЭ) получили в качестве электростанций малой мощности [1], портативных источников питания [2] и энергопитания космических кораблей [3].

В зависимости от используемого электролита выделяют следующие типы топливных ячеек, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Основные типы топливных ячеек и их некоторые параметры

Параметр	ТЭ с протонообменной мембраной	Щелочной ТЭ	Фосфорнокислый ТЭ	Твердоокисдный ТЭ	Иттрий- стабилизированный ТЭ
Электролит	$H^+$ протонообменная мембрана	КОН	$H_3PO_4$	$Li_2CO_3+K_2CO_3$ $Li_2CO_3+Na_2CO_3$	Цирконий стабилизированный иттрием
Проводимый ион	$H^+$	$OH^-$	$H^+$	$CO_3^{2-}$	$O^{2-}$
Рабочая температура, °С	0-80	60-250	120-210	650	750-1000
Мощность, кВт	0,001-100	0,05-10	1-200	50-1000	0,01-1000
Вид топлива	$H_2, MeOH,$ $CHOH$	$H_2$	$H_2$	$H_2$	$H_2$
КПД, %	30-50	20-35	20-35	40-60	40-60

Газодиффузионные электроды состоят из газодиффузионного слоя с микропористым слоем, на который нанесен катализатор [4]. Распространенными материалами для газодиффузионного слоя являются

карбонизированные или графитированные бумаги, нетканые материалы и ткани [5]. Для микропористого слоя применяют смесь углеродного порошка с политетрафторэтиленом (ПТФЭ) в качестве связующего, т.к. ПТФЭ также увеличивает гидрофобность микропористого слоя. В качестве катализатора использую платину или смесь платины с другими благородными металлами [6].

На рис. 1 представлено схематическое изображение топливной ячейки с протонообменной мембраной.

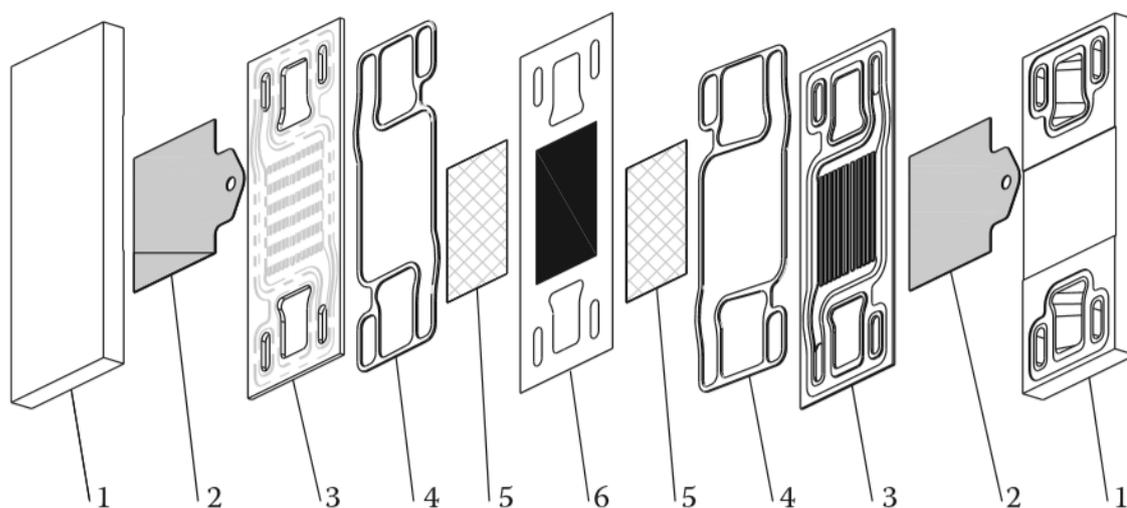


Рис. 1 – Схема топливной ячейки: 1 – внешняя пластина; 2 – токосъемники; 3 – газораспределительные пластины; 4 – резиновые прокладки; 5 – газодиффузионные электроды; 6 – мембрана

Каждый компонент топливной ячейки выполняет свою функцию, а именно: внешняя пластина (1) изолирует ячейку от внешней среды и отводит тепло; токосъемник (2) обеспечивает отвод тока на внешнюю нагрузку; газораспределительные пластины (3) подводят реагенты к месту реакции; резиновые прокладки (4) обеспечивают герметичность сборки; газодиффузионные электроды (5) отводят ток на токосъемники, на них протекает тепло- и водообмен. Через мембрану (6) протекают протоны, полученные в ходе диссоциации водорода на газодиффузионном электроде.

Основным элементом в топливной ячейке является газодиффузионные электроды, которые изготавливают из углеродных материалов [4], в частности

углерод-углеродных композитов [7]. Характеристики некоторых из них представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коммерческие газодиффузионные электроды на основе углеродной ткани или углеродной бумаги

Параметр	Углеродная ткань SGL 10 CA (Германия)	Углеродная ткань ClothA (США)	Углеродная бумага SGL 10BB (Германия)	Углеродная бумага ELAT-LT-1400 W (США)
Толщина (мкм)	380	360	420	380
Объем пор (см <sup>3</sup> *Г <sup>-1</sup> )	3,5	2,3	2,3	1,6
Средний диаметр пор (мкм)	6,8	5,9	0,5	0,3

#### Библиографический список

1. Zhigang Qi. Electrochemical energy storage and conversion. Proton exchange membrane fuel cells [Text] / CRC Press. Taylor & Francis Group. – 2014. – 332 p.;
2. Yousri M.A. A comparison between fuel cells and other alternatives for marine electric power generation [Text] / M.A. Yousri, M. Welaya, El Gohary Morsy, R. Ammar Nader // International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering – 2011. – Volume 3. – Issue 2. – P. 141–149;
3. Тейшев Е. А. Применение топливных элементов для энергопитания космических кораблей [Текст]. – М.: ИнформСтандартЭлектро. – 1967. – 28 с.;
4. Rajalakshmi N. Catalyst layer in PEMFC electrodes–Fabrication, characterisation and analysis [Text] / N. Rajalakshmi, K.S. Dhathathreyan // Chemical Engineering Journal. – 2007. – Volume 129. – Issues 1–3. – P. 31–40;
5. Sehkyu P. Popov Effect of a GDL based on carbon paper or carbon cloth on PEM fuel cell performance [Text] / P. Sehkyu, N. Popov Branko // Fuel. – 2011. – Volume 90. – Issue 1. – P. 436–440;
6. J. Barroso Anodic amorphous (NiNb)<sub>99</sub>(PtCu)<sub>1</sub> alloys: Comparison between different particle sizes of catalysts for PEFC [Text] / J. Barroso, A.R. Pierna, T.C. Blanco, N. Ruiz, M. Sanchez // International Journal of Hydrogen Energy. – 2013. – Volume 38. – Issue 10. – P. 4079–4088.
7. Лысенко, В. А. Научные основы создания углероднаполненных электропроводящих пористых композитов : диссертация доктора технических наук : 05.17.06 / Лысенко Владимир Александрович; [Место защиты: Сарат. гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.]. - Саратов, 2013. - 330 с. : ил.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДЕПОНИРОВАНИЯ И  
МАСШТАБНО-ИНВАРИАНТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Кушеева В.С., Остах С.В.

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина*

*e-mail: [v.kusheeva@mail.ru](mailto:v.kusheeva@mail.ru)*

**FORECASTING OF DEPOSITION AND SCALE-INVARIANT  
DISTRIBUTION OF OIL CONTAMINATION IN GEOLOGICAL  
ENVIRONMENT**

Kusheeva V.S., Ostah S.V.

*National University of Oil and Gas «Gubkin University»*

Углеводородное загрязнение (далее - УВ-загрязнения) окружающей среды в результате потерь нефти и нефтепродуктов имеет значительные риски возникновения необратимых масштабных последствий для особо уязвимых компонентов окружающей среды. Особенности нефтяного загрязнения геологической среды заключаются в протекании труднопредсказуемых процессов трансформации углеводородов и сложного взаимодействия их с компонентами грунтов, грунтовых вод, почвенным воздухом и микроорганизмами почв.

Проведение реабилитационных работ по ликвидации УВ-загрязнений и последствий, связанных с его распространением и трансформацией, должны базироваться не только на требованиях действующего законодательства, но и на результатах эколого-геологического мониторинга техногенно-нагруженных территорий. Существующий в настоящее время подход не способствует достижению ожидаемого эффекта от проводимых работ по восстановлению, и сопровождается увеличением их продолжительности и капиталоемкости [1].

Существующие методы прогнозирования, основанные на анализе рисков УВ-загрязнения, имеют следующие проблемы:

- сложность количественной оценки объемов загрязнения;

– отсутствие комплексного дифференцированного подхода к описанию механизмов формирования УВ-линз, их перемещения и трансформации, учитывающего свойства как поллютантов (тип, возраст, характеристики фазовых переходов), так и загрязняемой среды (строение, структура, свойства зоны аэрации и насыщения, динамики движения грунтовых вод);

– отсутствие достоверных модельных представлений, применимых для описания процессов формирования и распространения X- и Λ-образных масштабно-инвариантных экоаномалий;

– недостаточное внимание к биоразложению нефтепродуктов и массопереносу;

– отсутствие методов своевременной идентификации и контроля токсичных продуктов трансформации УВ-загрязнения [2].

Целью настоящей работы является разработка системы прогнозирования депонирования и распространения УВ-загрязнения в геологической среде на основе экспертных знаний о ее пространственно-временной динамике.

Система прогнозирования, учитывающая перечисленные выше проблемы, включает многофакторное моделирование наравне с задействованием данных натурного обследования подверженной загрязнению территории, полученных результатов исследований с использованием автоматизированных систем (станций) искусственного климата и опытно-промышленных испытаний на специально выделенной территории в формате тестовой площадки. Такое сочетание позволяет минимизировать значения погрешностей, возникающих при применении расчетных теоретических моделей к реальным объектам. Также может быть увеличена информативность и достоверность получаемых прогнозов [3].

Структура разработанной системы прогнозирования приведена на рис.1.

Количественным фактором оценки степени загрязнения является общая микробиологическая активность почв, характеризующаяся градиентом в зоне распространения УВ-загрязнения, описываемая уравнением Моно с учетом результатов модельного эксперимента и экспертно-значимых данных.

Для реализации комплексного многовариантного анализа и выявления ключевых диагностических признаков с использованием принципов построения реляционных баз данных предложена прогнозно-аналитическая модель.



Рис. 1 – Структура разработанной системы прогнозирования

Моделирование различных конфигураций геологического профиля позволяет выработать комплексную систему представлений о характере распределения УВ-загрязнения в геологической среде, а также адаптировать систему мониторинга природной матрицы, осуществляемого в процессе и после завершения локализационных и ликвидационных мероприятий.

Результатом прогнозирования могут быть карты биохимической зональности объекта, отражающие динамику экологического состояния среды в отдельных областях, а, следовательно, позволяющие оптимизировать процессы восстановления среды с учетом направлений и областей с наибольшей степенью нарушенности.

#### Библиографический список

1. Мещеряков С.В., Петранжели Папини М., Остах С.В., Остах О.С., Кушеева В.С. Научно-технические основы для разработки стратегий по восстановлению загрязненных промышленных участков // Вестник Российской Академии Естественных Наук. 2018. №5. С.71 - 75.

2. Остах С.В., Миронова О.С. Мультиценарное прогнозирование последствий глубинного нефтяного загрязнения почвенных объектов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014 № 9. С. 47 - 51.

3. Абсаметов М.К., Шагарова Л.В., Муратова М.М. Концептуальная модель экспертной системы реабилитации загрязненной нефтепродуктами геологической среды // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. №2. С.306 - 316.

**УДК 676.15**

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО МАТЕРИАЛА С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕПЛОЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Лучинкин С.Г., Кожухов В.А., Алашкевич Ю.Д.

<sup>1</sup>*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, прос.им.газ. «Красноярский рабочий», 31*

*e-mail: [ekowata-sibir@mail.ru](mailto:ekowata-sibir@mail.ru)*

## **PRODUCTION OF CELLULOSE MATERIAL WITH IMPROVED HEAT AND SOUND INSULATION CHARACTERISTICS**

Luchinkin S.G., Kozhukhov V.A., Alashkevich J.D.

<sup>1</sup>*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyrsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation*

*e-mail: [ekowata-sibir@mail.ru](mailto:ekowata-sibir@mail.ru)*

Снижение расхода строительных материалов, а также снижение массы ограждающих конструкций, можно достигнуть путем повышения энергоэффективности ограждающих конструкций. Одним из наиболее эффективных способов повышения энергоэффективности конструкций, при соблюдении значений сопротивления теплопередачи, является сокращение потерь тепла. С этой целью необходимо применять теплоизоляционные материалы с коэффициентом теплопроводности, который от 3 до 8 раз меньше, чем у кирпича, бетона и древесины. [1].

По виду сырья такие материалы принято делить на три вида:

1. Органические – изготавливаемые с применением органических веществ, различные полимеры (такие как вспененный полиэтилен, пенополистирол), неделовая древесина и щепы и опилки деревообработки (ДВП, ДСП), целлюлозу в виде макулатурной бумаги (эковата), отходы

сельского хозяйства (камышит, соломит и др.), торф (торфоплиты), пробковые изделия и т. д.

2. Неорганические – вата минеральная и получаемые из неё изделия (плиты минераловатные), пенобетон монолитный и бетон ячеистый (газобетон и газосиликат), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита, вермикулита, сотопласты и др.

3. Смешанные – используются как монтажные, их готовят на основе асбеста (картон асбестовый, бумага асбестовая, войлок асбестовый), различных смесей асбеста и вяжущих минеральных веществ (асбестодиатомовые, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулита, перлита) [2].

Из перечисленных материалов, одним из наиболее перспективных теплозвукоизоляционных материалов является целлюлозный утеплитель – эковата, обладающая такими достоинствами как: низкая теплопроводность; огнестойкость; экологичность; высокая звукоизолирующая способность; биостойкость. При этом данный материал изготавливается из отходов целлюлозно-бумажной промышленности (газетной макулатуры) и обладает невысокой стоимостью.

Эковата является по структуре капиллярно-пористым материалом, поэтому способна как сорбировать, так и десорбировать влагу, что создает и поддерживает оптимальный микроклимат в помещении (влажность около 60 %), и не содержит в своем составе пылящих материалов. Плотность такого материала составляет от 30 до 70 кг/м<sup>3</sup> [4].

Исследования, проводимые компанией ООО «Эковата-Сибирь» при научной поддержке кафедрой Машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, позволили улучшить характеристики эковаты и создать материал «LUCHEX» [5].

Главные отличия полученного в результате исследований материала:

1. Двухступенчатое вспушивание и вытягивание волокон материала.

2. Практически полное отсутствие пыли в готовом продукте.

3. Сохранение исходной длины волокна материала, при отсутствии его рубки при аэродинамической обработке, что положительно сказывается на его основных свойствах. В таблице 1 приведены исследования средней длины волокна материала LUCHEX, в сравнении с аналогичными материалами, производимыми на территории Красноярского края.

Таблица 1

Результаты исследований средней длины волокна

Марка целлюлозного утеплителя	Результаты измерений, мм				Средняя длина волокна, мм
«Эковата Сибири»	1,22	1,23	1,42	1,22	1,27
Woodex Holz	1,21	1,25	1,32	1,20	1,245
LUCHEX	1,85	2,11	1,80	1,87	1,91

4. Плотность материала снижается по сравнению с традиционной эковатой - открытый горизонт: 20 кг/м<sup>3</sup> (вместо 40 кг/м<sup>3</sup> у обычной эковаты); закрытые полости: 30 – 40 кг/м<sup>3</sup> (вместо 55 – 65 кг/м<sup>3</sup>).

5. Расход материала уменьшен на 25%, что делает материал более экономичным [3].

**Выводы:** В результате проведенного анализа литературных источников, экспериментальных исследований и опыта практической работы в сфере применения целлюлозных материалов была разработана технология получения целлюлозного теплозвукоизоляционного материала. Данная технология позволяет за счет особенностей технологической компоновки оборудования, за счет интенсивного вдувания, получить материал с уменьшенной плотностью, что, в свою очередь, позволяет понизить коэффициент теплопроводности материала, снизить его расход и, соответственно, стоимость строительства и эксплуатации, уменьшить нагрузку на перекрытия изолируемой конструкции, что так же приведет к снижению стоимости строительства. Проведенные исследования теплофизических показателей целлюлозного материала, выявили улучшение основных характеристик, по сравнению с традиционным целлюлозным утеплителем.

### Библиографические список.

1. Деревянное домостроение [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Черных [и др.]. – СПб. : СПбГЛТА, 2008. – 343 с.
2. Ермолина, А. В. Технология получения теплоизоляционных древесных плит: дис. канд. техн. наук: 05.21.05 / А. В Ермолина. – Красноярск. – 2012. – 186 с.
3. Лучинкин С.Г. Получение теплоизоляционных материалов на основе вторичного целлюлозного волокна / С.Г. Лучинкин, В.А. Кожухов, Ю.Д. Алашкевич // Лесн. журн. 2017. № 6. С. 151–159. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.6.151
4. Фриштер, В. Эковата – эффективная теплоизоляция для комфортного доступного жилья [Текст] / В. Фриштер // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2008. – № 1. – С. 28.
5. Свидетельство на товарный знак №636840 «LUCHEX» от 13 февраля 2017 года

УДК 681.526

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АСР ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ (НА ПРИМЕРЕ КОТЛА ДКВР 10/13)

Мостовой А.Д., Ковалев Д.А.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна» Высшая школа технологии и энергетики  
e-mail: [artemmostovoy@list.ru](mailto:artemmostovoy@list.ru)*

### SOME ASPECTS OF TECHNICAL IMPLEMENTATION OF ACP OF HEAT POWER ENGINEERING OBJECTS (ON THE EXAMPLE OF DKVR 10/13 BOILER)

Mostovoi A.D., Kovalev D.A.

*Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design» Higher School of  
Technology and Energy*

Применение систем автоматизированного управления паровыми и водогрейными котлами, построенные на основе программируемых контроллеров, дают возможность автоматизировать процесс выработки тепловой энергии в котлах и весьма упорядочить управление и контроль, а также повысить эффективность функционирования котлоагрегата за счет сокращения расходов энергоресурсов [1]. Именно по такому управлению система непроизвольно отслеживает все величины фактических процессов. Важно, что реализация таких систем позволяет снизить влияние человеческого фактора. Система может контролировать исправность оборудования и при возникновении аварийных ситуаций сигнализирует об этом обслуживающему

персоналу. Индикатор качества эксплуатации системы - это наименьший относительный расход топлива. Но прямое действенное управление этим фактором не представляется возможным, так как его калькулирование связано с весьма долгим и большим внедрением использования топлива и нагрузки энергоблока. С этой точки зрения анализировались разнообразные типы неявной регулируемой величины, сохранение которой на разном уровне компенсировало бы возможную близость удельного расхода к минимуму.

Цель нашей работы - это функциональное и практическое введение в действие АСР соотношения топливо-воздух котла ДКВР 10/13, которое должно гарантировать минимальный удельный расход топлива, усилит свойства процесса сгорания топлива, за счет наиболее выгодного соотношения расходов «топливо-воздух». Для достижения цели решались задачи: проведен анализ технологических схем процесса сгорания топлива и технологического процесса горения, построена рабочая схема и реализован предпочтительный выбор аппаратных средств для реализации САУ. Основное требование к данной системе управления - поддержание оптимального соотношения газа и воздуха для осуществления экономичного сжигания топлива в топке котла [3].

Для контроля давления газа выбран датчик давления АДН 50.2 – достаточно компактное изделие, в котором скомбинированы назначения первичного датчика и вторичного прибора, так у него более узкий диапазон измеряемого давления. В качестве исполнительного механизма выбран электропривод с изменяемой скоростью АUMASEVEN. Составлена техническая структура АСР (рис. 1).

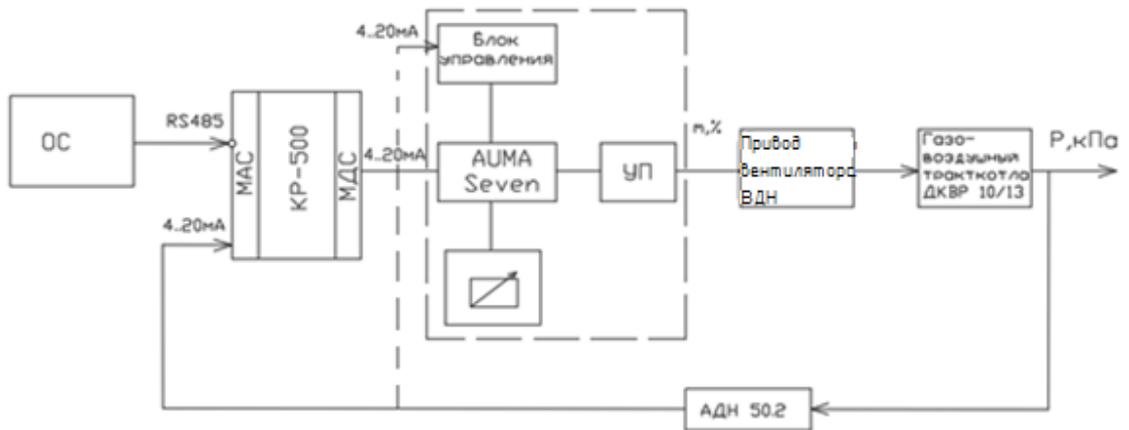


Рис. 1 - Техническая структура АСР

В данной работе представлена САУ соотношения топлива/воздух котла ДКВР 10/13, с использованием исполнительного механизм типа АУМА, а также необходимо выполнение ПИ-закона регулирования [2]. Основываясь на вышеперечисленные условия, мы выбрали конфигурацию РЕГИ. Структура такого регулятора изображена на рис. 2.

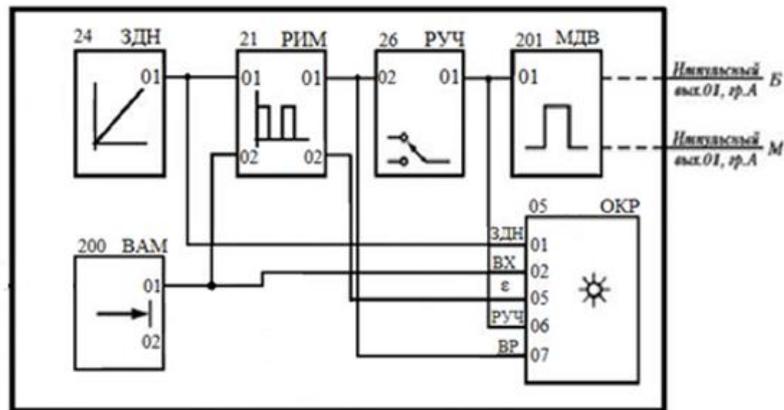


Рис. 2 - Структура регулятора соотношения, с импульсным регулированием

Ввод РЕГИ не является заключительным этапом. Данная конфигурация может изменяться и позднее, также есть возможность дополнения новыми алгоритмами. Помимо этого, могут преобразовываться форма и величины настройки в соответствии со стандартными правилами программирования. Для быстрого влияния в работу регулятора в совмещении с алгоритмами РИМ и РАН применяются типы алгоритмов оперативного управления – ЗДЛ, ЗДН, ОКО и РУЧ. В результате были разработаны требования к АСР, структура АСР и структурная схема АСР, выбраны технические средства измерения.

Автоматическое регулирование в теплоэнергетике - это научно – техническая сфера знаний, которая воплощает в себе практику организации систем управления технологическим процессом без участия человека. Применение АСР дают реальную возможность увеличить исправность, долговечность и экономичность работы различного оборудования электроэнергетики при малом числе работников.

#### **Библиографический список**

1. Липов Ю. М. Котельные установки и парогенераторы.–Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 592 с.
2. Денисенко В. В. ПИД–регуляторы вопросы реализации часть 2// СТА.2008. № 1. с 86–99
3. Паровые котлы серии ДКВР [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://mmzavod.com.ua/index.php/produksiya/parovye-kotly/7-parovye-kotly-serii-dkvr>.

**УДК 676.024.6**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ В ЦБП**

Муравицкая А.А., Марченко Р.А.

*Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.*

*Ф. Решетнева*

*e-mail: [marchenkora@sibsau.ru](mailto:marchenkora@sibsau.ru)*

### **USE OF SECONDARY FIBROUS RAW MATERIALS IN PULP MILL**

Muravitskaya A.A., Marchenko R.A.

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

Одним из экологически перспективных и экономически привлекательных путей наращивания производства бумаги является использование в ее композициях вторичных волокон (оборотный брак, макулатура). Использование вторичного волокнистого сырья для производства бумаги и картона приводит к расширению сырьевой базы и уменьшению зависимости промышленных предприятий от обеспечения первичным волокнистым сырьем.

Свойства волокон оборотного брака при вторичном применении отличаются от присущих им первоначальных свойств, так как они в свое время уже подвергались ножевому размолу и в некоторых случаях

претерпевали процесс более или менее значительного старения. Все это существенным образом сказалось на их свойствах, т.е. произошли некоторые необратимые изменения: потеря их эластичности, ороговение поверхности и увеличение вследствие этого хрупкости волокон. Главное следствие повторной переработки оборотного брака - это снижение физико-механических характеристик за счет нарастания жесткости волокон и пониженной способности волокна к набуханию. Учитывая необратимость этих явлений, развитие или восстановление бумагообразующих свойств и физико-механических характеристик требует дополнительных затрат. Поэтому необходимо применять наиболее рациональные технологии по переработке вторичного сырья [1].

Свойства изготавливаемой бумаги зависят как от вида исходных волокон, так и от способов их обработки на всех стадиях производства бумаги, а также процесса размола. Размалывающее оборудование предназначено для разделения различных полуфабрикатов на волокна, измельчение волокон и придания им определенных свойств. В зависимости от способов производства волокнистых полуфабрикатов, исходного состояния сырья и с учетом переработки вторичного сырья применяются различные виды ножевого и безножевого размалывающего оборудования [2].

Наибольшее распространение в настоящее время получили ножевые размалывающие машины, такие как конические и дисковые мельницы. Однако в таких машинах волокна подвергаются сильным рубящим воздействиям и раздавливанию, что в конечном итоге приводит к снижению прочностных показателей готовой продукции и значительно затрудняет использование в производстве коротковолокнистых листовых пород древесины и оборотного брака.

Безножевой же размол, по сравнению с ножевым, обеспечивает более мягкий, щадящий режим обработки, что особенно важно для волокнистой суспензии из оборотного брака, которая уже однажды претерпевала стадию размола [3].

Постоянное совершенствование процесса размол и оборудования обусловлено, прежде всего, необходимостью обеспечения требуемого качества готовой продукции; при снижении качества волокнистого сырья и полуфабрикатов, а также постоянным стремлением к снижению чрезмерно большого расхода энергии на размол [4, 5].

В связи с этим возникает необходимость в поиске новых способов обработки волокнистых суспензий с использованием новых видов оборудования, имеющего более мягкие и щадящие режимы роспуска волокнистых суспензий.

Сегодня, с появлением новых печатных технологий, к свойствам печатных бумаг предъявляются все более новые и все более диверсифицированные требования. Повышаются также и требования к сырью, для изготовления современных высокосортных бумаг, а также требования к конструкции машин для производства высококачественных бумаг. Анализ современного бумагоделательного процесса показывает, что сегодня, как правило, большая часть отдельных процессов этого производства контролируется и оптимизируется вне связи с другими процессами. Необходимо работать над увеличением экономичности и эффективности всего интегрированного процесса производства целлюлозы и бумаги в целом.

#### **Библиографический список**

1. Марченко Р.А., Шуркина В.И., Муравицкая А.А. Безножевая обработка вторичного волокнистого сырья в ЦБП // Решетневские чтения: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (11–15 нояб. 2019, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. Ч. 2. – С. 98 – 99.

2. Алашкевич Ю.Д., Решетова Н.С., Невзоров А.И., Барановский А.П. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов: моногр. Красноярск, 2004. – 80 с.

3. Марченко Р.А. Интенсификация безножевого размол волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве: дис. ... к-та техн. наук. Красноярск, 2016. – 161 с.

4. Марченко Р. А., Шуркина В. И., Алашкевич Ю. Д. Особенности конструктивных элементов безножевой установки при обработке волокнистых материалов // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИД САФУ, 2017. – С. 343 – 348.

5. Shurkina, V.I., Marchenko, R.A., Alashkevich, Y.D., Research of the paper-forming properties of a fibrous material with the use of a tacking with curvilinear knives. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019.- 467(1),012002

УДК 620.92

## ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ ИСТОЧНИКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Николаева А.Г., Громова Е.Н.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна*

*Высшая школа технологии и энергетики*

*e-mail: [nik.nast5877242@mail.ru](mailto:nik.nast5877242@mail.ru)*

## GETTING ELECTRICAL ENERGY FROM SOURCES OF PLANT ORIGIN

Nikolaeva A. G., Gromova E. N.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering*

**Актуальность.** Альтернативные источники энергии - это актуальная и очень важная тема на сегодняшний день. Альтернативными или нетрадиционными источниками называют возобновляемые ресурсы такие как энергия солнца, энергия ветра, внутреннее тепло земли и т. д. Ученые всегда были озабочены усовершенствованиями способов преобразования альтернативных видов энергии и их поиском, ведь нефть, газ и другие традиционные источники - это невозобновляемые ресурсы и значит через какое-то время потребуется их замена [1].

Тема альтернативных источников очень интересная и многогранная. Но вызывает особый интерес один из наиболее доступных, возобновляемых источников получения электроэнергии: овощи и фрукты. Этот источник является общедоступным, ведь с ним каждый может ознакомиться и на собственном опыте попробовать применить этот необычный способ получения электричества. Стоит отметить, что одним из традиционных источников энергии считаются литий-ионные аккумуляторы, но многие учёные стараются сделать так, чтобы в ближайшем будущем осуществился

переход от обычных, классических накопителей к альтернативным экологичным источникам электроэнергии.

История первых литий-ионных аккумуляторов, батареек, и других накопителей такого типа начинается в конце 1970-х годов. Они используются в различных устройствах и по сей день, в том числе крупными производителями, такими как Samsung, LG или Panasonic. Проблема использования таких источников тока заключается в дороговизне переработки тех, которые пришли в негодность. Помимо существования экологической угрозы есть ещё ряд проблем, связанных с литий-ионными аккумуляторами, к примеру, дороговизна используемых материалов, поскольку катоды изготавливаются из лития и кобальта. Для устранения всех этих проблем учёные стараются найти замену классическим аккумуляторам или заменить их составные части на органические. Например, проводятся исследования, в которых сырьём для катодов электроносителей рассматриваются сельскохозяйственные отходы [4]. Также инновационное устройство разработала компания Bioo Lite в виде горшка для растения, которое с помощью использования энергии фотосинтеза может заряжать телефон. Идея компании заключается в том, чтобы у каждого дома были деревья или другие растения, которые давали бы электроэнергию людям. Это позволило бы сделать наш воздух чище, а получение электрического тока более экологичным и менее дорогостоящим процессом [5].

За такими технологиями будущее. Человечество уже сейчас должно искать альтернативные источники энергии для решения экологических проблем. Такие темы нужно поднимать и обсуждать, чем раньше люди начнут более активные действия по поиску альтернативных способов добычи электроэнергии, тем раньше получится решить хотя бы часть экологических проблем, угрожающих нашему миру.

**Практическая значимость.** В ходе исследования был проведён ряд опытов с некоторыми овощами и фруктами, чтобы лучше разобраться в этом

вопросе и привести наглядные примеры. Но для начала стоит рассмотреть вопрос, а откуда вообще в продуктах питания возникает электричество.

Электроэнергия во фруктах и овощах, как и в батарейках, образуется в ходе процесса электролитической диссоциации. Сущность процесса заключается в том, что электролит, вещество, растворы и расплавы которого проводят электрический ток, распадается на ионы (заряженные частицы). В рассматриваемых природных батарейках в качестве электролита выступает их сок. Когда в фрукт или овощ помещается катод и анод, появляется электрическое поле, при этом положительно и отрицательно заряженные частицы начинают упорядоченно двигаться.

В ходе эксперимента измерялась сила тока в различных средах (табл. 1 и табл. 2). В табл. 1 приведены результаты измерений силы тока, возникающей только в одном фрукте или овоще.

Таблица 1

Результаты измерений силы тока в ходе первого эксперимента

Объект	Количество, шт.	Сила тока, мкА	Напряжение, мВ
Лимон	1	1,0	16,1
Яблоко	1	2,7	8,5
Груша	1	1,8	14,6
Помидор	1	1,2	45,4
Картофель	1	2,4	35,3
Лук	1	1,3	34,9

На основании данных полученных в ходе исследования можно сделать вывод о том, что максимальное значение силы тока достигается у яблока - 2,7 мкА, а минимальное принадлежит киви - 0,4 мкА. Среднее значение у фруктов равно 1,3 мкА, а у овощей равно 1,6 мкА. Минимальное напряжение у яблока - 8,5 мВ, а максимальное достигается у помидора – 45,4 мВ. Среднее напряжение у фруктов равно 13,1 мВ, а у овощей 38,5 мВ. По итогам измерений нельзя сказать, какой источник является наиболее энергоэффективным: фрукты или овощи, так как результаты неоднозначны.

В табл.2 приведены результаты измерений при последовательном соединении двух объектов с помощью медного проводника.

По результатам второго эксперимента можно сделать вывод о том, что максимальное значение силы тока достигается у яблока – 1,3 мкА, а минимальное принадлежит киви – 0,1 мкА. Среднее значение силы тока у фруктов - 0,7 мкА, а у овощей равно 0,5 мкА. Минимальное напряжение у яблока – 14,8 мВ, а максимальное достигается у помидора – 74,5 мВ. Среднее значение напряжения у фруктов равно 23,6 мВ, а у овощей 41,5 мВ.

Таблица 2

Результаты измерений силы тока в ходе второго эксперимента

Объект	Количество, шт.	Сила тока, мкА	Напряжение, мВ
Лимон	2	0,5	21,9
Яблоко	2	1,3	14,8
Груша	2	0,3	34,1
Помидор	2	0,6	74,5
Картофель	2	0,8	26,8
Лук	2	0,1	23,1

Во втором случае полученные значения силы тока значительно меньше, чем при первом опыте. Логично было бы предположить, что чем больше источников тока, тем больше должна быть сила тока. Однако из-за появившегося сопротивления медного проводника - сила тока уменьшилась. Это можно объяснить законом Ома - сила тока (I, А) на участке цепи прямо пропорциональна напряжению (U, В) на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению (R, Ом) [6]:

$$I = \frac{U}{R}$$

По результатам исследования можно сделать несколько выводов. Электрический ток в рассматриваемых объектах очень мал по величине. Его значение зависит от сопротивления проводников, от типа соединения цепи

(параллельное или последовательное), от качества электролита, то есть фруктового или овощного сока.

Возвращаясь к теме альтернативных источников энергии, можно сказать, что объекты растительного происхождения не целесообразно использовать для получения электричества. Помимо того, что получаемый ток очень мал, его с силы не хватило бы даже для длительного использования в мелких бытовых приборах. Так в ходе эксперимента выяснилось, что электронные часы работают от электроэнергии, выделяемой одним лимоном не более двух недель, после чего фрукт теряет свои свойства. Нельзя точно сказать, что, например, у всех яблок сила тока равна 5,0 мкА - это будет неверно. Данное значение зависит от многих факторов: от размера яблока, от кислотности и качества самого электролита, от свежести яблока. Затраты на использование такого источника значительно превышают доходы.

Для того, чтобы получать электричество в промышленном масштабе нужно огромное количество овощей и фруктов. А учитывая их скоропортящиеся свойства, их потребуется достаточно часто менять. Также сложность использования такого источника энергии состоит в том, что не в каждой стране овощи и фрукты легкодоступны в любое время года, что является ещё одной задачей требующей решения. Можно попытаться решить все эти возникающие проблемы с помощью увеличения концентрации электролита, найти способ переработки и применения отходов производства, организовать систему поставок данного сырья в различные страны. Но это будет крайне дорого и всё равно мало эффективно.

#### **Библиографический список**

1. Альтернативные источники энергии на промышленных предприятиях/ Савинцева А.А., Васильева Е.А. // Альтернативные источники энергии: сб. докладов V студенческой научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Изд-во - ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. С. 4-9.
2. Котеленко С. В., Рябов А.С. Преимущества и недостатки нетрадиционной энергетики // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-netraditsionnoy-energetiki> (дата обращения: 31.01.2020).
3. Иванова А. Ю. Альтернативные источники в энергетике: виды и принципы функционирования // International scientific review. 2016. №2 (12). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnye-istochniki-v-energetike-vidy-i-printsipy-funktsionirovaniya> (дата обращения: 30.01.2020).

4. Органические аккумуляторы будущего. URL: <https://econet.ru/articles/3728-organicheskie-akkumulyatory-budushego> (дата обращения: 31.01.2020).

5. Мечта об энергии: какими могут быть аккумуляторы будущего. URL: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/401499/> (дата обращения: 31.01.2020).

6. Физика: Большой справочник для школьников и поступающих в вузы / Дик Ю. И., Ильин В.А., Исаев Д. А. и др. М.: Дрофа, 1999. С. 43-44, 136-138.

УДК 628.477.6

## КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СТЕКЛОВОЛОКНА

Николина Э.Н.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Высшая школа технологии и энергетики*

*e-mail: [1996avelina1996@gmail.com](mailto:1996avelina1996@gmail.com)*

## COMPLETE SOLUTION FOR GLASS FIBER PROCESSING

Nikolina E.N.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering*

Основной путь решения проблемы утилизации стекловолокна – это их вторичная переработка. Плюсы вторичной переработки в том, что на выходе мы имеем новые полезные продукты, которые можно использовать для различных отраслей промышленности. Поэтому вторичная переработка является не просто экономически целесообразным процессом, а еще и экологически предпочтительным решением проблемы утилизации композиционных материалов в условиях современного законодательства. [1]

Каждый день в мире проводится большое количество исследований направленных на создание технологий по переработке полимерных композиционных материалов, к которым относится стекловолокно – исследуемый мною отход. Несмотря на это, еще не создана максимально универсальная и эффективная технология, которую можно было бы занести в справочник по НДТ. Мною были проанализированы самые известные и зарекомендовавшие себя, как надежные, технологии отечественных и зарубежных производителей, а так же предложено собственное решение.

Самые перспективные технологии можно разделить на:

- физические (механический, радиационный);
- химические (термокатализ, сольволиз, FBR-метод);
- термические (сжигание, газификация, пиролиз).

Наиболее перспективными методами переработки в настоящее время являются механические и радиационные.

К механическому методу относят измельчение, дробление и перетирание. Его положительной стороной является простота процесса, универсальность – можно использовать для любых волокон, но в то же время существует проблема мелкодисперсных выбросов, а также высокая энергоемкость установки. Радиационный метод так же универсален и эффективен, но несет в себе радиационную нагрузку на окружающую среду, что затрудняет его вписать в список наилучших технологий.

Химические методы не универсальны, несут в себе загрязнение в виде химических отходов. Но есть один большой плюс: коммерческая ценность получаемого продукта. Происходит разделение фракций на составляющие, которые можно использовать вновь в различных процессах.

Термические методы уничтожают наиболее ценные компоненты ваты и загрязняют атмосферу. [2]

На основании подробного анализа и сравнения всех методов мною было решено использовать за основу механический метод. Было проведено усовершенствование системы и устранение недостатков. Для снижения энергоемкости и количества выбросов, необходимо перед блоком измельчения установить систему промывки и отжима, что дает возможность очистить волокно от взвешенных веществ и устранить лишнюю пыль, которая поднимается в воздух при измельчении. После измельчения волокно необходимо расплавить и добавить чистое сырье, для повышения качества готового продукта. [3]

Было написано техническое задание на проектирование. Для дальнейших исследований необходимо создать пилотную установку, проверить расчеты на практике и получить патент.

### **Библиографический список**

1. Донецкий К.И., Хрульков А.В. Принципы «зеленой химии» в перспективных технологиях изготовления изделий из ПКМ //2014. №S2. с. 24–28.
2. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // 2015. №1 (34). С. 3–33.
3. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию [текст]/ Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.

**УДК 504.75**

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Павлова К.И.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна Высшая школа технологии и энергетики  
e-mail: [pavlova.kris2017@yandex.ru](mailto:pavlova.kris2017@yandex.ru)*

## **IMPROVING THE RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR PROCESSING PAINT AND VARNISH MATERIALS**

Pavlova K.I.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of  
technology and engineering*

Лакокрасочные материалы – это разносторонний комплекс сложных элементов и веществ в различных состояниях. Лакокрасочные материалы в своем составе содержат высокотоксичные вещества, которые оказывают негативное влияние на здоровье человека и на окружающую природную среду, поэтому данные отходы необходимо перерабатывать. Целью работы является изучение повышения надежности технологического оборудования по переработки отходов лакокрасочных материалов на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации.

Выбор метода переработки зависит от свойств отходов лакокрасочных материалов, также утилизации подвергаются все входившие в соприкосновение с отходами материалы и вспомогательные изделия. Наиболее эффективным методом переработки является – сжигание в

специальных печах (инсинераторах). Неправильно проведенная переработка может привести к необратимым последствиям.

На рисунке 1 изображена принципиальная схема сжигания отходов лакокрасочных материалов в специальных печах. Для оборудования большое значение имеет рассмотрение его технологической надежности. Правильно подобранное технологическое оборудование и правильно выбранный метод повышения надежности приводит к усовершенствованию процесса переработки.

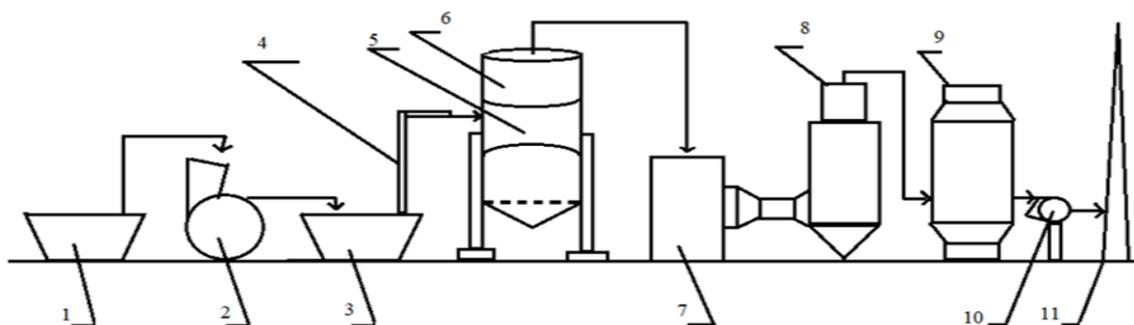


Рис.1 – Принципиальная схема сжигания отходов лакокрасочных материалов в специальных печах (1-приемный бункер; 2- дробление отхода на роторных дробилках СМД-75; 3-приемный бункер для смешения; 4- пневматическое устройство для подачи отхода; 5- камера сгорания; 6- камера дожига; 7- парогенератор; 8-циклон; 9-скруббер; 10-дымосос; 11-труба)

Технологическая надежность оборудования — это его свойство сохранять в заданных пределах и во времени значения показателей, которые определяют качество осуществления технологического процесса. Надежность является сопряженным свойством, которое включает: безотказность работы, износ оборудования, интенсивность отказов или сочетания этих свойств [3]. Для оборудования по переработке лакокрасочных материалов были рассчитаны:

- 1.Суммарное количество лет эффективного использования – 55 лет;
- 2.Вероятность безотказной работы – 0,85;
- 3.Износ оборудования – 85%;
- 4.Интенсивность отказов – 0,00125.

К основным методам обеспечения надежности в процессе проектирования относят: определение параметров, исследование характера отказов; контроль правильности выбора наиболее важного конструктивного параметра; расчет показателей надежности; повторное проектирование для обеспечения надежности; совершенствование конструкции с точки зрения рабочих характеристик, стоимости.

При изготовлении технологического оборудования его надежность зависит от: качества изготовления деталей и сборочных единиц; методов их контроля; качества сборки оборудования и его узлов; методов испытания показателей технологического процесса.

Для усовершенствования работы технологического оборудования проводят ряд мероприятий: техническое обслуживание и ремонт в полном объеме; соблюдение правил хранения и эксплуатационной обкатки, режимов работы, рекомендаций заводов-изготовителей; повышение квалификации обслуживающего персонала.

Таким образом, надежность технологического оборудования закладывается на стадиях исследований, расчетов и проектирования, обеспечивается в процессе изготовления путем подбора технологии и контроля качества, сохраняется при хранении и транспортировке на основе соблюдения установленных правил и поддерживается при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте. Также при сокращении времени работы технологического оборудования, можно увеличить срок его службы.

#### **Библиографический список**

1. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002г. №7-ФЗ (в ред. от 29.07.20018 г.);
2. ГОСТ 9825-73. Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения [Текст]. – Взамен ГОСТ 9825 – 61; Введ. 01.01.74. – Москва: 2006. – 9 с.;
3. ГОСТ 27.202-83 Надежность в технике (ССНТ). Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции [Текст]. – Взамен ГОСТ 23641-79; Введ. 01.07.84. - Москва: 2002. – 23 с.;
4. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГАСА, 2002. - 290 с.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИГНИНА В ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

Пермяков Р.А., Штобе Э.И., Демин В.А.  
*Сыктывкарский лесной институт*  
*e-mail: permyakov.2018@list.ru ,demin@sfi.komi.com*

## METHODS FOR DETERMINING LIGNIN IN CELLULOSE SEMIPRODUCTS

Permyakov R.A., Shtobe E.I., Demin V.A.  
*Syktvykar forest institute*

Методы определения содержания лигнина в целлюлозных полуфабрикатах, древесине и другом растительном сырье могут быть разделены на две группы - прямые и косвенные [1, 2]. К прямым относится весовой метод, основанный на выделении лигнина из растительной ткани, и фотометрический, с непосредственной фотометрией лигнинных веществ (при длине волны около 260-280 нм) после растворения пробы целлюлозного материала в каком-либо растворителе (кадоксен и др.). Весовой метод более пригоден для анализа проб с высоким содержанием лигнина: исходного растительного сырья, полуцеллюлозы, целлюлозы высокого выхода. Фотометрический метод используют для анализа содержания лигнина в небеленой и полубеленой целлюлозе при условии растворимости проб и однородности ее предшествующих химических обработок.

В промышленной и исследовательской практике чаще используют косвенные методы, основанные на измерении каких-либо химических или физико-химических характеристик растительных полуфабрикатов или производных лигнина [3-5].

Основой стандартных методов оценки содержания лигнина [1] (жесткости, степени провара) в технической целлюлозе является перманганатометрия, т. е. определение количества поглощенного перманганата калия при обработке волокнистого полуфабриката в стандартных условиях. При этом используют два метода: метод числа Каппа, основанный на «половинном» поглощении перманганата калия в 0,1 н

растворе навеской целлюлозы, и метод Бьеркмана (обработка 2 г целлюлозы 0,02 н раствором перманганата калия). Для контроля процесса варки более подходит метод определения числа Каппа, обеспечивающий надежное определение содержания лигнина (по линейной зависимости числа Каппа от содержания лигнина) при его содержании около 2% и более. Для контроля процессов окислительной делигнификации целлюлозы при ее отбелке широко используют модификацию метода Бьеркмана, обеспечивающую лучшую корреляцию между результатом определения (перманганатной единицей или т. н. °Бе) и содержанием лигнина. Как известно, одна перманганатная единица равна объему раствора перманганата калия (концентрацией 0,02 г-экв/дм<sup>3</sup>), поглощенного 2,0 г абсолютно сухой целлюлозы за 30 с при комнатной температуре [1]. Перманганатные методы неравнозначны, так как с 0,1 н раствором перманганата калия кроме остаточного лигнина реагируют гексенурановые кислоты. Это обстоятельство не препятствует производственному контролю степени делигнификации по числу Каппа, однако для исследовательской практики, особенно при изучении кинетики процессов окислительной делигнификации, оно является серьезным ограничением. Более оперативными и точными чем метод Бьеркмана представляются фотометрический [3, 4] и электрохимический методы (кулонометрия) [5].

Взаимосвязь результатов фотометрии по методу [3] (оптической плотности D азотнокислого раствора после обработки навески целлюлозы) и градуса Бьеркмана (в отечественной практике - перманганатной единицы) представлена на рис. 1. Результаты фотометрического метода и перманганатного метода по Бьеркману [1] имеют хорошую линейную взаимозависимость при низком содержании лигнина в лиственной сульфатной целлюлозе [4].

Кулонометрический метод определения лигнина с автоматическим потенциометрическим контролем представляет собой разновидность определения хлорного числа небеленой целлюлозы [1, 2, 5], которое при

постоянной силе тока бездиафрагменного электролиза суспензии целлюлозы в растворе соляной кислоты прямо пропорционально времени до «скачка» на потенциометрической кривой (рис.2). Таким образом, благодаря оперативности и меньшим затратам реагентов фотометрический метод является более предпочтительным при изучении кинетики окислительной делигнификации небеленой сульфатной целлюлозы и других лигноцеллюлозных материалов.

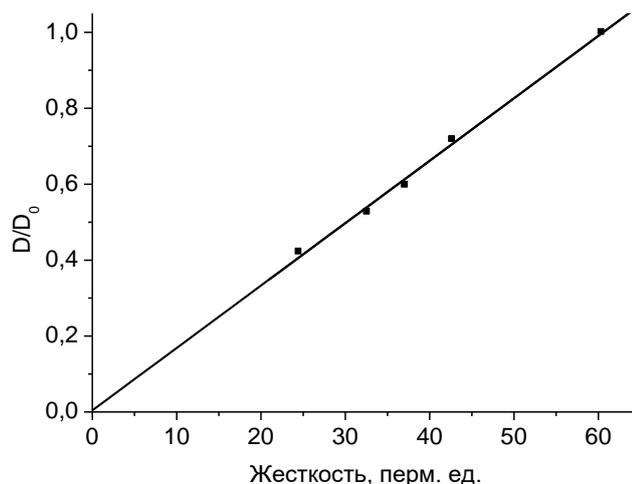


Рис. 1 – Взаимосвязь относительной оптической плотности и жесткости лиственной сульфатной целлюлозы

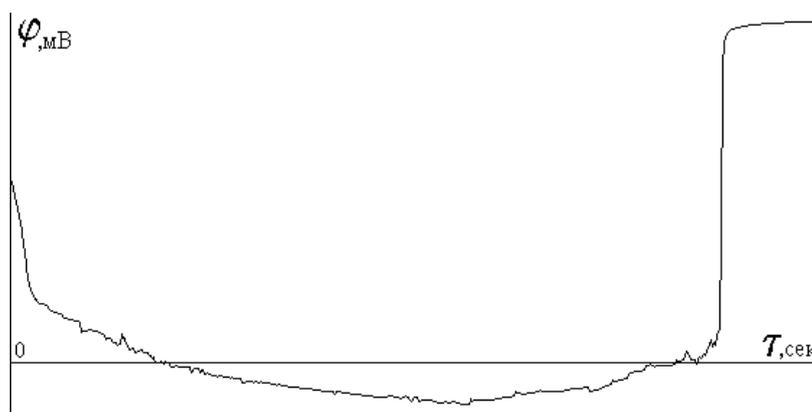


Рис. 2 – Кривая изменения редокс потенциала при кулонометрическом определении хлорного числа целлюлозы

### Библиографический список

1. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – Москва : Экология, 1991. - 320 с.
2. Хабаров Ю.Г. Методы определения лигнинов. Известия ВУЗов. Лесной журнал, 2004. - № 3. - С. 86–102.
3. Власова Т.Е., Нехайчук А.Д. Определение содержания лигнина в целлюлозе фотометрическими методами // Целлюлоза, бумага и картон. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1974. - Вып. 9. - С. 9.

4. Удоратина Е.В., Щербакова Т.П., Демин В.А. Сравнение методов фотометрического и перманганатометрического определения содержания лигнина в лиственной сульфатной целлюлозе. Труды Сыктывкарского лесного института. Т.3. – Сыктывкар: СЛИ, 2002. - С. 207-209.

5. Авторское свидетельство на изобретение №1366570 СССР, МКИ4 D21C 9/12, 3/18; G01N 27/46. Способ определения содержания лигнина в лигноцеллюлозном материале / В.А. Демин, А.П. Карманов, Е.У. Ипатова, В.Н. Сюткин // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 2. – С. 104.

**УДК 66.081**

## **ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ОТ СУЛЬФАТОВ**

Проскурина Е.В., Смирнова А.Н., Фёдорова О.В., Кузнецов А.Г.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики  
e-mail: [proskurina\\_kate1503@mail.ru](mailto:proskurina_kate1503@mail.ru)*

## **SULFATE REMOVAL FROM INDUSTRIAL EFFLUENTS**

*Proskurina E.V., Smirnova A.N., Fedorova O.V., Kuznetsov A.G.*

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering*

Очистка сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности важная экологическая проблема, которая стоит перед каждым предприятием. Нарушения в этих процессах неизбежно ведут к замору водоёмов, ведь из-за концентрации вредных веществ начинается процесс заиливания. Неочищенные стоки могут оказаться в водоемах и почве, и в итоге попасть, например, в скважину, из которой производится забор питьевой воды. Поэтому очистка сточных вод по сей день остается сложной задачей.

В 2019 году на одном из предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) Ленинградской области возникли сложности с очисткой сточных вод (таблица 1). Применяемые способы очистки не удовлетворяли требованиям по содержанию некоторых компонентов, в частности сульфат-ионов.

Из таблицы видно, что количество сульфат-ионов превышает значение предельно допустимой концентрации (норма содержания сульфат-ионов в воде – 100 мг/дм<sup>3</sup>).

Результаты очистки воды на предприятии ЦБП за 2019 год

Взвешенные вещества, мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	210	147	190	295	123	115	156	145	136	135
Дата отбора		11.04	17.07	24.07	29.07	07.08	14.08	22.08	28.08	02.01	11.09

Таким образом, целью представленной работы являлся подбор методов удаления сульфат-ионов из стоков данного целлюлозно-бумажного предприятия.

Существуют различные методы очистки сточных вод от сульфат-ионов, нами были выбраны наиболее приемлемые методы по экологическим показателям:

- осаждение оксидом кальция (CaO);
- анионирование с помощью сильноосновной ионно-обменной смолы АВ-17.

Реагентная очистка является одним из эффективных методов очистки сточных вод от примесей. Кальций – активный металл, вытесняющий тяжелые металлы из растворимых соединений, переводя их в нерастворимые. При этом осаждаются различные соли, в том числе фосфаты, сульфаты, хлориды. [1]

Концентрацию сульфатов определяем объемным методом, титруя хлористым барием (осаждающим реагентом) [2]. Исходная концентрация сульфат-ионов в анализируемой пробе составила 280,08 мг/дм<sup>3</sup>.

В зависимости от произведения растворимости рассчитываем количество оксида кальция, необходимое для осаждения сульфат-ионов. Полученную навеску CaO, равную 0,314 г/дм<sup>3</sup>, добавляем в анализируемую воду и оставляем на 12 часов. Далее раствор отфильтровываем и определяем оставшееся содержание сульфат-ионов в анализируемой пробе объемным методом анализа, титруя хлористым барием. Остаточное содержание сульфат-ионов составило 0,5 мг/ дм<sup>3</sup>. Таким образом, эффективность очистки сточной воды от сульфат-ионов составила 99,8 %.

Второй метод, использованный нами – метод ионного обмена – основан на применении катионитов и анионитов, сорбирующих из обрабатываемых сточных вод катионы и анионы растворённых солей. Для очистки воды от сульфатов нашли применение анионообменные смолы сильного основания [3]. Характеристикой ионообменной способности ионитов является их рабочая емкость, которая показывает количество ионов, поглощённых единицей объема ионитов. Для определения динамической обменной емкости (ДОЕ) применяем лабораторную установку, состоящую из стеклянной трубки, в нижней части которой находится стеклянный фильтр, не пропускающий ионит и обладающий малым сопротивлением к фильтрации [4].

Для метода ионного обмена мы использовали анионит АВ-17 – ионообменную смолу, используемую чаще всего в промышленности. Анализируемую воду с концентрацией сульфат-ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , равной 280,08 мг/дм<sup>3</sup> – пропускали порциями через фильтр, заполненный анионитом АВ-17. Каждую порцию по 20 см<sup>3</sup> анализировали на содержание сульфат-ионов. По полученным данным построен график (рис. 1). На основании полученных данных рассчитали динамическую обменную емкость ионита:

$$\text{ДОЕ} = \frac{280,08 * 0,08}{10} * 1000 = 2,24 \text{ г/дм}^3, \text{ где}$$

$C$  – концентрация сульфат-ионов в пропускаемом растворе, мг/дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{проскока}}$  – количество воды, пропущенной через фильтр до проскока поглощаемого иона, дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{сорбента}}$  – количество воды, пропущенной через фильтр до момента выравнивания концентраций, см<sup>3</sup>.

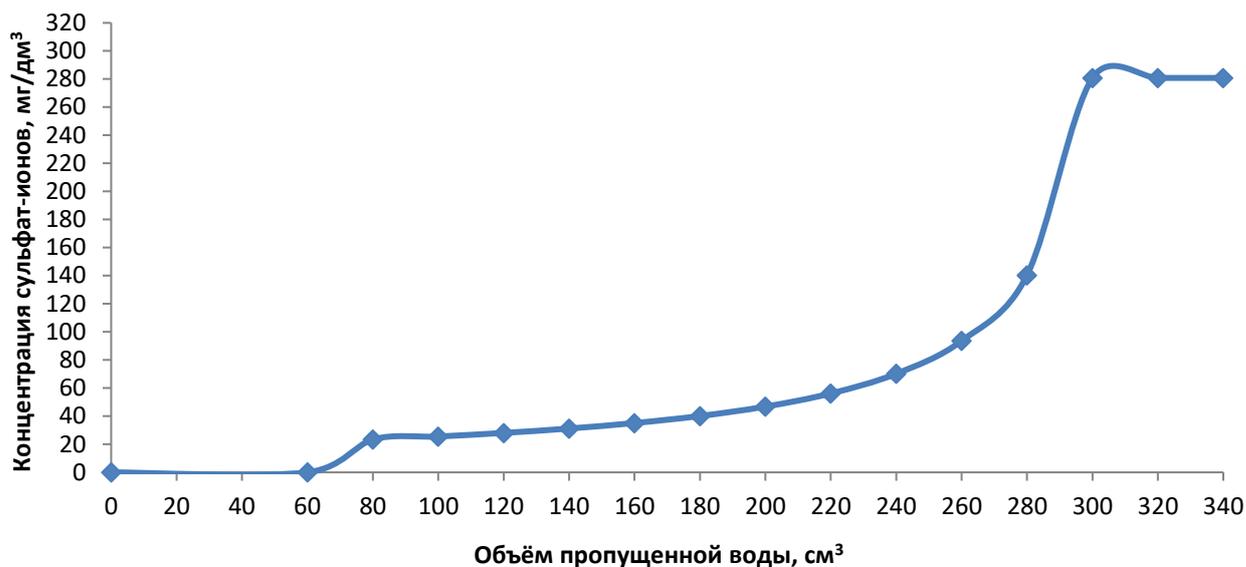


Рис. 1 – Зависимость содержания сульфат-ионов (мг/дм³) от объема пропущенной через фильтр воды (см³)

Концентрация проскока равняется 10 % от исходной концентрации сульфат-ионов [4].

Следовательно,

$$C_{\text{проскока}} = 0,1 * 280,08 \text{ мг/дм}^3 = 28,008 \text{ мг/дм}^3.$$

Результаты проведенных экспериментов позволяют сделать следующие выводы. Оба метода – ионного обмена и осаждения – подходят для очистки исследованных сточных вод предприятия. Однако, используя метод осаждения, необходимо учитывать кислотность среды стоков. Если очищаемые стоки имеют нейтральную среду, то при добавлении в них оксида кальция рН может существенно возрасти, то есть произойдет сдвиг в щелочную сторону. Тогда в сточной воде будет накапливаться аммиак, что приведет к возрастанию её токсичного действия на экосистему активного ила. Также эффективность очистки зависит от удельного расхода извести. Оптимальный расход извести, необходимый для очистки проанализированной воды с конкретного предприятия от сульфат-ионов, получился равным 0,324 г/дм³. Что касается ионообменного метода, важной особенностью его является то, что достигается высокая степень очистки воды. Кроме того, иониты используются для обессоливания воды в процессе водоподготовки. В нашем

эксперименте динамическая обменная ёмкость ионита составила 2,24 г/дм<sup>3</sup>, то есть если сравнивать теоретически два исследованных метода, второй оказывается более предпочтительным, так как 10 мл ионита способны очистить около 8 литров исследованных стоков. Кроме того, ионообменные смолы возможно регенерировать в среднем до 400 раз. Тем не менее, у каждого из рассмотренных методов есть свои положительные и отрицательные стороны применительно к конкретному производству, и для их более объективной оценки необходимо продолжать дальнейшие исследования.

#### **Библиографический список**

1. Маслобоев В.А., Вигдергауз В.Е., Макаров Д.В., Светлов А.В., Некипелов Д.А., Селезнёв С.Г. Методы снижения концентрации сульфатов в сточных водах горнорудных предприятий // Вестник Кольского научного центра РАН, 2017.- С. 99-115.
2. ГОСТ 31940-2012. Межгосударственный стандарт. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов, 2014.- 16 с.
3. Водоподготовка по виду очищаемых загрязнений [Электронный ресурс] // Очистка воды от сульфатов. URL: <https://vagner-ural.ru/vodopodgotovka-po-vidu-ochischaemyh-zagryazneniy/ochistka-vody-ot-sulfatov/> (Дата обращения 11.11.2019).
4. Комиссаренков А.А., Пругло Г.Ф., Фёдоров В.А., Фёдорова О.В. Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике: учебно-методическое пособие / СПб.: СПб ГТУРП, 2012.- 98 с.

**УДК 663.534**

### **ГИДРОЛИЗ ДРЕВЕСИНЫ РАЗНЫХ ПОРОД**

Пузырёва Д.И., Фёдорова О.В., Кузнецов А.Г

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Высшая школа технологии и энергетики  
e-mail: [erkukuruzka@mail.ru](mailto:erkukuruzka@mail.ru)*

### **HYDROLYSIS OF DIFFERENT TYPES OF WOOD**

Puzyreva D.I., Fyodorova O.V., Kuznetsov A.G

*Higher School of Technology and Energy of Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design*

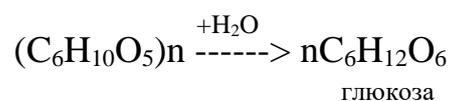
В попытке преодолеть ресурсный кризис человечество стремится к поиску новых источников сырья и методов его получения. Безотходное производство подразумевает полное и наиболее рациональное использование ресурсов. Несмотря на свою экологичность, оно не является экономически оптимальным для всех предприятий.

В 2010-2014 гг. на базе СПБГУПТД ВШТЭ (СПБГУРП) была реализована инновационная технология комплексной переработки древесины лиственницы и выведен на рынок новый вид товарной целлюлозы (крупнейший в лесном комплексе России проект «Лиственница»). [1]

Комплексная переработка древесины увеличивает сырьевую базу ЦБП и избавляет предприятие от лишних отходов. Модернизируя старые производственные процессы, можно сделать серьёзные шаги в продвижении как био-рефайнинга, так и зелёной экономики в целом. В России вопрос утилизации отходов ЦБП давно уже выходит на передний план, а в ряде стран стоит довольно остро. Лиственница и сосна - это основные лесобразующие породы России, таким образом, большая часть отходов остаётся от лесопиления и деревообработки именно этих пород.

Гидролизное производство получило широкое применение ещё в СССР, являясь средством импортозамещения. Сегодня оно позволяет получить из непищевого сырья кормовые дрожжи, этиловый спирт, фурфурол, лигнин, сахара и другие соединения и может стать значимой ступенью в получении биотоплива и безотходной переработке древесины.

Целью представленного исследования была проверка возможности гидролизной обработки опилок сосны и лиственницы, и определение практического выхода сахаров. В связи с этим тема работы является актуальной и практически значимой. Гидролизное производство имеет в своей основе обработку измельченных растительных материалов 0,5-1% серной кислотой при нагревании 160-190 °С и давлении 14 кгс/см<sup>2</sup>. [2] В процессе гидролиза древесины происходит осахаривание клетчатки серной кислотой (молекулы целлюлозы и гемицеллюлоз присоединяют воду, и превращаются в сахара):



Оставшийся после такой обработки лигнин отделяется от раствора сахаров и используется, например, в качестве наполнителя в производстве

полимерных материалов – пластических масс, каучука. Раствор сахаров нейтрализуется известковым молоком и направляется в бродильные чаны, где протекает биохимический синтез этилового спирта, идущего на производство каучука:



Высококачественные кормовые дрожжи, полученные из древесных отходов, обладают высокой экологичностью и высокой калорийностью. Содержат аминокислоты, витамины и по питательности не уступают кормам из костной муки. Одна тонна кормовых дрожжей заменяет 3 т овса, а белок, который находится в составе таких дрожжей, усваивается организмом животных намного лучше, чем растительный белок зерна или жмыха. Образовавшийся в момент гидролиза фурфурол идёт в производство пластических масс. Из 1 тонны древесины получают 150-180 л 95%-ного этилового спирта, 30-40 кг дрожжей, 4-7 кг фурфурола.[3]

В лаборатории университета СПбГУПТД ВШТЭ был проведён гидролиз опилок сосны и лиственницы с целью сравнения выхода сахаров.[4] В фарфоровую чашку насыпали 20 г сосновых опилок и смочили их водой (~60 мл), затем туда же добавили немного воды и равное количество раствора 45%-ой серной кислоты, жидкую кашицу перемешали, поставили в сушильный шкаф на час. Чашку достали, к содержимому добавили воды, перемешали. Полученный раствор отфильтровывали, фильтрат нейтрализовали оксидом кальция (прекратилось выделения пузырьков углекислого газа). Полученный раствор взболтали, оставили отстаиваться на несколько часов. Сульфат кальция, образовавшийся при нейтрализации кислоты, осел на дно, а сверху остался, предположительно, раствор сахаров. Его осторожно отфильтровали и определили объемным методом анализа содержание сахаров. Аналогично обработали опилки лиственницы. Образование белых и светло-жёлтых кристаллов при упаривании растворов подтверждает наличие сахаров в опилках обоих видов, количественное содержание представлено в таблице 1

Таблица 1

Выход сахаров в опилках сосны и лиственницы

Вид древесины	Выход сахаров, мг/г
Сосна	0,0273
Лиственница а)	б) 0,00735

Результаты микроскопических исследований опилок, подвергнутых гидролизу, представлены на рисунке 1.

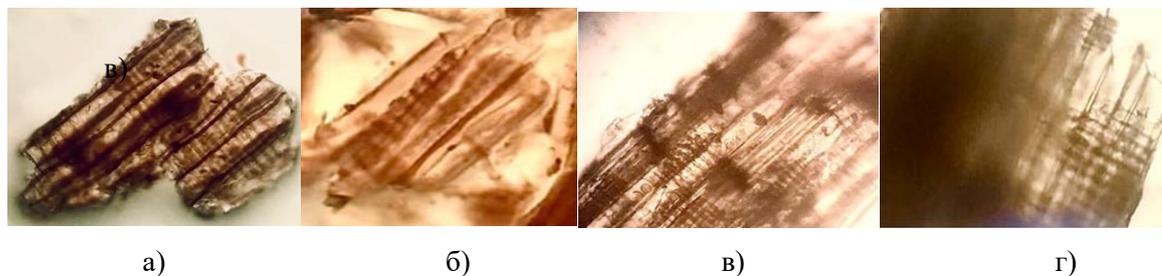


Рис.1 : а) опилки сосны до гидролиза; б) опилки сосны после гидролиза; в) опилки лиственницы до гидролиза; г) опилки лиственницы после гидролиза

На микрофотографиях опилок видны повреждения клеточной стенки волокон, однако образцы подвергались только химической обработке без механического воздействия. Это косвенно подтверждает прошедший процесс гидролиза, частично разрушивший целлюлозную составляющую лигноуглеводного комплекса. Проведённые эксперименты показали, что древесные отходы обеих пород пригодны для вторичного использования. В результате исследования было выявлено, что суммарный выход сахаров из опилок сосны примерно в 3,7 раза больше, чем из опилок лиственницы. Выбор сырья для гидролиза напрямую зависит от требуемых продуктов, однако рассмотренный метод может применяться в комплексной переработке разных видов древесных опилок.

#### Библиографический список

1. Био-рефайнинг растительного сырья [Электронный ресурс] // URL: <http://cepl.rssi.ru/wp-content/uploads/2018/11/Akim-E.L..pdf> (дата обращения: 01.03.20)
2. Кистер Э. Г. Химическая обработка буровых растворов. -Москва: Изд-во «Недра», 1972. 392 с.
3. Литвинов М. Укroщение лигнина // «Химия и Жизнь». -Москва: Наука Пресс, 2006. № 2. С. 153-155.
4. Гидролиз древесины. Лесохимия [Электронный ресурс] // Блог о самостоятельно туризме. URL:[https://www.bygeo.ru/materialy/vtoroi\\_kurs/teh-ekonom-osn-proizodchlenie/1928-gidroliz-drevesiny-lesohimiya.html](https://www.bygeo.ru/materialy/vtoroi_kurs/teh-ekonom-osn-proizodchlenie/1928-gidroliz-drevesiny-lesohimiya.html) (дата обращения: 27.01.2020).

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ**

Рагзина Д.В., Кожухова Н.Ю.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф.*

*Решетнева*

*e-mail: [sitkova72@mail.ru](mailto:sitkova72@mail.ru)*

## **MODERN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF REFINERIES**

Ragzina D.V., Kozhukhova N.Y.

*Reshetnev Siberian state university of science and technology*

Переработка и использование нефти и нефтепродуктов являются одной из причин загрязнения окружающей среды. На нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) огромную опасность для экологии представляет сама технология переработки, которая должна отвечать экономическим и экологическим требованиям. Для того чтобы решить экологические проблемы нефтеперерабатывающей отрасли необходимо разрабатывать новые эффективные, рациональные и, в тоже время, малозатратные технологии переработки нефти. В связи с этим изучение экологических проблем переработки и эксплуатации нефти является актуальным.

Цель данной работы - исследование экологических проблем нефтеперерабатывающих заводов, оценка их негативного воздействия на окружающую среду; а также рассмотрение путей уменьшения пагубного влияния. Объектами исследований являются действующие установки НПЗ.

Основными вредными веществами, выбрасываемыми НПЗ в атмосферу, являются: сероводород, сернистый газ, оксиды углерода и азота, углеводородные газы. Эти выбросы выделяют следующие технологические объекты: резервуары, в которых хранятся нефть и нефтепродукты; технологические установки (АВТ, каталитический крекинг, установки обессоливания, обезвоживания и стабилизации и т.д.); очистные сооружения (нефтеловушки, песколовки, отстойники); факельные установки. Выбросы возникают вследствие использования устаревшего технологического

оборудования, а также негерметичности арматуры и фланцевых соединений, процессов очистки технологических емкостей и различных аварий [1].

Основным источником загрязнения водного бассейна являются промышленные стоки. Вода, используемая при переработке и хранении нефти и нефтепродуктов, невольно загрязняется углеводородами, твердыми частицами различных металлов и другими компонентами, что приводит к уменьшению содержания кислорода, вызывая затруднение существования водных организмов[1]. Загрязнение почвенного покрова и грунтовых вод происходит в результате пролива нефтепродуктов на сливно-наливной эстакаде и отходов товарно-сырьевого парка. Опасными отходами являются кислые гудроны и нефтяные шламы. При загрязнении почвенного покрова такими отходами, происходит нарушение воздушного режима и водных свойств почвы, что приводит к снижению биологической активности и плодородности почвы.

Для минимизации воздействия НПЗ на окружающую среду рассматриваются следующие направления: совершенствование основных технологических процессов и оборудования, изменение технологии и аппаратного оформления очистки отходящих газов и сточных вод; использование, переработка и размещение отходов, основанные на создании систем обезвреживания, захоронения и ликвидации отходов; мониторинг источников сброса и выброса загрязняющих веществ, источников воздействий на окружающую среду и отходов[2].

В качестве конкретных примеров совершенствования основных технологических процессов и оборудования для сокращения выбросов на НПЗ можно привести следующие: модифицирование установки каталитического крекинга, путем установки новых горелок, улавливающих загрязняющие компоненты с помощью электрофильтров и циклонов, а также использование методов термического дожигания или высокотемпературной регенерации катализатора; сокращение потерь нефтепродуктов при испарении из резервуаров с помощью хранения нефтепродуктов под давлением;

применение сорбционных и компрессионных систем улавливания газов и легких фракций нефтепродуктов, что сокращает выбросы паров углеводородов; уменьшение расхода сточных вод за счёт использования системы оборотного водоснабжения и аппаратов воздушного охлаждения [3].

В результате тематических исследований и обобщения литературных источников был проведен системный анализ экологических проблем процессов переработки нефти и выявлены рациональные пути их решения на примере конкретных предприятий.

Так, Московский НПЗ компании «Газпром нефть» ввел в использование уникальный комплекс «Биосфера», который повысил эффективность очистки сточных вод до 99,9% и позволил перейти заводу на практически замкнутый цикл водопотребления. За счет использования многоступенчатой системы очистки предприятие в 2,5 раза снизило потребление воды, при этом 75% используемой воды возвращается в производственный цикл. АО «Ачинский НПЗ ВНК» ввел в производство установку утилизации сероводородного газа и производства гранулированной серы, которая позволяет извлекать до 98% серы из сероводорода, затем готовый продукт транспортируется и поступает в продажу. Таким образом, новые технологии достаточно выгодны предприятиям и позволяют снизить долю загрязнения природных объектов.

#### **Библиографический список**

1. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты. М.: Издательство «Техника». ООО«ТУМАГРУПП», 2001. —384 с.
2. Абросимов А.А. Экология переработка углеводородных систем: Учебник / Под ред. д-ра хим. наук, проф. М.Ю. Доломатова. — М.: Химия, 2002. — 608 с.
3. Барабанщиков Д.А., Сердюкова А.Ф. Экологические проблемы нефтяной промышленности России [Электронный ресурс]// Молодой ученый. — 2016. — №26. — С. 727-731. — URL <https://moluch.ru/archive/130/35975/> (дата обращения: 11.01.2020).

## **СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ОЧИЩЕННОГО СУЛЬФАТНОГО СКИПИДАРА**

Рябцева Т.А., Земцов Д. А., Войнов Н. А.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика  
М.Ф. Решетнева*

*e-mail: [denis\\_zemtsov.92@mail.ru](mailto:denis_zemtsov.92@mail.ru)*

## **METHODS FOR OBTAINING AND USING PURIFIED SULPHATE TURPENTINE**

Ryabtseva T.A., Zemtsov D.A., Voynov N.A.

*Reshetnev Siberian state University of science and technology*

Сульфатный скипидар производится в основном на целлюлозно-бумажных заводах при производстве древесной целлюлозы.

Сульфатный скипидар часто применяется при изготовлении лака и разбавления масляных красок, также применяется в вареном воске и в креме для обуви. Также подходит для удаления жирных пятен. Он очень хорошо обеззараживает пластик, стекло, оргстекло. При производстве химических препаратов из сульфатного скипидара изготавливают душистые вещества, синтетические смолы, инсектициды, товары бытовой химии. После очистки он может использоваться в качестве растворителя, разбавителя, ароматизатора для косметической промышленности.

Сульфатный скипидар, вырабатываемый отечественными сульфат-целлюлозными предприятиями, содержит согласно действующей нормативно-технической документации от 0.02 до 0.05% общей серы. Такой скипидар имеет существенные ограничения в применении, прежде всего из-за неприятности запах и невозможности его применения для тонкого органического синтеза с целью получения душистых веществ, препаратов для здравоохранения, ветеринарии и т.д. Выполненные многочисленные исследования, а так же мировая практика использования сульфатного скипидара убедительно доказала, что он практически не имеет ограничений в своем применении, если массовая доля общей серы в нем не превышает 50 ppm. К сожалению, действующие на отечественных сульфат-целлюлозных

предприятиях технологические схемы очистки скипидара от сероорганических соединений не позволяют получать сульфатный скипидар требуемого качества [1].

Целью данной работы является разработать способ очистки сульфатного скипидара от серных соединений с применением термической ректификации.

Сульфатный скипидар-сырец очищается и используется на Братском и Усть-Илимском ЛПК, но он имеет высокую долю серосодержащих соединений, (8%), что не соответствует требованиям. [2]

Одним из наиболее простых и доступных методов очистки сульфатного скипидара сырца является его ректификация. При разгонке сульфатного скипидара большая часть содержащейся в нем серы уходит с низкокипящими фракциями. Так, с фракцией, перегоняющийся до температуры 155°C, переходит 0.03% серы, с фракцией в интервале температур 156-158°C - 0.008% и при температуре 160-162°C только 0.004% серы. Эффект очистки достигается за счет того, что удаляемые серосодержащие соединения имеют более низкую температуру кипения, чем терпеновые углеводороды. Так, для выделения  $\alpha$ -пинена, содержащего менее 0.02% серы, сырой сульфатный скипидар, содержащий 0.5-0.8% серы, подавали в среднюю часть непрерывно-действующей колонны ( $d=30$ см, высота слоя насадки 10.6 м) при 26.6 кПа.

Представляет интерес способ очистки сульфатного скипидара, предложенный авторами [3]. Этот способ предусматривал отгонку низкокипящих соединений серы, рафинирование и дистилляцию рафината с получением пиненовой фракции при температуре кипения 154-164°C, кареновой фракции при температуре кипения 164-177°C и остатка при температуре 177°C.

Для очистки сульфатного скипидара от серосодержащих соединений, доля которых невелика, можно использовать селективную адсорбцию. Для этой цели испытаны природные сорбенты (фуллерова земля), силикагели и активные угли.

Применение колонны термической ректификации [5] позволяет не только эффективно разделять термолабильные и не стойкие многокомпонентные смеси, но и имеет относительно низкое сопротивление и рекомендуется при ректификации под вакуумом. Несомненным преимуществом таких колонн является небольшое количество жидкости на ступени и возможность отбора фракции по высоте колонны, за счет создания флегмы на каждой ступени.

При разделении скипидара в колонне с пластинчатой насадкой [5] показана ее высокая эффективность, но из-за полимеризации компонентов скипидара на пластинах требуется частая остановка процесса и очистка ступеней органическими растворителями.

Учитывая этот фактор для разделения скипидара рекомендуется применение ректификационных колонн с высоким массообменом на ступени в сочетании с термической ректификацией.

#### **Библиографический список**

1. Золин Б.А. Технология получения новых продуктов на основе скипидара (опыт внедрения). Наука, 1999. 88с.
2. Фейгус Э.И., Матюнина Н.Н. Производство очищенного скипидара из одорированного скипидара-сырца в ПО «Усть-Илимский ЛПК».- // Гидролизная и лесохимическая пром-сть.- 1991.- №2.- С. 28-30
3. Способ очистки сульфатного скипидара. / Н.Н. Матюнина, Л.А. Громова, В. И. Савиных // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки.- 1982.- №19.,
4. Пат. 2437698 Российская Федерация, МПК В01D3/14 С1. Способ ректификации [Текст]/ Войнов Н.А., Паньков В.А., Войнов А.Н. ; заявитель – №2010118012/05 ; заявл. 04.05.2010 ; опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36. – 7 с.
5. Войнов, Н. А. Колонна с высокой разделяющей способностью на основе термической ректификации / Н. А. Войнов, О. П. Жукова, А.Н.Войнов // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: Материалы науч–практ. конф. г.Барнаул, 24.04.2012. –Барнаул, изд-во Алтайский государственный технологический университет, 2012. –С.

## **МОНИТОРИНГ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Турусин А.А.<sup>1</sup>, Белозерова О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Иркутский национальный исследовательский технический университет*  
*e-mail: [turusin2001@gmail.com](mailto:turusin2001@gmail.com)*

## **MONITORING OF THE ACTUAL STATE OF QUALITY OF AUTOMOBILE FUEL**

Turusin A.A.<sup>1</sup>, Belozerova O.V.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Irkutsk National Research Technical University*

Уровень жизни современного человека находится в прямой зависимости от качества нефтепродуктов, ведь каждый день мы так или иначе сталкиваемся с данным понятием, поэтому необходимо своевременно проводить мониторинг качества данных вещей, дабы не столкнуться с нежелательными последствиями.

Одним из нефтепродуктов, с которым каждый из нас сталкивается практически каждый день, является автомобильное топливо. Обычно под данным термином понимают бензин и дизельное топливо. В данной работе будет рассматриваться только один вид автомобильного топлива – бензин.

Бензин - фракция нефти, а также товарный продукт, который выкипает в основном в температурном интервале от 30 до 215°C; топливо для двигателей внутреннего сгорания с воспламенением от искры [1].

Наибольшую опасность для окружающей среды и для человека представляет не столько сам бензин, сколько его отработавшие газы, так как в их состав входит оксид углерода (II), диоксид серы, различные канцерогены и многие опасные для здоровья вещества [2]. Исходя из этого, необходимо своевременно проводить мониторинг фактического состояния автомобильного топлива.

Основными задачами системы мониторинга является:

1. контроль за экологичностью состояния каждого автомобиля;
2. оценка фактического качества автомобильного топлива.

В ходе лабораторных исследований использовался бензин марки АИ-92 компании ООО «КрайсНефть». Данные исследований представлены в таблице (табл. 1):

Таблица 1

Показатели топлива АИ-92

Наименование показателя	Показатели паспорта топлива АИ-92 ООО «КрайсНефть»	Лабораторные показатели
Октановое число	По моторному: 84,9 По исследовательскому: 92,7	По моторному: 82,8 По исследовательскому: 91,6
Внешний вид	Чистый, прозрачный	Чистый, прозрачный
Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	0,743	0,7376
Фракционный состав объемная доля бензина (%)	70°С= 37 100°С= 53 150°С = не менее 57	70°С= 25 100°С= 46 150°С = 78
Конец кипения	187, 0°С	185, 0°С
Остаток колбе по объему (%)	1,2	1,5

Изменение состава топлива, влияет на работу двигателя автомобиля и на образование опасных веществ.

Как уже было сказано ранее, выбросы в атмосферу отработавших газов от автомобильного транспорта занимают очень значимое место среди общих выбросов в атмосферу, так как в их состав входит множество ядовитых и токсичных соединений [3]. В ходе лабораторных испытаний также проводилась оценка состояния и отработавших газов данного бензина. Стендовый двигатель показал концентрацию СО = 0,86 г/км (при допустимой концентрации равной 1 г/км). Также проводились и испытания данного бензина АИ-92 на автомобилях, относящихся к разным экологическим

классам: II и V. Как показали исследования, более экологически безопасным является автомобиль, относящийся к V экологическому классу, так как в его отработавших газах полностью отсутствуют оксиды азота и углерода (II), а относящийся ко II классу содержит в своих выхлопных газах концентрацию  $CO=0,36$  г/км.

Таким образом, проблема оценки качества автомобильного топлива занимает значительное место в экологическом плане, так как отработанные им газы наносят значительный вред и окружающей среде, и самому человеку. Необходимо своевременно проводить лабораторные анализы различных марок автомобильного топлива, чтобы избежать неприятных последствий. Ввиду постоянного увеличения на дорогах автомобилей с двигателями внутреннего сгорания с высоким уровнем загрязнений, вызванных отработавшими газами, данная проблема актуальна не только на территории России, но и за рубежом.

#### **Библиографический список**

1. Подвинцев И.Б. Нефтепереработка. Практический вводный курс: учебное пособие. – Изд-во: ИД Интеллект, 2015. – 160 с.
2. Романов И.А. Производство бензина. – М: Стройиздат, 2006. – 23 с.
3. Голохваст К.С., Чернышев В.В., Угай С.М. Выбросы автотранспорта и экология человека // Экология человека, 2016. №1. С. 9-14.

**УДК 661.728.892.24**

### **ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ В МЕДИЦИНЕ**

Тянутова М.И., Золотухина Т.К., Храброва А.В., Морозкина С.Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
e-mail: [tyanutova95@gmail.com](mailto:tyanutova95@gmail.com)*

### **APPLICATION OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE IN MEDICINE**

Tyanutova M.I., Zolotukhina T.K., Khrabrova A.V., Morozkina S.N.

*ITMO University*

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) - целлюлозогликолевая кислота - это производное целлюлозы, в которой карбоксиметильная группа соединена с гидроксильными группами глюкозных мономеров [1]. Основным сырьем для получения технической КМЦ является древесная целлюлоза [2].

В последние годы большое внимание уделяется получению полисахаридных гидрогелей на основе простых и сложных эфиров, содержащих различные по своей природе замещающие группы [3]. В составе лекарственных препаратов они способны значительно снизить токсичность, изменять их метаболизм и обеспечить направленный транспорт лекарств в организме. В этом плане большой интерес представляют исследования процесса комплексообразования КМЦ с высокомолекулярными белками и иммобилизация лекарственных средств [4].

Перспективным направлением в травматологии и ортопедии является создание таких свойств имплантата, при которых не происходит образования биопленки. Сложное наноструктурное покрытие должно состоять из антибактериального химического агента и обладать выраженным универсальным бактерицидным эффектом в раннем послеоперационном периоде [5]. Так, получены многослойные материалы на основе хитозана и Na-КМЦ, нанесенные на кремниевые и титановые пластины и содержащие в полислоях антибактериальные агенты [5].

В связи со спецификой лечения туберкулеза очень важно найти способ снижения дозировки противотуберкулезных препаратов. Одним из путей улучшения методов лекарственной терапии является создание и применение противотуберкулезных препаратов пролонгированного действия на основе полимерных носителей. Такие пролонгированные противотуберкулезные препараты можно получить, включая в полимерные носители известные противотуберкулезные препараты [6]. Были проведены исследования по синтезу противотуберкулезного препарата пролонгированного и комбинированного действия на основе гидразида изоникотиновой кислоты и этамбутола дигидрохлорида химическим связыванием их смодифицированной натриевой Na-КМЦ [6].

#### **Библиографический список**

1. Шачнева Е.Ю., Магомедова З.А., Малачиева Х.З. Техника и технология пищевых производств, 2014, 32 (1), 152 с.
2. Бытенский В.Я., Кузнецова Е.П. Производство эфиров целлюлозы // Химия. – 1974. – 208 с.

3. Pushpamalar V., Langford S.J. et al. Carbohydrate Polymers // 2006, 64, p.312.
4. Джулиева Г.Х., Махкамов К.М., Мухидинов З.К. Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2009, Т. 52, №. 11, С. 868-871.
5. Osanova A.K. et al. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017, 230(1). P. 42-49
6. Шомуратов Ш.А., Муродов Э.А., Тураев А.С. Химия растительного сырья, 2006, 2. С 25-28.

УДК 547.796.1

## **СВОЙСТВА ТЕТРАЗОЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ**

Храброва А.В., Золотухина Т.К., Тянутова М.И., Морозкина С.Н.  
*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
e-mail:alina1996g@mail.ru*

## **PROPERTIES OF TETRAZOLES AND THEIR USE OF IN MEDICINE**

Khrabrova A.V., Zolotukhina T.K., Tyanutova M.I., Morozkina S.N.  
*ITMO University*

Тетразолы обладают уникальными физико-химическими характеристиками, что привлекает пристальное внимание ведущих зарубежных и отечественных учёных. В последние десятилетия особенно интересные результаты получены в области фармацевтической химии, что связано с созданием новых лекарственных препаратов, включающих в качестве структурного фрагмента тетразольный цикл [1]. Замещенные производные тетразолов могут существовать в виде различных изомеров [2].

Несмотря на то, что тетразолы в живой природе встречаются довольно редко, они являются известными фармакофорами и широко применяются при разработке лекарственных препаратов. На данный момент известно более 20 видов биологической активности тетразолов. Эти соединения обладают противовирусным, гипотензивным, противоаллергическим, противомикробным, противоопухолевым действиями, а также ноотропной, цитостатической и другими видами активности.

За относительно короткий срок (10-20 лет) на мировом фармацевтическом рынке появились десятки высокоэффективных лекарственных препаратов, фармацевтические активные ингредиенты,

которые содержат тетразольный цикл. Сотни работ, посвященных синтезу новых биологически активных тетразолов, публикуются ежегодно [3].

Известно, что введение в молекулу органического субстрата тетразольного фрагмента приводит не только к увеличению пролонгированного действия, но и к повышению эффективности лекарственного препарата. При этом не происходит увеличение острой токсичности [4].

На основе тетразолов синтезированы высокоэффективные препараты различного действия: антибактериальные (цефтезол, цефазолин, латамоксифен), антигипертензивные препараты (валсартан, лазартан, фимасартан) и антигистаминные препараты (пранлука, тазанопласт, пемиропласт) [3].

Также широко известен ряд лекарственных средств – блокаторов (антагонистов(АТ1-receptor blockers)), которые регулируют водно-солевой баланс, тонус сосудов и другие важные физиологические процессы в организме человека. Данные соединения содержат бифенилтетразолильный фрагмент в своей структуре и являются высокоэффективными гипотензивными лекарственными средствами, которые вот уже десятки лет используется в медицине [5].

#### **Библиографический список**

1. Харбаш Р.З. Методы синтеза 2,5-дизамещённых тетразолов и их физико-химические свойства: дис.к.х.н.СПбГТИ(ТУ), СПб. 2004
2. Ostrovskii V.A., Koldobskii G.I., Trifonov R.E. In *Comprehensive Heterocyclic Chemistry* III, 6, 2008. P.257.
3. Попова Е.А. Синтез, свойства и некоторые виды биологической активноститетразолов: дис. д.х.н.СПбГУ, СПб. 2018.
4. Ostrovskii V.A. Medicinal chemistry of tetrazoles / Ostrovskii V.A., Trifonov R.E., Popova E.A. // *Russ. Chem. Bull.* – 2012. – Vol. 61 – N. 4 – P. 768–780.
5. Popova E.A. Synthesis and biological properties of amino acids and peptides containing a tetrazolyl moiety / Popova E.A., Trifonov R.E. // *Russ. Chem. Rev.* – 2015. – Vol. 84 – N. 9 – P. 891–916.

*Научное издание*

## МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.2)

9-10 апреля 2020 г.

Корректор и техн. редактор В.А. Басова                      Темплан 2020 г., изд. № 36  
Подп. к печати 24.04.2020.                                      Формат А4.  
Электронное издание. Объем 4 печ.л.; 4 уч.-изд. л.  
Изд. № 36. Цена «С». Заказ

---

198095 г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д.4