

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Управление Росприроднадзора по Белгородской области  
Департамент природопользования и охраны окружающей среды  
Белгородской области  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова)**

**БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗАЩИТА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И  
ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Всероссийская научная конференция**

**(Белгород, 14—18 октября 2019 г.)**

**Сборник докладов**

**Белгород  
2019**

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Управление Росприроднадзора по Белгородской области  
Департамент природопользования и охраны окружающей среды  
Белгородской области  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова)**

**БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗАЩИТА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

Всероссийская научная конференция

(Белгород, 14—18 октября 2019 г.)

Сборник докладов

Белгород  
2019

**УДК 502**  
**ББК 20.1**  
**Б40**

*Редакционная коллегия:*  
Ж.А. Сапронова, М.И. Василенко

Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды:  
Б40 фундаментальные и прикладные исследования: сб. докл.  
Всеросс. науч. конф., Белгород, 14-18 октября, 2019 г. –  
Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. Ч.2. – 365 с.

ISBN 978-5-361-00735-6  
978-5-361-00737-0 (ч.2)

Сборник содержит материалы докладов Всероссийской научной конференции «Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования» по тематическим направлениям: «экологический мониторинг объектов окружающей среды: методы, приборы, технологические системы контроля», «энергосберегающие технологии и экологически чистые производства», «инновационные решения проблем защиты воздушного и водного бассейнов», «современные технологические решения проблем утилизации промышленных и бытовых отходов», «рациональное природопользование в антропогенных условиях среды», «эколого-экономическое регулирование природопользования в регионах».

Публикуется в авторской редакции.

**УДК 502**  
**ББК 20.1**

ISBN 978-5-361-00735-6  
978-5-361-00737-0 (ч.2)

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2019

## **СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

**УДК 691.33**

**Агеева М.С., канд. техн. наук, доц.  
Богусевич Г.Г., канд. техн. наук, доц.  
Сопин Д.М., канд. техн. наук,  
Богусевич В.А., канд. техн. наук,  
Гончаров Р.С., маг.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

### **ЗАКЛАДОЧНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ**

*В работе рассматривается возможность получения закладочных смесей на основе композиционного вяжущего с использованием цемента, отходов ММС железистых кварцитов, доменных гранулированных шлаков и добавок.*

*Ключевые слова: закладочные смеси, композиционные вяжущие, техногенное сырье, отходы мокрой магнитной сепарации, вяжущие низкой водопотребности.*

Анализ многолетнего опыта применения систем с твердеющей закладкой показывает, что использование закладки позволяет успешно решать многие технические и организационные вопросы: от сокращения объёма горнокапитальных работ и вовлечения в эксплуатацию новых участков со сложными гидрогеологическими условиями до снижения запылённости окружающей территории от хвостохранилищ [1-5].

Специфические условия многих месторождений, вовлекаемых в подземную отработку системами с закладкой выработанного пространства требуют неординарного подхода к решению комплекса сложных технологических, организационно-технических и технико-экономических задач по обоснованию оптимальных составов твердеющих смесей, технологии их приготовления и формирования искусственных массивов.

Известно, что основной особенностью техногенных песков, применяемых для производства композиционных вяжущих, является их химико-минеральный состав. Несмотря на то, что более низкое содержание кварца в составе техногенного песка вызывает некоторое снижение активности КВ на его основе, полиминеральный состав способствует снижению энергоёмкости помола вяжущего [6-10].

Целью работы явилось получение закладочных смесей на основе

композиционного вяжущего с использованием цемента, отходов ММС железистых кварцитов, доменных гранулированных шлаков и добавок.

Для получения вяжущих были использованы следующие материалы: портландцемент ЦЕМ I 32,5Н ГОСТ 31108–2003 ЗАО «Белгородский цемент», Новоліпецкй доменный гранулированный шлак с  $M_o = 1,14$  и  $M_a = 0,2$  и отходы мокрой магнитной сепарации (ММС) железистых кварцитов с  $M_k = 0,6$ , добавка Полипласт СП-1.

Физико-механические свойства используемых техногенных песков связаны со сложным комплексом факторов, важнейшими из которых являются минеральный состав, плотность, водопотребность и другие.

Отходы ММС железистых кварцитов и шлак характеризуются большими значениями показателей водопотребности и истинной плотности, по сравнению с отсевом кварцито-песчаника и природным песком (таблица 1).

Таблица 1 - Физические свойства используемых техногенных песков

Наименование	Шлак	ММС	Отсев КВП	Песок Таволжанский
Плотность насыпная в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	1090	1300	1490	1448
Плотность истинная, кг/м <sup>3</sup>	2820	2800	2670	2630
Водопотребность, %	15	24	5,5	7
Модуль крупности	2,71	0,9	3,5	1,38

Исследование вещественного состава сырьевых материалов, синтезированного вяжущего, а также бетонов на их основе включали определение химического состава, минералогического состава, рентгенофазового, дифференциально-термического анализов. Определение физико-механических характеристик сырьевых и синтезированных материалов проводилось по стандартным методикам согласно ГОСТам.

С целью выявления роли добавки доменного гранулированного шлака в композиционном вяжущем были разработаны составы КВ 20 с различным соотношением наполнителей (шлака и отходов ММС). Данные компоненты были взяты при одинаковом уровне дисперсности (200 м<sup>2</sup>/кг) и домалывались с цементом в течение 5 мин. Следует отметить, что количество добавки вводилось в процентном соотношении от массы цемента (таблица 2).

Таблица 2 - Составы и свойства вяжущих

№ п/п	Вид вяжущего	Цемент, %	Шлак, %	Отходы ММС, %	Д, %	Предел прочности при сжатии, МПа	
						7 сут.	28 сут.
1	КВ20	20	-	80	0,7	4,2	12,1
2	КВ 20	20	20	60	0,7	5,0	14,9
3	КВ 20	20	40	40	0,7	8,4	18,3
4	КВ 20	20	60	20	0,7	9,5	25,4
5	КВ 20	20	80	-	0,7	12,6	33
6	КВ 30	30	35	35	0,7	9,1	22,1
7	КВ 40	40	30	30	0,7	16,1	30,1
8	ЦЕМ I 32,5 Н	100	-	-	0,7	29,5	42,4

Установлено, что самую низкую прочность имеют вяжущее с содержанием отходов ММС 80%, самую высокую-вяжущие на одном шлаке.

Поскольку при производстве быстрое охлаждение шлакового расплава предотвращает (или приостанавливает) его кристаллизацию, позволяя сохранить в шлаке ту внутреннюю энергию, которая выделялась бы в виде теплоты образования и кристаллизации химических соединений, это повышает способность тонко размолотого гранулированного шлака затвердевать при затворении водой в присутствии возбuditелей твердения.

Обеспечение показателей прочности у вяжущих со шлаковой составляющей происходит за счет повышения удельной поверхности и, как следствие, возрастания доли мельчайших частиц, увеличивающих скорость гидратации. При этом сам шлак обладает гидравлическими свойствами, которые при тонком измельчении проявляются более полно.

Также повышение активности происходит за счет одновременного введения шлака и частичек отходов ММС железистых кварцитов, выступающих подложками и центрами кристаллизации, что можно отчетливо проследить на микрофотографиях (рисунок 1).

Таким образом, оптимизация процессов структурообразования композиционных вяжущих происходит за счет обеспечения последовательного роста новообразований при твердении системы «клинкерные минералы–кварц различного генезиса–шлак–вода–суперпластификатор», обусловленного разной интенсивностью и временем взаимодействия полигенетического кварца и частичек шлака с продуктами гидратации клинкерных минералов.

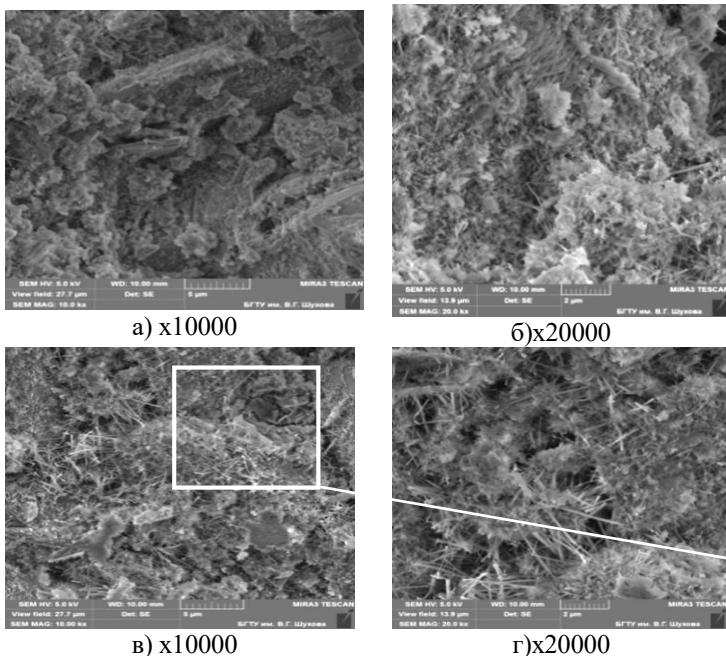


Рис.1 - Микроструктура вяжущих на основе шлака, отходов ММС и цемента: а,б- КВ 40; в,г- КВ 20

Халцедоновидная, регионально метаморфизованная, а также частично динамо-метаморфическая генерации кварца отходов ММС железистых кварцитов интенсивно связывают гидроксид кальция в мелкокристаллические нерастворимые гидросиликаты кальция, а контактово-метаморфическая разновидность и более крупные частицы шлака выступают подложками и центрами кристаллизации, что в целом способствует уменьшению количества дефектов, снижению кристаллизационного давления и оптимизации структуры материала.

### Библиографический список

1. Лесовик, В. С. Снижение энергоемкости производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород :дис. ... д-ра техн. наук : 05. 23. 05 / Лесовик Валерий Станиславович. – М., 1997. – 461 с.
2. Лесовик, Р. В. Использование техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов / Р. В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – С. 78 – 79.
3. Лесовик, Р. В. Мелкозернистые бетоны с использованием техногенных песков Курской магнитной аномалии для строительства

укрепленных оснований автомобильных дорог: монография / Р. В. Лесовик // Белгород : Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – 173 с.

4. Клюев, А.В. Сталефибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках КМА для изгибаемых конструкций /Клюев А.В., Лесовик Р.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . – 2012. – № 2. – С. 14-16.

5. Лесовик, Р. В. Комплексное использование отходов алмазообогатения / Р. В. Лесовик, М. Н. Ковтун, Н. И. Алфимова // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 8. – С. 30 – 31.

6. Лесовик, Р. В. Минеральные бетоны для щебеночных оснований / А. М. Гридчин, А. Н. Хархардин, Р. В. Лесовик, С. М. Шаповалов // Строительные материалы. – 2004. – № 3. – С. 74 – 75.

7. Комбинированное дисперсное армирование мелкозернистого бетона на техногенном сырье и нанодисперсном модификаторе /Клюев С.В., Лесовик Р.В., Казлитина О.В., Нетребенко А.В., Калашников Н.В., Митрохин А.А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . – 2014. – № 3. – С. 47-53.

8. Лесовик, Р. В. Техногенный песок в дорожном строительстве / Р. В. Лесовик // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С. 48 – 50.

9. Лесовик, Р. В. Мелкозернистый бетон для дорожного строительства / Р. В. Лесовик // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 11. – С. 92 – 95.

10. Клюев, С.В. Оптимальное проектирование высококачественного фибробетона / Клюев С.В., Клюев А.В., Лесовик Р.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . – 2015. – № 6. – С. 119-121.

**УДК 691.33**

**Богусевич Г.Г., канд. техн. наук, доц.**

**Сопин Д.М., канд. техн. наук,**

**Богусевич В.А., канд. техн. наук,**

**Гасанов О.Д., маг.,**

**Гончаров Р.С., маг.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ КМА И КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР**

*В работе рассматривается возможность использования техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии для получения мелкозернистого бетона используемого при зимнем бетонировании на основе композиционных вяжущих.*



*Ключевые слова: мелкозернистый бетон, композиционные вяжущие, техногенное сырье, отходы горнорудной промышленности, зимнее бетонирование.*

В настоящее время в России монолитные бетонные и железобетонные конструкции находят все более широкое применение в строительстве различных зданий и сооружений. В нашей стране здания и сооружения из монолитного бетона возводят круглогодично, наиболее ответственным периодом монолитного строительства является бетонирование в зимний период, в связи с этим актуальными являются мероприятия по созданию надлежащих условий твердения бетона и достижения им необходимых проектных характеристик.

Из всех видов зимнего бетонирования, широко применяющихся в строительстве при отрицательных температурах и обеспечивающих достижение бетоном до замерзания критической прочности. Решение данной проблемы применительно к условиям Белгородской области возможно за счет использования электропрогрева мелкозернистого бетона и замены цемента современными композиционными вяжущими веществами на основе местного сырья.

В технологии зимнего бетонирования достаточно широко и эффективно применяются различные способы предотвращения замораживания бетона, не набравшего критической прочности, достаточной для восприятия внутренних напряжений, связанных с процессами льдообразования в массиве бетонированной конструкции.

Наиболее эффективный метод зимнего бетонирования - прогрев бетона. Он позволяет не только непрерывно вести работы зимой, но и интенсифицировать вызревание бетона, повысить скорость строительства и темп оборачиваемости опалубки.

В настоящее время в строительстве все чаще находят применение мелкозернистые бетоны с использованием промышленных отходов и в частности отсевов дробления попутно-добываемых пород, таких как кварцитопесчаники, малорудные кварциты, гранитогнейсы, амфиболиты и сланцы. Техногенные пески образуются в основном в результате механического разрушения горных пород различного состава и строения при обогащении полезных ископаемых и получении щебня. Наиболее ценным сырьем для получения заполнителя являются отсеvy дробления кварцитопесчаников [1-6].

Они отличаются от традиционно применяемого песка полиминеральным составом, а также наличием кварца различных генетических типов, включая более реакционноспособные разновидности.

Результаты физико-механических испытаний кварцитопесчаника Лебединского месторождения свидетельствуют об их высоком качестве. Отсев образующийся в процессе дроблении щебня (около 17% фракций менее 5 мм) характеризуется содержанием кварца 94,56%, и его можно применять в качестве заполнителя для мелкозернистого бетона.

Для обеспечения требуемых свойств бетонов в зимних условиях необходимо повышение марки цемента или увеличение его расхода. К тому же, значительные объемы строительной деятельности требуют больших объемов поставки вяжущего. Решение данной проблемы возможно за счет использования современных композиционных вяжущих и бетонов на основе местного сырья с учетом его минерального состава [7-13].

В данной работе исследовалась возможность получения мелкозернистого бетона для работ при отрицательных температурах, на основе композиционных вяжущих, с использованием в качестве заполнителя - отсева дробления кварцитопесчаника Лебединского месторождения Курской магнитной аномалии.

Композиционные вяжущие получали путем совместного помола портландцемента ЦЕМ I 42.5Н ЗАО «Белгородский цемент» до удельной поверхности 500 м<sup>2</sup>/кг, пластифицирующей добавки Полипласт СП-1 в оптимальной дозировке с дальнейшим изучением дисперсности и зернового состава полученных вяжущих, а также исходного портландцемента (таблица 1).

Таблица 1 - Физико-механические характеристики вяжущих

Вид вяжущего	Нормальная густота теста, %	Сроки схватывания, мин		В/Ц	Активность вяжущего, кг/см <sup>2</sup> (МПа)	
		начало	конец		при изгибе	при сжатии
ЦЕМ I 42.5Н	26.2	2-40	3-50	0.4	7,2	50,4
ТМЦ-100	25.3	2-20	3-30	0.41	10,2	71,3
ВНВ-100	22.8	2-10	3-10	0.28	12,4	89,2

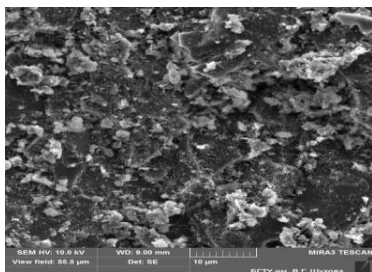
Для изучения влияния композиционных вяжущих на свойства мелкозернистого бетона, изготавливались образцы класса В20 с осадкой конуса в пределах 10–12 см, которые в дальнейшем прогревались с помощью электродного способа прогрева (таблица 2).

Таблица 2 - Физико-механические характеристики мелкозернистых бетонов

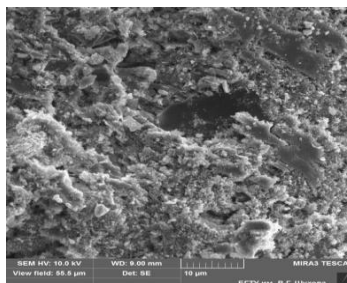
Вид вяжущего	Расход материалов			Плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	R <sub>ср</sub> , МПа
	Цемент, кг/м <sup>3</sup>	Заполнитель, кг/м <sup>3</sup>	Вода, л/м <sup>3</sup>		
ЦЕМ I 42.5Н	415	1762	250	2280	25,2
ТМЦ-100	351	1825	218	2260	26,3
ВНВ 100	325	1864	162	2250	26,0

Исследования физико-механических характеристик показало, что свойства бетонов изготовленных на композиционных не уступают по своим характеристикам образцам аналогичного состава, изготовленного на портландцементе. Отсюда можно сделать вывод, что применение композиционных вяжущих с добавкой суперпластификатора позволяет существенно снизить расход цементной составляющей без снижения прочностных характеристик бетона.

Изучение микрофотографий приготовленных мелкозернистых бетонов показало следующее (рисунок1).



1)



2)

Рис. 1 - Микроструктура мелкозернистых бетонов в возрасте 28 сут.: 1- ТМЦ-100; 2 – ВНВ-100

Образовавшийся цементный камень представляет собой микроскопически неоднородную дисперсную систему. Заполняющая часть в нем представлена цементными зернами, еще не вступившими в реакции, а также частицами кремнеземсодержащего наполнителя у бетонов на основе ВНВ и ТМЦ, а вяжущая — гелеобразными и кристаллическими новообразованиями.

Таким образом, применение композиционных вяжущих, позволяет получить бетоны класса В20 с пониженным содержанием клинкерной составляющей по сравнению с аналогичными составами на основе

цемента, экономический эффект достигается путем замены дорогостоящего щебня техногенными песками региона КМА, использование которых будет также способствовать улучшению экологической обстановки в регионе.

### **Библиографический список**

1. Лесовик, В. С. Снижение энергоемкости производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород :дис. ... д-ра техн. наук : 05. 23. 05 / Лесовик Валерий Станиславович. – М., 1997. – 461 с.

2. Лесовик, Р. В. Использование техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов / Р. В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – С. 78 – 79.

3. Лесовик, Р. В. Мелкозернистые бетоны с использованием техногенных песков Курской магнитной аномалии для строительства укрепленных оснований автомобильных дорог: монография / Р. В. Лесовик // Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2004. – 173 с.

4. Лесовик, Р.В. Разработка составов закладочных смесей/ М.С. Агеева, Г.Г. Богусевич, Д.М. Сопин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . – 2016. – № 12. – С. 31-34.

5. Лесовик, Р. В. Комплексное использование отходов алмазобогащения / Р. В. Лесовик, М. Н. Ковтун, Н. И. Алфимова // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 8. – С. 30 – 31.

6. Лесовик, В. С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / В. С. Лесовик, М. С. Агеева, А. В. Иванов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 29 – 32.

7. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов / Л. А. Вешнякова, М. А. Фролова, А. М. Айзенштадт, В. С. Лесовик, О. Н. Михайлова, Т. А. Махова // Строительные материалы. – 2012. – № 10. – С. 53 – 55.

8. Минеральные бетоны для щебеночных оснований / А. М. Гридчин, А. Н. Хархардин, Р. В. Лесовик, С. М. Шаповалов // Строительные материалы. – 2004. – № 3. – С. 74 – 75.

9. Лесовик, Р.В. Повышение эффективности крупнопористого керамзитобетона за счет использования композиционных вяжущих из техногенного сырья различной природы. / М.С. Агеева, Г.А. Лесовик, Г.Г. Богусевич, С.М. Шаповалов, Д.М. Сопин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. – Шухова . – 2016. – № 11. – С. 58-62.

10. Лесовик, Р. В. К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе / Р. В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – Прил. «Наука». – № 10. – С. 13 – 15.

11. Лесовик, Р. В. Техногенный песок в дорожном строительстве / Р. В. Лесовик // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С. 48 – 50.

12. Лесовик, Р. В. Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья / Р. В. Лесовик, М. С. Ворсина // Строительные материалы. – 2005. – № 5. – С. 46 – 47.

13. Денисова, Ю.В. Долговечность штукатурных фасадных систем гражданских зданий / В.Н. Тарасенко, Р.В. Лесовик, А.А. Митрохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . – 2016. – № 7. – С. 22-26.

**УДК 691.33**

**Богусевич Г.Г., канд. техн. наук, доц.  
Сопин Д.М., канд. техн. наук,  
Богусевич В.А., канд. техн. наук,  
Гасанов О.Д., маг.,  
Гончаров Р.С., маг.**  
*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КМА И ВЯЖУЩИХ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ**

*В работе исследуется возможность применения техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии в качестве компонента композиционного вяжущего и сырья для мелкозернистого бетона для работ при отрицательных температурах.*

*Ключевые слова: мелкозернистый бетон, композиционные вяжущие, техногенное сырье, отходы горнорудной промышленности, зимнее бетонирование.*

В настоящее время в стране интенсивно развиваются технологии возведения зданий и сооружений из монолитного бетона с применением комплексных модификаторов различного функционального назначения. Вместе с тем одной из острых проблем является повышение эффективности бетонирования при низких положительных и отрицательных температурах, поскольку продолжительность зимнего периода для климатических условий средней полосы России составляет 5–6 месяцев.

Известно, что процессы гидратации и твердения бетона при снижении температуры замедляются и практически прекращаются при снижении ее ниже нуля. Поэтому столь важным являются вопросы проектирования, приготовления, транспортирования, укладки и ухода за бетоном, твердение которого происходит в зимних условиях.

В технологии зимнего бетонирования достаточно широко и эффективно применяются различные способы предотвращения

замораживания бетона, не набравшего критической прочности, достаточной для восприятия внутренних напряжений, связанных с процессами льдообразования в массиве бетонируемой конструкции.

Электропрогрев (электродный прогрев) бетона является одним из экономичных методов термообработки, поскольку проходящий сквозь бетон электрический ток разогревает изнутри всю массу материала. Целесообразна область применения прогрева бетона в неармированных или малоармированных конструкциях. Сегодня получают все более широкое распространение в строительстве мелкозернистые бетоны. Большая однородность структуры и широкая возможность ее модификации позволяют получать мелкозернистые бетоны самых различных свойств и назначения. Повышение эффективности производства мелкозернистых бетонов, отличающихся повышенным содержанием цемента, связано с использованием местного сырья и отходов промышленности [1-3].

Поэтому в развитии технологии мелкозернистого бетона актуальным является снижение расхода цемента и получение однородной структуры материала за счет применения композиционных вяжущих, а получение таких вяжущих с использованием техногенных отходов, в частности отсева дробления кварцитопесчанника Лебединского месторождения КМА в качестве заполнителя, позволяет значительно понизить себестоимость мелкозернистых бетонов [4-6].

Для оценки возможности применения отсева кварцитопесчанника как сырья для производства бетона и получения композиционных вяжущих, были разработаны составы мелкозернистого бетона с использованием портландцемента Цем I 42,5Н, а также вяжущих низкой водопотребности (ВНВ), которые в дальнейшем прогревались с помощью электропрогрева и твердели в условиях отрицательных температур в течении 28 суток, их характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-механические характеристики вяжущих

Вид вяжущего	Нормальная густота теста, %	Сроки схватывания, мин		В/Ц	Активность вяжущего, (МПа)	
		начало	конец		при изгибе	при сжатии
ЦЕМ I 42.5Н	26,2	2-40	3-50	0,4	7,2	50,4
ТМЦ-50 (КВП)	27,1	2-30	4-40	0,43	6,8	44,7
ВНВ-50 (КВП)	24,3	2-10	4-10	0,35	8,8	55,1

Исследования физико-механических характеристик показало, что свойства бетонов изготовленных на ВНВ-50 превышают характеристики образцов аналогичного состава изготовленных на портландцементе. Отсюда можно сделать вывод, что применение композиционных вяжущих с добавкой суперпластификатора позволяет существенно увеличить прочностные характеристики бетона (таблица 3).

Таблица 3 - Физико-механические характеристики мелкозернистых бетонов

Вид вяжущего	Расход материалов			Подвижность, ОК, см	R <sub>ср</sub> , МПа
	Цемент, кг/м <sup>3</sup>	Заполнитель, кг/м <sup>3</sup>	Вода, л/м <sup>3</sup>		
ЦЕМ I 42.5Н	415	1800	250	10-12	25,2
ТМЦ-50	415	1800	286	10-12	22,9
ВНВ-50	415	1800	230	10-12	29,6

Установлено, что прочностные свойства мелкозернистого бетона с применением ВНВ-50 выше, чем у бетона контрольного состава на обычном портландцементе, что можно объяснить высокими характеристиками самого вяжущего низкой водопотребности, его высокой дисперсности, низкой водопотребности, высокой активности, за счет чего улучшается состояние контактной зоны на границе раздела цементный камень – заполнитель, а также состав и структура новообразований в этой зоне.

В связи с тем, что разработанные мелкозернистые бетоны планируется использовать в монолитном строительстве, важным является изучение их деформативных характеристик (таблица 4).

Таблица 4 - Деформативные характеристики мелкозернистых бетонов

Вид вяжущего	Призменная прочность, кг/см <sup>2</sup> (МПа)	Модуль упругост и E <sub>б</sub> · 10 <sup>-3</sup> , МПа
ЦЕМ I 42.5Н	17,7	15,6
ТМЦ-50	16,0	13,7
ВНВ-50	19,5	17,3

Исследовав деформативные показатели, были получены следующие результаты, дающие основание сделать вывод о том, что на отсеве дробления кварцитопесчанников и композиционных вяжущих возможно получение мелкозернистых бетонов для

изготовления ответственных изделий и конструкций, соответствующих нормативной документации для данного вида строительства.

Таким образом, использование техногенного сырья региона КМА в качестве заполнителя и компонента композиционных вяжущих, позволяет получить мелкозернистые бетоны для работ при отрицательных температурах и будет способствовать как удешевлению строительства, так и улучшению экологической ситуации в регионе.

### **Библиографический список**

1. Lesovik R.V. Fine-grain concrete from mining waste for monolithic construction / Lesovik R.V., Ageeva M.S., Lesovik G.A., Sopin D.M., Kazlitina O.V., Mitrokhin A.A. / IOP Conference Series: Material Science in Mechanical Engineering. – Vol.11. - 2018. - 032028.

2. Лесовик В.С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / Лесовик В. С., Агеева М.С., Иванов А.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. – № 3. – С. 29 – 32.

3. Лесовик Р.В. Перспективы использования техногенного сырья для получения закладочных смесей / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Сопин Д.М., Казлитина О.В., Селюков М.А. // Фундаментальные основы строительного материаловедения Сб. докл. Междунар. онлайн-конгресса. - 2017. - С. 115-120.

4. Лесовик Р.В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.

5. Лесовик Р. В. Активация наполнителей композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2009. – № 1. – С. 87 – 89.

6. Лесовик Р. В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Лесовик Р. В., Жерновский И.В. // Строительные материалы. - 2008. – № 8. – С. 78 – 79.

**УДК 662.99**

**Васильченко Ю.В., канд. техн. наук, доц.,  
Крючков М.И., маг.,  
(БГТУ им. В.Г.Шухова, г.Белгород, Россия)**

## **ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ**

*Рекомендуемые к применению оборудование и методы комплексной утилизации отходящих технологических газов агрегатов для обжига карбонатных пород, решают не только вопросы охраны окружающей среды, но позволяет сделать процесс производства практически безотходным.*



*Ключевые слова: технология утилизации, энергосбережение, вторичные энергоресурсы, энергетический потенциал, расход топлива, вращающиеся печи, диоксид углерода, окислы азота, «парниковый» эффект, теплообменные аппараты, очистка газов.*

По итогам 2018 года, производство всех видов извести в РФ [1] составило 11160 тыс. т. Объем производства извести в технически развитых зарубежных странах: США – 19 млн. т, Германии – 7,2 млн. т, Японии – 7,3 млн. т, а в развивающихся странах таких как Китай, Индия и Бразилия – 300, 16 и 8,4 млн. т соответственно. Общемировой выпуск извести достиг 420 млн. т [2]. Растущие объемы производства вызывают увеличение отходов. Выбросы аэрозолей, пыли, продуктов сгорания топлива и разложения породы достигли таких масштабов, что приводят к глобальным изменениям климата планеты.

Путем обработки отходов может быть получена дефицитная продукция, находящаяся на рынке в небольшом количестве. Находящаяся в отходящих газах в достаточном для утилизации объеме углекислота необходима на предприятиях пищевой и сельскохозяйственной промышленности, в медицине и ряде других производств, которые приходится оснащать специальными цехами углекислоты. А выделение углекислоты из газовой смеси позволяет обеспечить производство сахара, и одновременно снизить себестоимость извести за счет дополнительной прибыли.

Таким образом, необходимость комплексной утилизации отходов известкового производства обусловлена рядом причин экологического, энергетического и экономического характера.

Во вращающихся печах известь получается путем обжига известняка или мела. Технология производства извести такова, что уловленная пыль не возвращается в печь, а отгружается в качестве удобрения для использования на нужды сельского хозяйства, так как удовлетворяет требованиям ГОСТ 14050-93 на известняковую муку. Такая технология существенно снижает количество отходов производства. Однако путем обработки технологических газов можно добиться еще более полного и комплексного использования всех компонентов сырья и топлива.

При производстве извести на каждый килограмм продукта выделяется до 0,9 кг диоксида углерода  $\text{CO}_2$ . Если диоксид углерода выделить из смеси и обработать, может быть получена такая коммерческая продукция как техническая и пищевая углекислота. Остальная часть газовой смеси на 95-97% состоит из азота  $\text{N}_2$ , что удовлетворяет требованиям на технический азот. Таким образом, из

отходов производства может быть получена дополнительная товарная продукция.

Установки по комплексной утилизации технологических газов находятся в стадии разработки. Еще в 1991 году ленинградской школой теплохладоэнергетиков была предложена установка для утилизации дымовых газов ТЭС. Установка перерабатывала 50000 м<sup>3</sup>/ч дымовых газов. Ее внедрение обеспечивало экономию топлива в размере 3,3 тыс. тонн условного топлива в год за счет реализации теплонасосного эффекта и напорной утилизации тепла; сокращение выбросов углекислого газа на 50%, а также выработку 13 тыс. тонн в год товарного «сухого» льда, годовой эффект от реализации которого составил 700 тыс. рублей. Установка была создана на базе стандартного, хорошо отработанного в промышленности оборудования и окупилась в течение 3 лет [3].

Уменьшение расхода топлива не только важнейшее экономическое мероприятие для топливно-энергетического комплекса, но и путь возможного существенного снижения капиталоемкости технологического оборудования, капитальные затраты на которое систематически возрастают. Уменьшение расхода топлива является также предпосылкой нейтрализации вредного воздействия технологии на окружающую среду.

Уменьшение расхода топлива – важнейшая задача и в производстве извести, особенно во вращающихся печах. Вращающиеся печи отличаются повышенным удельным расходом топлива на обжиг, который при производстве мокрым способом составляет 270 - 380 кг условного топлива на тонну продукта, а при производстве сухим способом — 240 – 308 кг условного топлива на тонну продукта. Эти показатели немного превышают показатели печей кипящего слоя, где расход топлива составляет 129 -134 кг условного топлива на тонну продукта [4].

Одним из источников получения существенной экономии топлива и энергии является повышение уровня использования вторичных энергоресурсов. Отходящие технологические газы высокотемпературных установок обладают энергетическим потенциалом, характеризующимся температурой 170 – 300°С и влажностью 0,14 – 0,4 кг/кг, что определяет их энтальпию в пределах 600- 1500 кДж/кг. При производстве извести эти показатели составляют: для шахтных печей 50 -10 кДж/кг, для вращающихся печей — 190 -290 кДж/кг, для печей кипящего слоя — 280 -380 кДж/кг [4]. Утилизация низкопотенциального тепла является важнейшей задачей, поскольку по объему оно занимает более половины всех

вторичных энергоресурсов. Актуальность этой задачи с каждым годом возрастает, так как совершенствование технологических процессов ведет к сокращению в первую очередь потерь тепла высокого потенциала. Утилизация низкотемпературных вторичных энергоресурсов способствует охране окружающей среды от химического и теплового загрязнения.

Рост объемов производства извести ведет к образованию огромного количества выбросов. Основной проблемой загрязнения атмосферы при производстве извести является выброс аэрозолей. При производстве извести также выбрасываются продукты сгорания топлива, включая оксиды серы, азота, углерода. Объем выброса зависит от типа топлива и эффективности работы печи. При этом выбрасывается большое количество диоксида углерода, приблизительно равное количеству производимой извести. Величины выбросов в отсутствие улавливания приведены в таблице 1 [5]:

Таблица 1 – Выбросы известковообрабатывающих печей, кг/ т извести

Тип печи	Аэрозоль	Оксиды азота	Оксиды углерода
Вращающаяся печь	136	1,3	0,9
Вертикальная печь	3,6	—	—

Трение породы и извести в печи дает большое количество аэрозолей. В процессе выделения диоксида углерода из породы происходит дополнительное образование пыли, вследствие разрушения породы.

Опираясь на имеющийся опыт комплексной обработки отходов высокотемпературных установок, схема утилизации газов может быть составлена на базе стандартного оборудования, включающего эффективные теплообменные аппараты для утилизации теплового потенциала газов и аппараты, осуществляющие очистку газов от вредных примесей.

В основу выделения из газовой смеси  $\text{CO}_2$  положен метод вымораживания. Метод базируется на высокоэкономичном цикле низкого давления, в котором функцию рабочего тела призваны выполнять сами отходящие газы. Содержание  $\text{CO}_2$  в исходной смеси таково, что даже при небольшом давлении в цикле 0,3 - 0,5 МПа располагаемого теплоперепада при последующем их расширении до 0,11 – 0,12 МПа достаточно для практически полного вымораживания углекислоты. Технологическая схема установки комплексной

обработки технологических газов производства извести приведена на рисунке 1.

Технологические печные газы с температурой 122 – 172<sup>0</sup>С по газоходу 13 поступают в нижнюю часть контактно-рекуперативного теплообменника 1. Поднимаясь вверх газ смешивается с промежуточным теплоносителем, подаваемым через форсунки, в результате чего образуется двухфазный газожидкостный поток, который проходя через газораспределительную решетку, образует на ней пенный слой. Пенная структура вследствие большой поверхности взаимодействия фаз обладает высоким коэффициентом теплоотдачи и, обладая высокой относительной скоростью движения, обеспечивает высокую эффективность процесса теплообмена между газом и жидкостью.

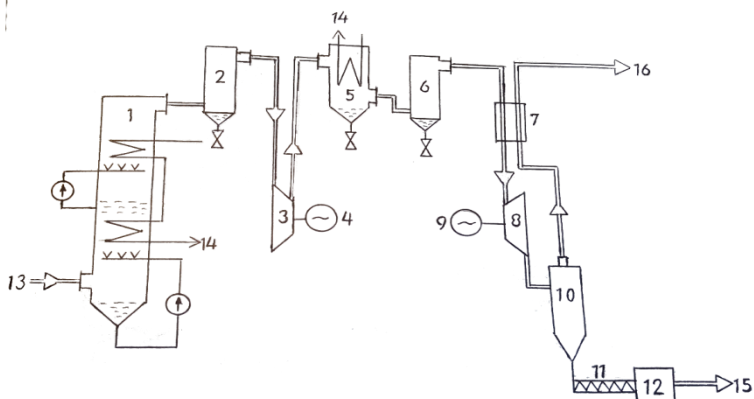


Рис. 1. Схема установки комплексной утилизации технологических газов

1 – контактно-рекуперативный теплообменник	12 – оживительная приставка
2, 6 – влагоотделитель	13 – подвод печных газов
3 – компрессор	14 – отвод печных газов
4 – электродвигатель	15 – отгрузка «сухого» льда
5 – напорный экономайзер	16 – отвод газообразного технического азота
7 – регенератор	
8 – турбодетандер	
9 – электрогенератор	
10 – сепаратор	
11 – устройство прессования	

При прохождении пенного газожидкостного потока вверх по межтрубному пространству теплота газа отдается промежуточному теплоносителю, от которого через стенки трубок передается воде,

проходящей по трубам. Над трубным пучком в сепараторах происходит разделение газа и жидкости. Газ направляется во вторую ступень, а промежуточный теплоноситель стекает в бак, откуда насосом вновь подается на оросительное устройство. Вторая ступень работает аналогично первой. Необходимость использования двухступенчатой схемы вызвано стремлением получить максимальную температуру воды на выходе: при двухступенчатой схеме воду можно нагреть до температуры мокрого термометра газа. Теплообменник обладает высокой степенью пылеулавливания – 99,9 %. Охлажденные до 20<sup>0</sup>С и обеспыленные газы направляются во влагоотделитель 2, а нагретая до 60<sup>0</sup>С вода 14 отводится в систему горячего водоснабжения.

В качестве влагоотделителя использован малогабаритный прямоточный циклон-каплеуловитель центробежного типа КЦТ. Остаточный унос капель не превышает 0,07 г/м<sup>3</sup> газа. После влагоотделителя 2 дымовые газы сжимаются в компрессоре 3 до давления 0,4 МПа, нагреваясь при этом до температуры ≈ 200<sup>0</sup>С. Газовая смесь с такими параметрами поступает в напорный экономайзер 5, представляющий собой кожухотрубчатый рекуперативный теплообменник газоводяного типа. Газовая смесь охлаждается до температуры ниже точки росы ≈ 40<sup>0</sup>С за счет подогрева воды, которая в дальнейшем используется в системе горячего водоснабжения или для получения пара.

Для удаления из охлажденной газовой смеси капельной влаги предусмотрен еще один влагоотделитель 6.

После него газовая смесь направляется для дополнительной осушки и охлаждения в регенератор 7. Необходимость установки регенератора вызвана наличием в газовой смеси компонентов, вымерзающих при низкой температуре и способных забить проточную часть детандера. Одновременно с вымораживанием примесей протекает процесс их адсорбции на поверхности насадки. Регенератор работает в режиме самоочистки: поток газа во время «холодного» дутья полностью сублимирует, десорбирует и выносит из регенератора все примеси, сконденсированные в жидкую и твердую фазу с поверхности насадки во время «теплого» дутья.

После регенератора газовая смесь расширяется в турбодетандере 8 до требуемых давления и температуры, при которых, содержащийся в газовой смеси СО<sub>2</sub> переходит в кристаллическое состояние. Работа расширения может быть использована для привода компрессора 3 или привода электрогенератора 9. Образующаяся снеговидная масса накапливается в сепараторе 10, затем брикетировается в устройстве 11 и отгружается потребителю в качестве «сухого» льда 15. Выходящие из

сепаратора 10 газы отдают свой холод насадке регенератора 7, из которого отводятся с параметрами, близкими к параметрам окружающей среды. Газы на 95 – 97 % состоят из азота, поэтому могут быть использованы в качестве технического азота. Установка может комплектоваться ожижительной приставкой 12, позволяющей производить диоксид углерода в сжиженном состоянии.

Таким образом, предложенная технологическая обработка отходящих газов печных агрегатов для обжига извести является по существу безотходной.

#### **Библиографический список**

1. Обзор рынка извести. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cmpro.ru/rus/catalog/izvest/\\_analitika/Byulleten\\_\\_po\\_Izvesti.\\_Obzor\\_rinka\\_i\\_zvesti\\_v\\_RF\\_v\\_dekabre\\_2018\\_goda.html](https://cmpro.ru/rus/catalog/izvest/_analitika/Byulleten__po_Izvesti._Obzor_rinka_i_zvesti_v_RF_v_dekabre_2018_goda.html)
2. Известь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://statinformation.ru/prom/lime.html>
3. Ятров С.Н. Энергосберегающие технологии в СССР и за рубежом. - М.: Энергосбережение. - 1991. - 283 с.
4. Табунщиков А. П. Производство извести. - М.: Химия. - 1974. - 240 с.
5. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник в 2-х томах под ред. С. Калверта и Г.М. Инглунда. пер. с англ. - М. Металлургия. - 1988г. - 712 с.

**УДК 504.4.054**

**Внукова А. С. студ.,  
Кирюшина Н.Ю. канд. тех. наук, доц.**  
(Россия, Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова)

### **СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

*В статье рассмотрены различные виды сорбционных материалов растительного происхождения, их эффективность и целесообразность в использовании. Изучены научные статьи российских и зарубежных авторов.*

*Ключевые слова: сорбция, растительные отходы, сорбенты, очистка, сточные воды.*

Очистка воды от различных загрязнителей в настоящее время является весьма актуальной задачей, требующей применения новых и более усовершенствованных подходов, в том числе ресурсосберегающих технологий, позволяющих использовать в производственных процессах очищенную воду, тем самым снижая потребление свежей.

Как показывает практика водоочистки, использование сорбентов является наиболее эффективным методом, вследствие чего очищаемая вода уже не содержит грубодисперсные примеси.

Сорбция – один из наиболее эффективных методов очистки воды. Под этим термином понимают способность одного вещества поглощать различные вещества своей поверхностью или объемом. Основным элементом для осуществления сорбции является материал-сорбент, который обладает достаточно развитой поверхностью и, как следствие, способен к поглощению загрязнений из воды. При этом традиционные виды сорбентов (активированные угли, цеолиты) часто заменяются на материалы, полученные из второсортного сырья, в частности, отходов производства. Так, для очистки стоков все большее применяются отходы агропромышленного комплекса – солома злаковых культур, кора деревьев, шелуха гречихи, риса, лузга подсолнечника, свекловичный жом, арахиса и другие. Также в качестве основы для получения сорбентов могут применяться целлюлозосодержащие материалы – отходы деревообрабатывающей промышленности, к которым относятся срезки, стружки, опилки, щепа, древесная пыль, кора и др [1-3].

Данные материалы могут с успехом использоваться для извлечения из воды самых разнообразных соединений, в том числе тяжелых металлов.

Кадмий, цинк, медь, никель, свинец, ртуть и хром часто обнаруживаются в промышленных сточных водах, которые образуются на гальванических, металлургических, энергетических предприятиях при добыче полезных ископаемых, производстве электрических батарей, в кожевенной, нефтеперерабатывающей, лакокрасочной промышленности и т. д. В отличие от органических отходов, тяжелые металлы не являются биоразлагаемыми, поэтому они могут накапливаться в живых тканях, вызывая различные заболевания и расстройства. Именно поэтому они должны быть удалены из сточных вод [4].

Такие методы очистки как: химическое осаждение, ионный обмен, электрофлотация, обратный осмос, электродиализ и т. п. являются наиболее сложными и ресурсозатратными, чем сорбционные технологии на основе растительного сырья.

Много исследований по сорбции ионов тяжелых металлов проведено на различных необработанных растительных материалах, таких как, в частности, листья кукурузы, золы рисовой шелухи и коры деревьев, стержни кукурузных початков. Данный отход относится к целлюлозосодержащему сырью и имеет губчатую пространственно-

каркасную структуру, обладает высокой гидрофобностью. К преимуществам использования растительных отходов для очистки сточных вод относят: относительно простую технологию обработки, хороший потенциал адсорбции, селективность по отношению к ионам тяжелых металлов, низкую стоимость, доступность, простоту регенерации. Однако, необработанные растительные отходы имеют низкую адсорбционную емкость. Кроме этого, в процессе сорбции происходит повышение уровней химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода (БПК), а также общего органического углерода (ООУ) в очищаемой воде в связи с выходом растворимых органических соединений, содержащихся в растительных материалах. Увеличение значений ХПК, БПК и ООУ может вызвать снижение содержания кислорода в воде, что может угрожать водным экосистемам. Поэтому такие отходы должны быть модифицированы до применения в качестве сорбентов для извлечения ионов тяжелых металлов.

В ряде научных работ были изучены сорбционные свойства модифицированных опилок, получаемых от деревообрабатывающей промышленности, - распространенный и легкодоступный побочный продукт. Они содержат различные органические соединения (лигнин, целлюлозу и гемицеллюлозу) с полифенольными группами, которые способны связывать ионы тяжелых металлов посредством разнообразных механизмов [3]. Авторами проведены исследования эффективности извлечения ионов меди и цинка опилками. Два типа опилок, тополя и ели, были обработаны растворами гидроксида натрия (они способствуют набуханию волокон) и карбоната натрия, после чего проводилось сравнение адсорбционной способности обработанных и необработанных опилок. Немодифицированные опилки обоих типов показали большую эффективность поглощения ионов меди, чем цинка. После обработки щелочью было отмечено увеличение адсорбционной емкости к указанным металлам (в 2,5 раза по ионам  $\text{Cu(II)}$  и 15 раз - по ионам  $\text{Zn(II)}$ ) [5]. В другом эксперименте авторами было обнаружено, что выщелачивание окрашенных органических веществ в процессе адсорбции может быть устранено путем предварительной обработки формальдегидом в кислой среде, с последующей обработкой гидрооксидом натрия, либо лишь щелочью. Согласно данным, приведенным в работе, щелочь улучшает адсорбцию освобождением на поверхности опилок новых адсорбционных центров. Однако, повышение концентрации гидроксида натрия для модификационных целей не приводит к существенному увеличению адсорбционной емкости. Для



модификации авторы предлагают использовать раствор щелочи с концентрацией не выше 1 %. Температура модификации также не является существенным фактором для значительного повышения адсорбционной емкости опилок. Было отмечено лишь небольшое повышение адсорбции меди и никеля, в случае обработки опилок гидроксидом натрия при высокой температуре. Изучение адсорбционной емкости при обработке карбонатом натрия показало, что модифицированные опилки в два раза лучше адсорбируют ионы меди и в шесть раз ионы цинка по сравнению с модифицированными [6].

Таким образом, проанализировав литературные данные по получению и использованию сорбционных материалов растительного происхождения, можно сделать вывод что сорбенты данного происхождения являются экономически выгодными, энергосберегающими и относительно простыми в использовании.

#### **Библиографический список**

1. Степанова С.В., Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы / Степанова С.В., Шайхiev И.Г., Свергузова С.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. - № 6 - с. 183-186.
2. Шайхiev И.Г., Кератинсодержащие отходы птицеводства как сорбционные материалы для удаления поллютантов из водных сред. 2. Извлечение органических соединений. / Шайхiev И.Г., Шайхieva К.И. // Вестник Казанского технологического университета.- 2015. – Т. 18. № 5 – с. 216-220.
3. Современные технологии в области переработки химических продуктов коксования /Обзорная информация о современном состоянии коксохимических предприятий России, ФГУП ВУХИН, Екатеринбург. - 2010. – 49 с.
4. Vasilenko, T. A. Wastewater Treatment from heavy metals using extracts of wood processing waste (oak bark) / Vasilenko T. A., Kiryushina N. Yu., Semeykin A. Yu. // IOP. Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2018. – Vol. 451. - 012221.
5. Богданов, Н.И. Биологическая реабилитация водоёмов / Н.И. Богданов. - Пенза: РИОПГСХА, 2008. — 126 с.
6. Климов, Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. - УлГТУ, Ульяновск. - 2011. - 201 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Показано, что использование попутно извлекаемых пород незавершенной стадии глинообразования позволит расширить сырьевую базу автоклавных материалов, сократить энергозатраты на производство, а также улучшить экологическое состояние окружающей среды в районах горнодобывающих предприятий.*

*Ключевые слова: попутно извлекаемые породы, глинистые породы незавершенной стадии глинообразования, силикатные материалы.*

Рациональное использование минерального сырья и, в частности, отходов горно-обогатительных предприятий является одним из приоритетных направлений при решении проблем охраны окружающей среды. Научно-технический уровень развития общества в значительной мере характеризуется объемом и полнотой переработки минерального сырья в полезный продукт, так как значительная доля ископаемых идет в отходы и, соответственно, создаются проблемы их складирования и защиты окружающей среды.

Основной задачей настоящего времени является использование техногенных отходов, что обещает большие экономические выгоды главному производству, которое несет дополнительные затраты за счет увеличения расхода рабочей силы, энергии и удаления отходов в отвалы. Тем не менее, до сих пор многие технологии проектируются и создаются для обеспечения качественных характеристик исключительно основного продукта, а попутно извлекаемое сырье направляется в отвал. Современное технологическое развитие невозможно без комплексной переработки сырья и создания безотходных производств.

Одним из путей решения этой проблемы заключается в использовании попутно извлекаемых пород для получения строительных материалов широкого назначения. Это также актуально тем, что переработка пород, которые содержатся в отвалах, зачастую требует меньших затрат энергии и сокращает время на организацию производства.

Наиболее распространенными в количественном отношении среди побочных продуктов горнодобывающей промышленности являются силикаты и алюмосиликаты. На их долю от всей массы в земной коре

приходится около 40 %. Техногенное минеральное сырье в основном содержит алюминий, кремний, кальций и магнийсодержащие породы.

В БГТУ им. В.Г. Шухова проводятся исследования по получению плотных и ячеистых силикатных материалов гидротермального твердения с использованием вскрышных пород Курской магнитной аномалии (КМА), Архангельской алмазонасной провинции (ААП) и ряда других месторождений Российской Федерации, а также зарубежных стран [1–16]. Актуальность этой работы определяется тем, что большое количество техногенных отходов приходится на промышленно развитые регионы с многочисленными добывающими и перерабатывающими предприятиями, что оказывает негативное воздействие на экологическую обстановку.

Весьма напряженная экологическая ситуация сложилась в районе железорудного месторождения КМА, в частности в Старооскольском и Губкинском горнодобывающем районе. Попутные породы, такие как суглинки, сланцы, песок, мергель, мел, безрудные кварциты складированы на территории земельного отвода, причем зачастую рыхлые породы складированы валово, формируя на поверхности земли техногенный ландшафт. Для обеспечения работы обогатительных предприятий необходимо до 15 тыс. га земли. Такие породы как песок, кристаллические сланцы, мел, глина в настоящее время используются лишь в незначительной мере.

Значительная доля попутно извлекаемых пород на территории КМА относится к песчано-глинистым породам, которые характеризуются незавершенностью процессов породообразования. Кристаллическая структура исходных материнских пород разрушилась, в результате чего образовались промежуточные соединения, отличающиеся термодинамической неустойчивостью: рентгеноаморфные минералы, смешаннослойные образования, несовершенная гидрослюда, тонкодисперсный неокатанный кварц, а также в незначительной степени  $\text{Ca}^{2+}$ монтмориллонит и неупорядоченный каолинит.

Породы подобного состава и строения широко распространены не только на территории КМА, но в других регионах Российской Федерации. В Архангельской области расположено одно из крупнейших в мире месторождений алмазов – Архангельская алмазонасная провинция, насчитывающая более 70 кимберлитовых трубок. Наиболее крупными, имеющими промышленное значение, являются Ломоносова, Карпинского-1, Карпинского-2, Архангельская, Пионерская и трубка им. В. Гриба.

Породы вскрыши, глубина залегания которых составляет свыше 100 м, представлены песчано-глинистыми отложениями (глубина залегания до 100 м) и более глубинными высокомагнезиальными породами сапонит-серпентинового состава. Общая масса отвалных пород составляет сотни млн. т. Эти породы при складировании занимают большие площади, принося значительный экологический ущерб окружающей среде.

Подобными экологическими последствиями сталкиваются и другие регионы, в которых развита горнодобывающая промышленность. В связи с этим возникает необходимость комплексного использования разрабатываемого сырья, что сулит значительные экономические выгоды, а также решение в значительной степени возникающих экологических проблем.

Учитывая минеральный и химический состав сопутствующих пород, наиболее перспективным является использование их для производства строительных материалов. По вещественному и гранулометрическому составу большая часть песчано-глинистых пород вскрыши месторождений КМА и ААП мало пригодна для производства керамических материалов, но представляют большой интерес для производства материалов автоклавного твердения.

Породообразующие минералы этих пород обладают высокой реакционной способностью к извести в условиях автоклавной обработки с образованием гидросиликатов кальция различной основности и гидрогранатов. Это позволяет использовать песчано-глинистые породы в производстве как плотных, так и ячеистых силикатных материалов в качестве замены кварцевому песку, запасы которого ограничены [1–5].

Возможно использования в качестве сырья для производства силикатных материалов магнийсодержащего сырья, которое в больших количествах попадает в зону горных работ на территории ААП [17].

При использовании подобного сырья, которое содержит метастабильные минералы промежуточной стадии выветривания и тонкодисперсный кварц, интенсифицируется разрушение силикатов и алюмосиликатов сырьевой смеси, в результате чего ускоряется синтез новообразований и формирование цементирующего связки оптимальной микроструктуры.

Проведенные исследования показали, что на основе исследуемого сырья можно получать высокоэффективные плотные силикатные материалы, в том числе и высокопустотные, с пределом прочности при сжатии 150–400 МПа, а также автоклавный ячеистый бетон со средней

плотностью 400–1000 кг/м<sup>3</sup>, удовлетворяющий требованиям теплоизоляционного, теплоизоляционно-конструкционного и конструкционного. За счет того, что глинистые породы обладают природной окраской широкой цветовой гаммы (коричневый, красный, желтый) можно получать декоративные окрашенные изделия различного назначения.

Таким образом, применение попутно извлекаемого минерального сырья, характеризующееся незавершенностью процессов глинообразования, позволит существенно расширить сырьевую базу автоклавных силикатных материалов, сократить затраты энергии на производство, за счет чего снизится себестоимость продукции, а также улучшить экологическое состояние окружающей среды в районах расположения горнодобывающих предприятий. В регионах, где месторождения кварцевого песка истощились или вообще отсутствуют, подобные породы станут надежной сырьевой базой для производства широкой номенклатуры автоклавных силикатных материалов.

#### **Библиографический список**

1. Прасолова Е.О., Анализ сырья для получения наномодификатора / Прасолова Е.О., Володченко А.А., Попов М.А., Гинзбург А.В. // В сб.: Наукоемкие технологии и инновации. Юбилейная Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). - 2014. - С. 297-301.
2. Володченко А.А. Влияние режима гидротермальной обработки на свойства силикатных материалов / А.А. Володченко // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 6-6. - С. 1333-1337.
3. Володченко А.А., Влияние полифункционального алюмосиликатного сырья на процессы структурообразования силикатных систем / Володченко А.А., Поспелов М.А. // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 11. № 3. - С. 039-041.
4. Володченко А.А., К вопросу повышения эксплуатационных характеристик силикатных материалов на нетрадиционном сырье / Володченко А.А., Сяо В. // Приднепровский научный вестник. - 2017. - Т. 11. № 3. - С. 016-018.
5. Володченко А.А., Структурообразование в безавтоклавных силикатных материалах на основе глинистого сырья / Володченко А.А., Загороднюк Л.Х. // Международный научно-исследовательский журнал. - 2014. - № 8-1 (27). - С. 51-53.
6. Володченко А.А., Нетрадиционное сырье для стеновых материалов / Володченко А.А., Загороднюк Л.Х. // Международный научно-исследовательский журнал. - 2014. - № 9 (28). - С. 27-29.
7. Володченко А.А., Безавтоклавные силикатные материалы с использованием природного наноразмерного сырья / Володченко А.А.,

Лесовик В.С. // В сб.: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения). Мат. Междунар. науч.-практ. конф. - 2011. - С. 44-49.

8. Лесовик В.С., Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах / Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2009. - № 1. С. 13.

9. Володченко А.А., Повышение эффективности энергосберегающих стеновых материалов за счет использования полифункционального нетрадиционного алумосиликатного сырья / Володченко А.А., Поспелов М.А. // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 11. № 3. - С. 042-044.

10. Володченко А.А., Повышение эксплуатационных характеристик стеновых материалов / Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2014. - № 3. - С. 29-34.

11. Volodchenko A.A., The Control of Building Composite Structure Formation Through the Use of Multifunctional Modifiers / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H. Volodchenko A.N., Kuprina A.A. // Research Journal of Applied Sciences. - 2016. - Т. 10. № 12. - С. 931-936.

12. Volodchenko A.A., Composite performance improvement based on non-conventional natural and technogenic raw materials / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Volodchenko A.N., Glagolev E.S., Zagorodnjuk L.H., Pukhareno Y. V. // International Journal of Pharmacy and Technology. - 2016. - Т. 8. № 3. - С. 18856-18867.

13. Володченко А.Н. Алумосиликатное сырье для получения ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Международный научно-исследовательский журнал. - 2014. - № 7(26). - С. 36-38.

14. Володченко А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 12-16.

15. Ямб Эммануэль, Строительные материалы на основе латеритных пород Камеруна и цемента / Ямб Эммануэль, Чему Жилберт, Лесовик В.С., Володченко А.Н. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2010. - № 1. - С. 27-33.

16. Володченко А.Н., Силикатные материалы на основе вскрышных пород архангельской алмазодобывающей провинции / Володченко А.Н., Жуков Р.В., Алфимов С.И. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: технические науки. - 2006. - № 3(135). - С. 67-70.

17. Володченко А.Н., Особенности технологии получения конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов на основе нетрадиционного сырья / Володченко А.Н., Строкова В.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2017. - № 1. - С. 138-143.

## **ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАЩИТУ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

*Предложена технология утилизации отходов бурения, обеспечивающая получение недорогого экологически безопасного строительного материала, связывающего в своей структуре загрязняющие вещества, исключаящего их миграцию в окружающую природную среду.*

*Ключевые слова: отходы бурения, буровые растворы, буровые шламы, строительные материалы, защита окружающей среды.*

Нефтегазовый сектор экономики России во многом обеспечивает экономическую, оборонную и иные виды национальной безопасности страны и в то же время является одним из наиболее экологически «грязных» секторов экономики России. Основные компании данной отрасли оказывают негативное воздействие на окружающую среду: при проведении геологоразведочных работ, обустройстве месторождений, добыче, транспортировке и переработке нефти и газа, доведении продукции до потребителей и ее реализации, выводе месторождений и мощностей из эксплуатации [1].

В процессе строительства нефтяных и газовых скважин из недр земли с различных геологических формаций извлекается значительное количество выбуренных горных пород, или буровых шламов. Одной из важнейших задач является защита природной среды от жидких и твердых буровых отходов (БО), образующихся в процессе работы бурового оборудования. Они состоят из буровых сточных вод (БСВ), отработанного бурового раствора (БР) и бурового шлама, в ряде случаев перемешанных в шламовых амбарах. Основные факторы воздействия БО на окружающие элементы биоценоза определяются составом БР и попадающими в него из забойного пространства нефтепродуктами и минерализованными водами [2].

Буровые отходы в большинстве своем состоят на 30–45 % из выбуренной породы (частицы глины и песка), 30–45 % – это БР и 10–20 % – возможные технологические сбросы подземные воды и нефть [3].

В статье рассмотрен способ обезвреживания буровых шламов оптимальным образом с минимизацией экономических затрат с

последующим использованием в строительстве и производстве строительных материалов.

Объектом исследований служили отходы бурения, полученные при бурении разведывательных скважин газоносного пласта Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ЯНГКМ) с глубины 3400-3800 м.

Отходы бурения включают в себя: буровые сточные воды (БСВ), отработанный буровой раствор (БР), буровой шлам. На рисунке 1 представлена рентгенограмма шламовых отходов бурения.

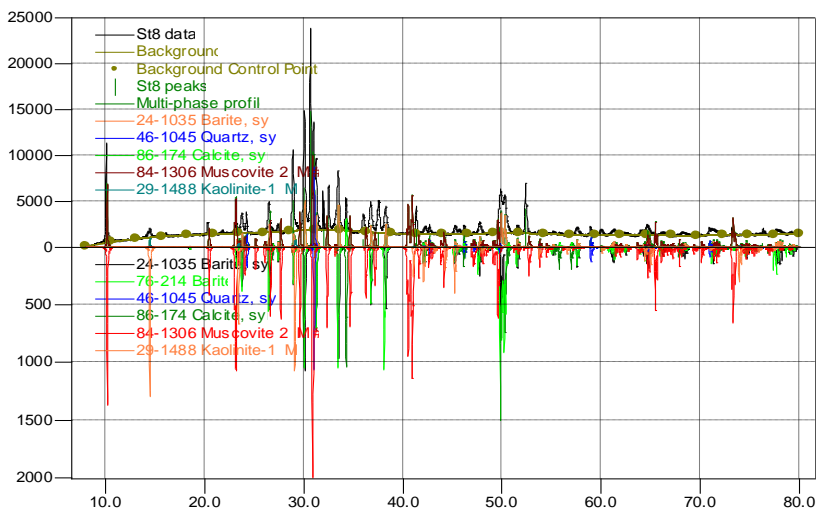


Рис. 1 - Рентгенограмма бурового шлама

В таблице 1 представлены химические составы отходов бурения.

Таблица 1 - Химические составы отходов бурения

Компонент	Процентное содержание
1	2
Буровые сточные воды	
Влажность (вода)	96,45
Хлорид кальция	0,02
Хлорид магния	0,01
Хлорид натрия	0,70
Гидрокарбонат натрия	0,03



Продолжение таблицы 1

1	2
Сульфат натрия	0,25
Хлорид аммония	0,39
Механические примеси	2,13
Отработанный буровой раствор	
Влажность (вода)	74,96
Нефтепродукты	0,80
Гидрокарбонат натрия	0,07
Хлорид кальция	1,99
Хлорид магния	0,68
Глина	5,23
Сульфат натрия	0,78
Буровой шлам, в том числе при бурении скважин – колодцев	
Влажность (вода)	18,74
Нефтепродукты	7,56
Гидрокарбонат магния	0,04
Хлорид кальция	0,81
Хлорид натрия	58,97
Сульфат натрия	1,02
Глина	12,86

В таблице 2 и на рисунке 2 представлен гранулометрический состав бурового шлама.

Таблица 2 - Гранулометрический состав

Размер фракций, мм	1-0,25	0,25 - 0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005 – 0,001
Содержание, %	25,81	25,59	23,12	4,72	6,62

Для получения образцов композиционных материалов на основе буровых шламов применяли глины Старооскольского месторождения, химический состав которой приведен в таблице 3.

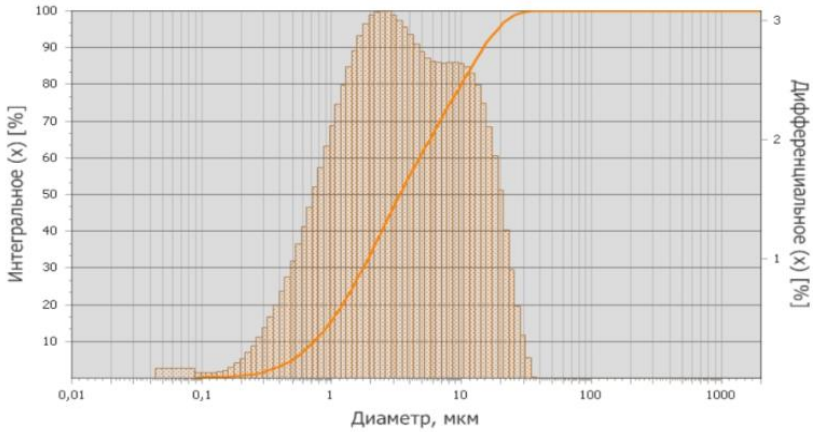


Рис. 2 - Распределение частиц по размерам

Таблица 3 - Химический состав глины Старооскольского месторождения (мас. %)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
70,81	18,13	2,32	0,47	1,45	1,13	4,80	0,89

На рисунке 3 представлены образцы, полученные при различных соотношениях шлама и минеральной добавки.

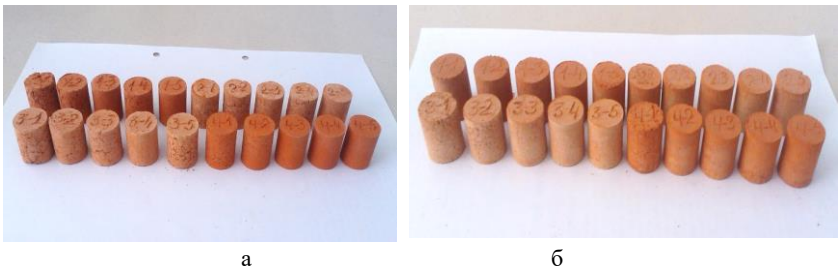


Рис. 3 - Полученные образцы а) на воде; б) на растворе

Зависимость прочности образцов от состава смеси представлена на рисунке 4.

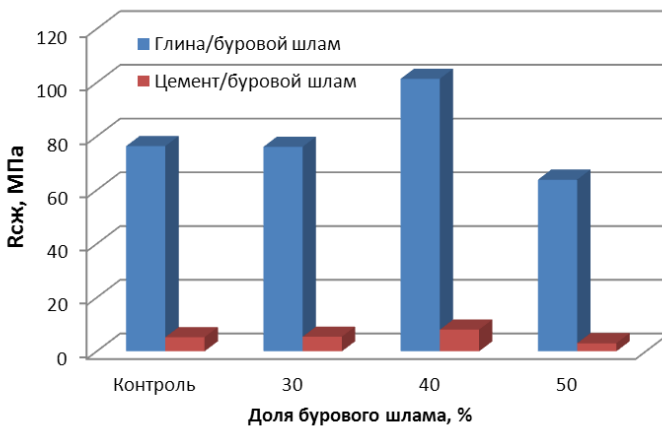


Рис. 4 - Зависимость предела прочности образцов на сжатие от состава композитов

Зависимость коэффициента ослабления ионизирующего излучения от массовой доли бурового шлама в композите глина/буровой шлам представлена на рисунке 5.

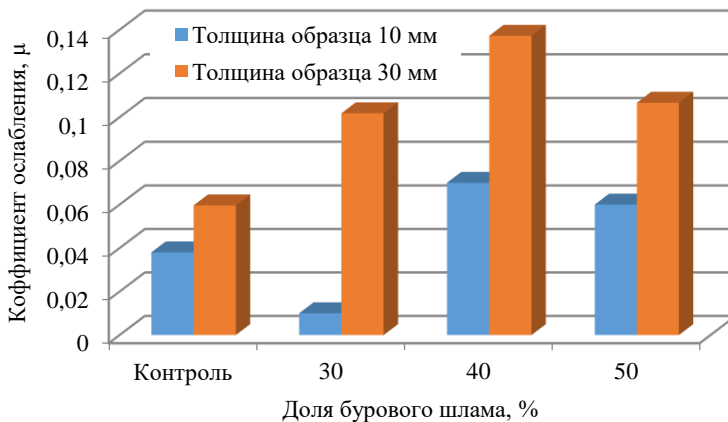


Рис. 5 - Зависимость коэффициента ослабления от массовой доли бурового шлама в композите

Данные, представленные на рисунках 4, 5 показывают, что при содержании бурового шлама в композите 40% обеспечиваются наибольшие значения предела прочности композита на сжатие. Эти

результаты коррелируют с данными о величине коэффициента половинного ослабления мощности дозы ионизирующего излучения, что дает возможность считать соотношение между глинистым сырьем и буровым шламом 60/40 оптимальным составом композиционного материала, обладающего повышенной механической прочностью и способностью к ослаблению мощности дозы ионизирующего излучения.

#### **Библиографический список:**

1. Кувькин Н.А., Опасные промышленные отходы. / Кувькин Н.А., Бубнов А.Г., Гриневич В.И. – Иванов: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2004. – 148 с.
2. Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. Кн.2. Разработка принципиальных технологических решений по обезвреживанию шламовых амбаров и нефтезагрязненного грунта. - Сургут. - 1996.
3. Косулина Т.П., Повышение экологической безопасности продукта утилизации нефтяных шламов / Косулина Т.П., Кононенко Е.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. № 04 (78). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/64.pdf>.

**УДК: 665.637.3:625.7**

**Гулиев Р.В., маг.,  
Розин И.М., маг.,  
Выросткова Д.В., маг.,  
Рубанов Ю.К., канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород, Россия)**

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМОВ**

*Приведено описание основных методов применения и нефтяных шламов в различных областях. Показана эффективность использования нефтешламов в дорожном строительстве и в производстве строительных материалов.*

*Ключевые слова: нефтепродукты, нефтешламы, дорожное строительство, строительные материалы.*

Переработка нефтешламов направлена на использование рентабельных и экологически безопасных технологий, применение типового оборудования и безотходной технологии очистки и утилизации.

Применение нефтешламов как вторичного сырья представляется одним из основных направлений в обращении с нефтешламами. Это

позволяет улучшить экологическую ситуацию в районах нефтепереработки и ведет к наиболее рациональному использованию природных ресурсов.

Выбор наиболее подходящей технологии для обезвреживания нефтешламов является трудной задачей. В первую очередь возникает проблема повышения уровня экологической безопасности при утилизации и нейтрализации высокоопасных отходов, образующихся в крупных городах. Во вторых, адаптация и выбор технологии для конкретного региона или территории зависит от морфологического и количественного состава образующихся отходов [1]. В общем, пригодность нефтешламов для использования в качестве вторичного сырья должна определяться их составом, свойствами и экологической опасностью.

В последние годы появилась тенденция к отдельной переработке нефтяных шламов в зависимости от способа их образования. Данный подход к сложившейся проблеме решает экологические задачи, и задачи рационального использования нефтешламов. Одним из главных факторов, определяющих загрязняющие свойства шламов, является состав и свойства нефтешлама. Выбор метода переработки зависит от консистенции нефтяного шлама и состава находящихся в нем органической части, механических примесей, воды (таблица 1) [2].

Таблица 1 - Области применения нефтяных шламов

Область применения	Вид нефтешлама или нефтеотхода	Компонентный состав, % масс.		
		органическая часть	минеральная часть	вода
Дорожное строительство	Нефтешламы НПЗ	8-10	70-75	17-20
	Шлам нефтедобычи	6-40	50-87	5-10
Строительные материалы	Нефтешламы сгущенные	20-25	55-65	10-25
	Масло и нефтешламы НПЗ	13-28	59-77	10-22
Получение топлива	Жидкие отходы НПЗ	60-90	5-10	10-20
	Отходы производства масел	77-90	10-14	4-7
Производство битума	Верхний слой кислого гудрона	9-15	65-78	11-26
	Донный осадок кислого гудрона	20-26	54-69	18-20

В зависимости от вида нефтяного шлама массовая доля органической части составляет 6-90%; массовая доля минеральной части 5- 87 %; содержание воды колеблется от 4-25%. Нефтешламы с высоким содержанием минеральной части используют в дорожном строительстве, в производстве строительных материалов и в производстве битума. Нефтяные шламы с высоким содержанием органической части применяют в топливной индустрии как компонент топлива.

#### *Использование нефтешламов в дорожном строительстве.*

Согласно анализу существующей литературы дорожное строительство является одной из областей, в которой нефтешламы применяются наиболее широко. Они используются в составах нефтегрунта, цементгрунта, асфальтобетона, газобетона, шламобетона в качестве замены или добавки к органическому связующему, улучшая качество асфальтобетонных смесей за счет повышения механической прочности, морозостойкости, водостойчивости, снижения водопоглощения, набухания, слеживаемости дорожного покрытия. Вместе с тем использование отходов нефтяной промышленности в строительстве дорог расширяет сырьевую базу грунтов, уменьшает энерго- и трудозатраты, снижает себестоимость дорожного покрытия и упрощает сам технологический процесс.

Научные исследования и опытно-производственные испытания установили способ упрочнения грунтов маловязкими сырыми нефтями Тюменской области [3]. Как показали исследования по упрочнению грунтов, грунтощебеночных и грунтогравийных материалов высокосмолистыми малопарафинистыми сырыми нефтями, когезионные и адгезионные свойства нефти необходимо повышать.

На основе проведенного анализа в работе [4] выявлено, улучшение дорожно-строительных качеств сырой нефтью (прочности нефтегрунта и вязкости нефти) необходимо добавлять активные вещества в виде цемента или извести.

Научно-исследовательские работы, проведенные в 60-70х гг. прошлого века, направленные на укрепление песчаных грунтов битумными эмульсиями совместно с цементом, создали предпосылки для применения в этих целях сырой маловязкой нефти, улучшенной структурирующими добавками. В качестве укрепляющих добавок хорошо зарекомендовали себя известь, цемент, их сочетание с добавлением индено-алкилароматической смолы и концентратов сероорганических соединений.

В литературе существует мнение в отношении пригодности нефтешламов для строительства дорог. Например, авторы монографии [5] полагают, что велико различие группового и фракционного состава битумов и нефтешламов, это не позволяет использовать нефтешлам вместо битума.

Экспериментальные исследования, выполненные специалистами ОАО «Пермьавтодор» [6], доказывают возможность замены битума промысловым нефтешламом в составе:

- адгезионной присадки БП-3 в составе асфальтобетонной смеси;
- нефтегрунтовой смеси с добавками извести и цемента с получением материалов, обладающих более высокими показателями физико-химических свойств.

Технология использования нефтешламов при строительстве дорог освоена в ООО Нефтегазодобывающее Управление «Краснохолмскнефть» республики Башкортостан. Наличие большого количества асфальтенов и смол в нефтешламе дает возможность использовать его при дорожном строительстве, как связующее вещество, повышающее качество гравийной смеси. За счет применения нефтешлама повышается прочность, снижается водопоглощение и уменьшается стоимость дорожного покрытия [7].

*Применение нефтеотходов в производстве строительных материалов.*

Одной из областей применения, в которой в качестве сырья широко используются нефтеотходы, является изготовление строительных материалов. Практика показывает, что применение нефтеотходов делает возможным не только сокращение расхода традиционного сырья - битума и нефти, но и позволяет получать строительные материалы с более высокими физико-механическими свойствами. Примером может служить технология получения битумов с использованием нефтеотходов.

*Гидроизоляционный материал.* Нефтешламы получили наиболее широкое применение при изготовлении гидроизоляционных материалов как органическое вяжущее.

Применение нефтяного шлама от переработки отработанных масел в композиции для кровельных материалов и гидроизоляционных мастик позволяет понизить расход дефицитного битума (на 25 - 33%) и в то же время сохраняет высокие физико-механических показатели [8].

Нефтяной шлам нефтеперерабатывающих предприятий предлагает использование его в качестве влагоизолирующего состава без предварительной подготовки. Такой материал является уже готовой нефтеизвестковой эмульсосуспензией при соотношении компонентов

(об.%): органическая часть: минеральная часть: вода соответственно равны 2,4 : 1,6 : 2,0 [9]. Такой состав может быть опасен для окружающей среды, из-за содержания водорастворимых нефтепродуктов.

Разработан метод применения нефтеотходов для получения продуктов в форме листов с последующим их использованием в качестве элементов конструкции при строительстве и гидроизоляции полигонов по захоронению бытовых и нефтяных отходов. Метод основан на добавление в отход золы уноса, 10 %-ной водной эмульсии гидрофобизирующей жидкости, цемента, нефтесодержащих отходов и воды [10].

*Пористые материалы.* Нефтешламы возможно использовать в составе сырьевой шихты для получения легкого наполнителя с насыпной плотностью 366-390 кг/м и прочностью 1,24-1,3 МПа.

В работах [11] рассматривается целесообразность использования нефтяного шлама при получении керамзита. Различные органические добавки применяют в производстве керамзита, для лучшего вспучивания и снижения объемной плотности глин. В качестве такой добавкой может быть использована, например, твердая фаза центрифугирования нефтешлама, а также масло и нефтешламы машиностроительных и нефтеперерабатывающих предприятий.

Авторами [12] предложено проводить термообработку жидких и твердых нефтешламов с возвратом части углеводородных материалов в производственный цикл и с получением из твердых остатков экологически безопасных материалов. Поскольку основу данного отхода составляет оксид кремния предложен способ переработки нефтешламов в пористый теплоизоляционный материал блочного и насыпного типов. Установленная количественная зависимость между плотностью полученных пористых материалов и их теплоизоляционными свойствами дает возможность выпускать изделия с заранее заданным комплексом эксплуатационных характеристик .

Другим способом утилизации нефтешламов предложенный авторами является перевод отходов в компактное состояние методом брикетирования и получения из него искусственного гравия с высокой прочностью гранул, пригодного для использования в строительной отрасли [13]. Характеристиками гравия, определяющими его качество и возможность применения как строительного материала является водопоглощение, водостойкость и морозостойкость. Эти и другие характеристики образцов искусственного гравия определялись по методикам ГОСТ 8269.0-97.



### Библиографический список

1. Магид А.Б. Биотестирование как метод определения токсичности нефтезагрязненных отходов / А.Б. Магид, И.Х. Рахимов // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – № 9. – С. 24-27.
2. Мазлова Е.А. Шламовые отходы нефтегазовых компаний / Е.А. Мазлова, И.А. Меньшикова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 1. – С. 22-21.
3. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды: Приказ Министерства природных ресурсов России от 15 июня 2001 г., № 511.
4. Рацен З.Э. Исследование природных органических вяжущих материалов Казахстана и Средней Азии для дорожного строительства: Автореф. ...дис. канд. техн. наук.:05.23.05. – М., 1975. – 27 с.
5. Мазлова Е. А. Разработка комплекса природоохранных технологий обезвреживания отходов предприятий нефтеперерабатывающей отрасли: Автореф.... дис. д-ра техн. наук. 03.00.16.– М., 2002. – 48 с.
6. Шипигузов Л.М., Возможные методы комплексной переработки и утилизации нефтешламов / Л.М. Шипигузов, Ю.Г. Герин // Труды Междунар. конф. «Актуальные проблемы экологической безопасности территорий и населения». Бангкок - Паттайя, 22-30 апреля 2000 г. – Пермь, 2000. – С. 201-203.
7. Регламент Технологической. Применение нефтезагрязненных грунтов в строительстве автомобильных дорог. – Пермь, 2003.
8. Пат. 2058348 Российская Федерация, МКИ С08L 95/00, С08K 7/00, 11/00. Композиция для кровельных и гидроизоляционных мастик и листовых рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов / Малашонок Б.И., Шевчук И.Н., Малашонок Н.Г., Седых Ю.И.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью Фирма «Тайм». – № 92007502/04; заявл. 20.11.1992; опубл. 20.04.1996.
9. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2013 году». – Министерство природных ресурсов Краснодарского края. Краснодар, 2014. – 320 с.
10. Пат. 2126773 Российская Федерация, МКИ С02F. Способ обезвреживания нефтесодержащих отходов / Власичева Л.Г., Тихомирова М.Ф.; заявитель и патентообладатель АО «Уральский научно-исследовательский центр по архитектуре и строительству. – №96115630/25; заявл. 25.07.1996; опубл.27.02.1999.
11. Сафонов В.С., Разработка основ комплексного использования отходов нефтепереработки и нефтехимии в производстве керамзита / В.С. Сафонов, Е.К. Цирулина // Химическая промышленность. – 1994. – Вып. 7. – С. 444-448.
12. Онорин С.А., Исследование физико-химических свойств и определение путей ликвидации твердых остатков после термообработки нефтесодержащих отходов ООО Лукойл-Пермнефтеоргсиз / С.А. Онорин, Б.С. Баталин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 6. – С.45-49.
13. Баталин Б.С., Утилизация твердых остатков после термообработки нефтесодержащих отходов ООО Лукойл-Пермнефтеоргсиз. Переработкой их

в строительные материалы / Б.С. Баталин, С.А. Онорин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 6. – С.31-34.

УДК 628.4.03

Едаменко А.С., канд. техн. наук  
Леонова В.В., студ.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## ТВЁРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ: ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ

*Дана оценка состояния твердых бытовых отходов в России и Белгородской области, проанализированы современные методы утилизации и пути решения проблемы переработки ТБО по Белгородской области.*

*Ключевые слова: твёрдые бытовые отходы, экологическая опасность, мусорные полигоны, утилизация.*

Современное общество имеет высокий уровень потребления материальных благ, что в свою очередь является причиной возникновения огромного количества отходов. Проблема утилизации становится все более значимой не только для России, но и для всего мира в целом [1-2]. Существует несколько решений данной проблемы, поэтому целесообразно изучить пути решения утилизации ТБО.

Отходы - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, которые образовались в процессе производства или направления, а также утратившие свои потребительские свойства [3]. Выделяют 2 группы отходов (рисунок 1).



Рис.1 - Группы отходов

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) являются отходами сферы потребления, образующимися в результате бытовой деятельности населения. Они состоят из изделий и материалов, непригодных для дальнейшего использования в быту. К твёрдым бытовым отходам,

учитывая норму накопления, относят отходы, образующиеся в жилых зданиях, включая отходы от ремонта квартир, отходов продуктов сгорания в устройствах местного отопления, а также опавшие листья и крупногабаритные предметы домашнего обихода.

Ежегодно каждый россиянин производит более 400 кг отходов. За год в стране собирается более 70 миллионов тонн мусора, который попадает на специализированные полигоны. Полигонные захоронения – наиболее популярный метод утилизации ТБО в мире. Эти полигоны наносят огромный вред окружающей среде, так как помимо органики, которая разлагается примерно за год, на эти полигоны поступает весь мусор, который разлагается от 10 и более лет. Ниже представлена статистика Eurostat, которая показывает количество отходов в некоторых странах мира (таблица 1).

Таблица 1 - Количество отходов на полигонах в различных странах мира

Страна	Доля захораниваемых ТБО от общей производимой массы, %
Россия	97
Румыния	98
Греция	90
Чехия	70
Венгрия	60
Испания	59
Великобритания	58
Франция	35
Германия	9

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что полигонное захоронения является преобладающим видом утилизации отходов над другими, более экологичными способами. Особенно это распространено в России.

Белгородская область входит в пятерку самых чистых регионов России. Однако основной экологической проблемой области является проблема утилизации и хранения промышленных и твердых бытовых отходов (ТБО). В области насчитывается 28 полигонов и 290 санкционированных свалок для захоронения отходов. Но лишь одно предприятие занимается переработкой мусора, - это белгородский мусороперерабатывающий завод ООО ТК «ЭкоТранс»[4]. Это означает, что в регионе ощущается острая нехватка предприятий, осуществляемых утилизацию отходов.

Захоронение отходов на полигоне – самый популярный, но и самый проблемный вид утилизации. Например, на современных полигонах стремятся ограничить мусор от окружающей среды, что приводит к возникновению анаэробного сглаживания. Оно сопутствует образованию так называемого «свалочного газа» (смеси углекислого газа, метана и сероводорода), создающего парниковый эффект [5-6]. Вблизи полигона и в его недрах формируется токсичная жидкость – фильтрат, попадание которой нежелательно в подземные воды. Отсюда можно сделать вывод о том, что полигонная утилизация является уже давно не перспективным способом управления отходами.

На данный момент, самый эффективный и целесообразный метод утилизации отходов является разделение мусора и его вторичная переработка. В связи с этим требуется в жилых и промышленных секторах установить специализированные контейнеры. Такой метод позволит улучшить как санитарную и экологическую, так и эстетическую составляющую по накоплению и вывозу отходов.

Из распоряжения Правительства РФ [7] следует, что основная причина отставания Российской Федерации в реализации процессов обработки и дальнейшей утилизации отходов – отсутствие организованной системы разделения мусора, а также дальнейшей обработки и утилизации таких отходов в промышленном масштабе. На основании этого распоряжения, в Белгородской области с 2018 года начинает работать региональный оператор по обращению с ТБО, который должен внедрять раздельный сбор мусора. Эта компания обязана расположить на территории жилого сектора специализированные контейнеры, выкрашенные в различные цвета и подписанные в соответствие с находящимися в нём отходами «Пластик», «Бумага» и т.д.

В Белгородском государственном технологическом университете к проблеме разделения и дальнейшей утилизации ТБО также подошли неравнодушно. Помимо того, что опорный университет ежегодно участвует в фестивале «ВузЭкофест», в феврале 2018 года прошли рейды по общежитиям с пропагандой целесообразного разделения мусора. После, на каждой кафедре университета и на мусорной площадке появились специализированные контейнеры. Также, руководство БГТУ им. В.Г. Шухова заключило договоры с мусороперерабатывающими компаниями, такими как «Чистый белый край» и с компанией по переработке пластика [8].

Таким образом, в России до сих пор используется самый нерациональный и экологически опасный вид утилизации мусора – его захоронение и сжигание, причём лишь 4% отходов перерабатывается.

Таковыми методами окружающая среда загрязняется в огромных масштабах, что негативно влияет на организм человека. Единственный безопасный способ борьбы с мусором – это его переработка. Если следовать плану, то к 2030 году можно сократить до 80% захораниваемого мусора. Новая сфера по переработки мусора даст не только новые рабочие места, но и позволит сэкономить энергию и госбюджет. В мире насчитывается более 7 городов, где больше 50% мусора перерабатывается. Это такие города, как Сан-Франциско и Остин (США), Камикатцу (Япония), Каппанори (Италия) и другие. Как показывает практика, такой сценарий более чем возможен. Стоит лишь начать сортировать и перерабатывать мусор.

### **Библиографический список**

1. Едаменко А.С. Проблемы урбанизированных российских территорий / А.С. Едаменко // Научно-методический электронный журнал Концепт. - 2018. - № 4. - С. 102-107.
2. Порожнюк Л.А., Оценка жизненного цикла при обращении с отходами / Порожнюк Л.А., Старостина И.В., Порожнюк Е.В. // В сборнике: Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды международная научно-техническая конференция. - 2015. - С. 355-357.
3. Порожнюк Л.А., Экология. Учебно-практическое пособие. / Порожнюк Л.А., Порожнюк Е.В. - БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. - 115 с.
4. Экологические проблемы Белгородской области. [Электрон. дан.] - Режим доступа URL: <http://ecology-of.ru/ekologiya-regionov/ekologicheskaya-situatsiya-v-belgorodskoj-oblasti> (Дата обращения: 21.09.2019).
5. Чемодин Ю.А. Анализ особенностей управления ТБО на современном этапе в российской федерации и за рубежом. / Чемодин Ю.А. // Московский экономический журнал. - 2018. - №5(1). - с. 6.
6. Пендюрин Е.А., Оценка качества техногенно-нарушенных земель территории полигона ТБО г. Белгорода / Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М., Старостина И.В., Рыбина С.Ю. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2012. - № 4. - С. 173-176.
7. Распоряжение Правительства РФ от 25. 01. 2018 № 84-р "Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года".
8. Как в БГТУ им. В.Г. Шухова работает отдельный сбор мусора. [Электрон. дан.] - Режим доступа: [http://www.bstu.ru/about/press\\_center/news/64781/kak-v-bgtu-im.v.g.shuhova-rabotaet-razdelnyy-sbor-musora](http://www.bstu.ru/about/press_center/news/64781/kak-v-bgtu-im.v.g.shuhova-rabotaet-razdelnyy-sbor-musora). (Дата обращения: 21.09.2019)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Показано, что использование попутно извлекаемых пород незавершенной стадии глинообразования позволит расширить сырьевую базу автоклавных материалов, сократить энергозатраты на производство, а также улучшить экологическое состояние окружающей среды в районах горнодобывающих предприятий.*

*Ключевые слова: песок, известь, глинистые породы, автоклавные силикатные материалы, оксиды железа, магнетит.*

Одним из наиболее распространенных строительных материалов является автоклавный силикатный кирпич. После распада СССР производство силикатного кирпича постоянно снижалось. В последние годы объем его производства колеблется в пределах 2,2–3 млрд шт. усл. кирпича в год. Однако в структуре мелкоштучных стеновых строительных материалов автоклавный силикатный кирпич занимает особое место. Достаточно указать, что объемы его производства составляют около 50 % от выпуска керамического кирпича.

Снижение производства автоклавного силикатного кирпича связана с объективными причинами, среди которых сложная экономическая ситуация в стране после распада СССР, истощение традиционной сырьевой базы (кварцевые пески), выработка ресурса 70–80 % автоклавов на предприятиях по производству силикатного кирпича, пониженные по сравнению с керамическим кирпичом показатели по долговечности.

Кроме этого истощается традиционная сырьевая база силикатных материалов (кварцевые пески). По данным UNEP (Программа ООН по окружающей среде) в последние десятилетия существенно возрос спрос на песок, добыча которого растет неконтролируемыми темпами и составляет десятки миллиардов тонн в год. Запасы песка с каждым годом уменьшаются, что может привести к его дефициту. Кроме этого неконтролируемая добыча песка может привести к нарушению экологического равновесия в регионах с хрупкими экологическими экосистемами.

Развитие производства автоклавных материалов идет по пути получения эффективных изделий, обладающих высокой прочностью и долговечностью. В последние годы повышаются требования к

прочности и теплопроводности силикатного кирпича, как одного из представителей стеновых материалов. Повышение эффективности производства автоклавного силикатного кирпича связано с разработкой и внедрением новых энергосберегающих технологий и расширением номенклатуры выпускаемой продукции.

Одним из путей решения этих задач связано с поиском и внедрением в производство новых, нетрадиционных видов сырья, к которым относятся местное сырье, промышленные отходы, в том числе и отходов горнодобывающей промышленности.

В известково-песчаной смеси фазообразование осуществляется в системе  $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ . При этом формируются гидросиликаты кальция различной основности. Ускоряется этот процесс путем диспергации кремнеземистого компонента, введения добавок и повышения давления автоклавной обработки. Недостатком силикатных материалов на основе известково-песчаных смесей является более низкая долговечность в сравнении с керамическим изделиями.

Повысить эффективность и снизить энергозатраты при производстве автоклавных материалов возможно за счет использования химически активного сырья. Разработка составов формовочных смесей для производства эффективных автоклавных материалов на основе нетрадиционных видов сырья можно осуществить на основе детальных исследований влияния составов сырья на процессы фазо- и структурообразования в системе на основе глинистых пород.

Наиболее перспективно использование для производства силикатных материалов промышленных отходов и местного сырья. В процессе открытой разработки месторождений полезных ископаемых извлекается большое количество пород вскрыши и вмещающих пород, которые по своему вещественному составу могут быть пригодны для получения автоклавных материалов. Например, на месторождениях КМА по добыче железистых кварцитов в зону горных работ попали сотни миллионов тонн нетрадиционных для стройиндустрии глинистых пород, которые можно охарактеризовать как продукты незавершенной стадии глинообразования.

В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова разработана технология производства мелкоштучных стеновых плотных и поризованных автоклавных силикатных материалов на основе глинистых пород незавершенной стадии глинообразования. Изучена система  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ , которой представлена глинистая фракция пород [1–22].

Установлено, что в качестве сырья можно использовать породы, в составе которых содержатся термодинамически неустойчивые соединения: гидрослюда, смешаннослойные минералы, тонкодисперсный слабоокатанный кварц, рентгеноаморфная фаза. Данные породы непригодны для производства керамических материалов, но благодаря своему химическому и минеральному составу пригодны для синтеза новообразований силикатных материалов автоклавного твердения. При этом прочность сырца повышается в 2–4 раза, прочность автоклавированного кирпича в 1,5–2 раза. Высокая реакционная способность сырья позволяет сократить продолжительность автоклавной обработки в 2–3 раза, что позволяет снизить затраты энергии на производство.

Кроме вскрышных пород в отвалы выбрасывается большое количество «хвостов» – отходов мокрого обогащения железистых кварцитов. Такие отвалы занимают большие площади земель, а также оказывают отрицательное влияние на экологическое состояние окружающей среды. Хвосты содержат 80–90 мас. % высокодисперсного корродированного кварца, до 10 мас. % магнетита и в небольшом количестве второстепенные минералы.

Установлено, что добавки таких отходов в сырьевую смесь силикатного кирпича более чем в 2 раза повышают предел прочности при сжатии автоклавированных изделий [23]. Наличие магнетита в составе силикатного кирпича может способствовать повышению его радиационно-защитных свойств.

Таким образом, глинистые породы незавершенной стадии глинообразования и отходы мокрого обогащения железистых кварцитов пригодны для производства автоклавных материалов. Использование такого сырья позволит получать автоклавные материалы с высокими эксплуатационными показателями, расширить сырьевую базу производства, а также улучшит экологическое состояние окружающей среды.

#### **Библиографический список**

1. Лесовик В.С., Ячеистый бетон с использованием попутнодобываемых пород архангельской алмазоносной провинции / Лесовик В.С., Володченко А.Н., Алфимов С.И., Жуков Р.В., Гаранин В.К. // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2007. - № 2. - С. 13-18.
2. Volodchenko A.A., Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N. // International Journal of Applied Engineering Research. - 2015. - Т. 10. № 19. - С. 40617-40622.



3. Володченко А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавные силикатных материалов / А.Н. Володченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 13-16.
4. Володченко А.Н., Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин / Володченко А.Н., Лесовик В.С. // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2012. - № 5. - С. 14-21.
5. Володченко А.Н., Перспективы расширения номенклатуры силикатных материалов автоклавного твердения / Володченко А.Н., Лесовик В.С. // Строительные материалы. - 2016. - № 9. - С. 34-37.
6. Володченко А.Н. Реакционная способность магнезиальной глины с известью в гидротермальных условиях / А.Н. Володченко // Международный научно-исследовательский журнал. - 2014. - № 10-2 (29). - С. 7-10.
7. Volodchenko A.N., Sand-Clay Raw Materials for Silicate Materials Production / Volodchenko A.N., Olegovna E., Prasolova, Lesovik V.S., Kuprina A.A., Lukusova N.P. // Advances in Environmental Biology. - 2014. - Т.8. № 10. - С. 949-955.
8. Володченко А.Н. Алюмосиликатное сырье для получения ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Международный научно-исследовательский журнал. - 2014. - № 7-1 (26). - С. 36-38.
9. Володченко А.Н., К проблеме использования попутнодобываемого сырья угольных месторождений для производства автоклавных силикатных материалов / Володченко А.Н., Ходькин Е.И., Строкова В.В. // Технологии бетонов. - 2013. - № 6 (83). - С. 40-41.
10. Volodchenko A.A., Improving the efficiency of wall materials for «green» building through the use of aluminosilicate raw materials / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Volodchenko A.N., Zagorodnjuk L.H. // International Journal of Applied Engineering Research. - 2015. - Т. 10. № 24. - С. 45142-45149.
11. Володченко А.Н., Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья / Володченко А.Н., Лесовик В.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2012. - № 3. - С. 45-48.
12. Volodchenko A.A., The Control of Building Composite Structure Formation Through the Use of Multifunctional Modifiers / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H. Volodchenko A.N., Kuprina A.A. // Research Journal of Applied Sciences. - 2016. - Т. 10. № 12. - С. 931-936.
13. Volodchenko A.A., Composite performance improvement based on non-conventional natural and technogenic raw materials / Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Volodchenko A.N., Glagolev E.S., Zagorodnjuk L.H., Pukharenko Y. V. // International Journal of Pharmacy & Technology. - 2016. - Т. 8. № 3. - С. 18856-18867.
14. Володченко А.Н. Особенности взаимодействия магнезиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 2. - С. 51-55.

15. Володченко А.Н. Алмосиликатное сырье для получения автоклавных отделочных материалов / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2017. - № 2. - С. 172-177.

16. Володченко А.Н., Особенности технологии получения конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов на основе нетрадиционного сырья / Володченко А.Н., Строкова В.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2017. - № 1. - С. 138-143.

17. Эммануэль Я., Стеновые материалы на основе латеритов Камеруна / Эммануэль Я., Франсуа Н., Володченко А.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2010. - № 2. - С. 43-46.

18. Ямб Э., Строительные материалы на основе латеритных пород Камеруна и цемента / Ямб Э., Чему Ж., Лесовик В.С., Володченко А.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2010. - № 1. - С. 27-33.

19. Володченко А.Н., Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород / Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Володченко А.А. // Известия вузов. Строительство. - 2007. - № 10. - С. 4-9.

20. Лесовик В.С., Долговечность безавтоклавных силикатных материалов на основе природного наноразмерного сырья / Лесовик В.С., Володченко А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 2. - С. 6-11.

21. Володченко, А.Н. Силикатные материалы автоклавного твердения на основе алмосиликатного сырья как фактор оптимизации системы «человек-материал-среда обитания» / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 3. – С. 27–33.

22. Володченко, А.Н. Влияние парагенезиса кварц-глинистые минералы на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко, В.М. Воронцов, Г.Г. Голиков // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2000. – № 10. – С. 57–60.

23. Терещенко А.П., Вскрышные породы КМА – сырье для автоклавных силикатных материалов / Терещенко А.П., Лесовик В.С., Воронцов В.М., Володченко А.Н. // Инф. ВНИИЭСМ: Промышленность строительных материалов. Сер. 2. М., - 1985. - Вып. 7. - С. 10–14.

УДК 666.29.056:621.9.04:533.9

Изотова И.А., асп.,

Бондаренко М.А., асп.

(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

*В настоящее время в Российской Федерации остро стоит проблема утилизации и переработки стеклянных бытовых отходов. Разработана эффективная технология получения стеклянной облицовочной плитки на основе боя цветных тарных стекол и листового стекла. Разработанный*

*облицовочный материал обладает высокими эксплуатационными показателями и удовлетворяет требованиям нормативных документов.*

*Ключевые слова: стекольный бой тарных и листовых стекол, жидкое стекло, фарфор, спекание, прочность на сжатие, облицовочный материал.*

В связи с вступлением в силу технического регламента Таможенного Союза с 2012 года на территории РФ запрещено вторичное использование различных видов тары, включая стеклотару [1].

В РФ не разработано централизованного сбора и переработки стеклянных бытовых отходов. Стеклобой является ценным сырьевым материалом и широко используется в развитых странах мира [2].

В настоящее время отечественными учеными проведен ряд исследований и разработаны различные технологии по изготовлению широкого спектра строительных материалов с использованием боя тарных, листовых, медицинских и других стекол [3].

Различные виды боя рекомендуется использовать для разработки стеклянной облицовочной плитки [4]. Введение в состав стеклобоя различных глин и колеманита позволяет получить безусадочный высокоэффективный материал [5].

Различные виды стекол можно использовать для получения блочного и гранулированного пеностекла [6]. Бой листовых и тарных стекол является ценным сырьем для получения стеклянных шариков [7].

Для глазурования различных видов строительных материалов с использованием плазменной струи применяют смеси боя цветных тарных и сортовых стекол с жидким стеклом и красящими солями металлов [8,9].

Эффективным направлением использования стеклянных бытовых отходов является плазменное нанесение защитно-декоративных покрытий на листовые и сортавые стекла [9,10]. Основным направлением утилизации стекольного боя является разработка новых строительных материалов.

В качестве объектов исследования использовался стекольный бой листового бесцветного стекла, тарных стекол зеленого, коричневого и изумрудного цвета, стеклобой полубелой тары. Химический состав стекол, входящих в облицовочный материал приведен в таблице 1. В работе был использован смешанный бой различной дисперсности: зерна различной фракции и тонкомолотый порошок.

Таблица 1 - Химический состав некоторых промышленных стекол

Группа стекла	Марка стекла	Содержание оксидов, мас. %, по ГОСТ 111-2001 и ГОСТ Р 52022-2003													
		SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			CaO+MgO		Na <sub>2</sub> O		SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
		Ном.	Откл.	Ном.	Откл.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> не >	Ном.	Откл.	Ном.	Откл.	не >	Ном.	Откл.	Ном.	Откл.
Бесцветная	БТ-1	72,0	+1,5 -2,5	2,5	+1,0 -1,3	0,1	11,0	±1,5	14,0	±0,9	0,5	-	-	-	-
	БТ-2	72,5	±1,0	1,4	±0,6	0,1	12,5	±0,8	13,2	0,8	0,5	-	-	-	-
Полубелая	ПТ	71,6	±1,7	3,0	±1,3	0,5	11,0	±1,5	14,0	±0,9	0,4	-	-	-	-
Зеленая	ЗТ-1	71,0	+2,5 -3,0	3,5	+1,5 -2,0	0,8	11,0	±1,5	14,0	±1,0	0,3	-	-	0,2	+0,1 -0,15
	ЗТ-2	69,0	+2,5 -3,0	4,2	+1,5 -2,0	-	11,0	±1,5	14,0	±1,0	0,3	1,5	+0,5 -0,3	-	-
Коричневая	КТ	71,4	+2,5 -3,0	3,3	±1,5	0,5	11,0	±1,5	14,0	±1,0	0,3	-	-	-	-
Листовое	Л	72-73	-	1-1,8	-	0,1	8,6-9 CaO	3,2-3,6 MgO	13,4-13,6	-	0,3	-	-	-	-

Для определения гранулометрического состава стекольного боя, обеспечивающего плотную укладку в объеме и образование жесткой пространственной структуры, были выполнены нижеприведенные эксперименты.

Помол материалов осуществлялся в шаровой мельнице периодического действия с фарфоровым барабаном и фарфоровыми мелющими телами серии МШФ.

Дисперсность полученных материалов исследовалась комплексно: использовался ситовый анализ и оптический способ. Для ситового анализа использовались круглые лабораторные сита с проволочной тканой сеткой с квадратными ячейками.

Фракции стеклобоя М (мелкая) (0,8,1,25 мм, зеленый); С (средняя) (1,25÷3,15 мм, коричневый) и К (крупная) (3,15÷6,3 мм, бесцветный) были смешаны в разных пропорциях, помещены в формы и подвергнуты спеканию при 750°С в течение 0,5 ч. Термообработку смешанных материалов проводили в лабораторной силитовой печи, помещая их на плиту из легковесного шамота в изотермической зоне жаровой камеры объемом. Заданный режим обжига (максимальная температура, время выдержки, мощность нагрева) выполнялся автоматически. Точность поддержания температуры составляла ±5°.

Анализ внешнего вида образовавшихся спеков и свойств, характеризующих плотность укладки частиц стеклобоя и прочность образовавшихся каркасов, позволил сделать следующие выводы: использование крупной фракции стеклобоя для формирования тонких (не более 10 мм толщиной) декоративно-облицовочных композитов нецелесообразно; лучшими следует считать составы обеспечивающие лучшую удобоукладываемость с образованием наиболее плотных и прочных структур каркаса, таковыми являются фракции  $0,8\div 1,25-1,25\div 3,15$  в количестве 40 :60%;  $0,8\div 1,25-1,25\div 3,15$  в количестве 80 :20%. Внешний вид спеков мелкой, средней и крупной фракции представлен на рисунке 1.



Рис.1 - Внешний вид спеков стеклогранулята

Предел прочности на сжатие определялся на гидравлическом прессе испытательном ПСУ-10.

В исследовании использовалось жидкое стекло, которое представляет собой водный щелочной раствор силиката натрия  $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ .

Натриевое жидкое стекло имело плотностью  $1,4-1,5 \text{ г/см}^3$  с силикатным модулем 2,5-3. В данном исследовании жидкое стекло было использовано в высушенном виде с целью снижения температуры спекания стекольного боя.

Физикохимия процессов, протекающих при твердении силикатных композиций на основе жидкого стекла, основывается на частичном растворении зерен наполнителя в щелочном жидкостекольном

растворе с образованием мономерных и низкополимерных ионов, коагуляции жидкого стекла с выделением коллоидного кремнезема и конденсации низкополимерных форм с образованием трехмерного каркаса.

В качестве упрочняющего компонента был использован измельченный фарфоровый порошок, который образует в проектируемом стеклокристаллическом материале очень прочную связку. Фарфор характеризуется относительно высокой плотностью (2,4-2,5 г/см<sup>3</sup>), сравнительно высокой прочностью (прочность на сжатие 350-700 МПа, прочность на изгиб 60-140 МПа, предел прочности на растяжение 15-60 МПа), отсутствием открытых пор, газо- и водонепроницаемостью, термической стойкостью. Температурный коэффициент линейного расширения  $(3,8-6,7) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ; удельная теплоемкость 0,2-0,3 Дж/(кг·К). Состоит из стекловидной (55-80%) и кристаллической фаз (муллит, кварц, кристобалит). С целью наилучшего смешивания компонентов и более выгодной удобоукладываемости, в результате взаимодействия частиц состава между собой была выбрана мелкая фракция фарфора с размером частиц 0,4 мм и стеклогранулят (фракции менее 0,4 мм.)

Процесс обжига при температуре 735 °С облицовочных материалов, получаемых методом спекания из масс, содержащих основное количество стеклобоя, можно разбить на несколько отдельных этапов:

- нагрев от комнатной температуры до температуры обжига с умеренной скоростью;
- выдержка при рабочей температуре спекания;
- относительно быстрое охлаждение от рабочей температуры до верхней температуры отжига, с целью закрепления достигнутых на этапе спекания результатов и ускорения процесса;
- медленное охлаждение полученного стеклокристаллического материала (550-450°C). Скорость охлаждения рассчитывается в зависимости от толщины изделий и гарантирует снятие внутренних остаточных напряжений до заданных значений;
- охлаждение изделий до комнатной температуры.

Проведенные исследования позволили разработать эффективную технологию получения облицовочных материалов на основе стеклянных бытовых отходов. Разработан оптимальный состав облицовочной стеклянной плитки, удовлетворяющий по своим физико-механическим свойствам требования стандарта и включающий в свой состав стеклогранулят – 75...80%; фарфор – 5...10%; жидкое стекло – 5...25%.

### **Библиографический список**

1. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий стеновых строительных материалах автоклавного твердения. / Бессмертный В.С., Ильина И.А., Соколова О.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова - 2012. - №3. - С.155-157.
2. Bessmertnyi V.S., Production of glass microspheres using the plasma-spray in method. / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. № 7– 8. - С. 268 – 269.
3. Бессмертный В.С. Методология разработки состава и прогнозирования свойств композита на основе стекольного боя. / Бессмертный В.С, Жерновой Ф.Е., Дорохова Е.С., Изотова И.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - №3. - С.130-134.
4. Лазько Е.А., Современные тенденции сбора и переработки стекольного боя / Лазько Е.А., Минько Н.И., Бессмертный В.С., Лазько А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - №2 - С.109-112.
5. Bessmertnyi V.S., Plasma rod decorating of household glass. / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Panasenko V.A., Drizhd N.A., Dyimina P.S., Kolchina O.M. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. № 5– 6. - С. 214 – 215.
6. Бессмертный В.С., Инновационная технология глазуирования изделий. / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 2. - С.107-108.
7. Пучка О.В., Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла. / Пучка О.В., Бессмертный В.С., Сергеев С.В., Вайсера С.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3. - С.147-150.
8. Пат. 2459699 Российская Федерация, МПК В28В 11/00 Способ изготовления декоративных бетонных изделий / В.С. Бессмертный, В.И. Стадничук, Н.И. Минько, В.А. Бессмертная, А.П. Ходькин, Н.И. Бондаренко, О.И. Ткаченко; патентообладатель БГТУ им. Шухова. № 2010152161/03, заявл. 20.12.2010; опубл. 27.08.2012 Бюл. №24. 6 с.
9. Пат. 2466864 Российская Федерация, МПК В28В 11/04 Способ получения защитно-декоративного покрытия на изделиях из бетона / В.С. Бессмертный, Н.И. Бондаренко, А.А. Черникова, С.Ю. Вдовина, А.В. Симачев, Л.Д. Шалахова; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2011112717/03, заявл. 01.04.2011; опубл. 20.11.2012 Бюл. № 32. 6 с.
10. Дорохова Е.С., Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокристаллического композита. / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С, Жерновая Н.Ф. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №1. - С.138-143.

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД КАРМАНОВСКОЙ ГРЭФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

*В статье рассмотрен комплексный подход к очистке сточных вод электрических станций и утилизации карбонатного шлама – отхода, образующегося на стадии предварительной очистки добавочной воды на объектах энергетики.*

*Ключевые слова: утилизация отхода энергетики, очистка сточных вод, шлам водоподготовки, сорбционный материал.*

Энергетическая отрасль производства является основной для развития всех отраслей промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства, так как электрическая и тепловая энергия необходима для производства любого вида продукции и услуг. Поэтому для данной отрасли характерны наиболее высокие масштабы производства, что неизбежно приводит к значительному антропогенному воздействию на окружающую природную среду. Так, например, на электрических станциях образуются следующие виды отходов: твердые (шлак, зола, шлам и т.д.), жидкие (сточные воды, отработанные химически-загрязненные жидкости) и газообразные (продукты сгорания топлива). Поэтому актуальным является вопрос разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий на предприятиях энергетического комплекса, которые позволят минимизировать антропогенное воздействие объекта энергетики на окружающую среду.

Кармановская ГРЭС является самой мощной конденсационной электростанцией в Республике Башкортостан, так как на ее долю приходится примерно 40 % электроэнергии, вырабатываемой на ООО «Башкирская генерирующая компания». Кармановская ГРЭС была спроектирована и построена на северо-западе Республики Башкортостан с целью использования в качестве резервного топлива местной высокосернистой нефти. Установленная электрическая мощность составляет 1 831,1 МВт, тепловая — 204 Гкал/ч. В составе электростанции шесть блоков, каждый из которых состоит из парового котла Пп-950-255ГМ мощностью 950 тонн пара в час и турбоагрегата К-300-240 мощностью 300 МВт. Основным топливом на станции выступает природный газ, резервным – мазут.



Водоподготовка на станции представлена стадией предварительной очистки добавочной воды, включающей в себя известкование и коагуляцию, и ионитное химическое обессоливание. Источником водоснабжения станции является Кармановское водохранилище; ежегодно для восполнения потерь пара и конденсата на станции используется около 1 млн. м<sup>3</sup> исходной воды водохранилища.

При подготовке добавочной воды на стадии известкования и коагуляции в осветлителях образуется карбонатный шлам. Карбонатный шлам водоподготовки является крупнотоннажным отходом производства, который десятилетиями складировался на шламоотвалах станции. Это приводит к засолению грунтовых вод, защелачиванию почвы, является причиной отчуждения земель и гибели многих видов растений. Поэтому, несмотря на то, что шлам водоподготовки является практически безопасным (V класс опасности), вопрос эффективной утилизации карбонатного шлама является актуальным для Кармановской ГРЭС. Для исследований состава и свойств шлама водоподготовки проведены качественные и количественные измерения [1]. Рентгенографический качественный фазовый анализ на дифрактометре D 8 ADVANCE фирмы Bruker показал следующий химический состав: кальцит CaCO<sub>3</sub> – 70%, брусит Mg(OH)<sub>2</sub> – 11%; портландит Ca(OH)<sub>2</sub> < 2%; кварц SiO<sub>2</sub> – 0.8%, остальные прочие вещества – 16.2% [1]. Шлам содержит гуминовые вещества – до 11 % от общей массы образца, что обнаружено методом газовой хроматомасспектрометрии. С помощью хромато-масс-спектрометра «ThermoFisherSci. Co.» установлено, что на его поверхности типовой набор функциональных групп гуминовых веществ –ОН, =NH, –СН<sub>3</sub>, =СН<sub>2</sub>, ароматических связей, карбоксильных групп и спиртовых групп. Определены основные физико-технические характеристики шлама: насыпная плотность – 535 кг/м<sup>3</sup>, зольность – 86% (масс.), влагоемкость – 53% (масс.), рН водной вытяжки шлама – 8.83, гранулометрический состав представлен в основном фракцией 0.09-0.5 мм (>61 %).

На Кармановской ГРЭС образуется значительное количество сточных вод. Поэтому для нужд станции на территории предприятия находятся очистные сооружения, на которые поступают хозяйственно-бытовые сточные воды (ХБСВ) ГРЭС, промывные воды, дренажные воды с иловых и песковых площадок, а также сточные воды с близлежащего поселка «Энергетик». Очистные сооружения представлены стадией механической, биологической очистки и блоком обеззараживания. Сточные воды, прошедшие все этапы очистки, выпускаются распределенным гидровыпуском непосредственно перед

створом плотины на реке Буй в Кармановское водохранилище. Фактический расход сточных вод составляет 3000 м<sup>3</sup>/сут.

При проведении исследований установлена недостаточная степень существующей очистки сточных вод по некоторым показателям и концентрациям контролируемых примесей (таблица 1).

Таблица 1 - Показатели качества сточных вод Кармановской ГРЭС

Показатель	Исходная вода, поступающая в приемную камеру	Существующая технология очистки	НДС	Превышение НДС
Аммонийный азот, мг/дм <sup>3</sup>	8.1	1.32	0.5	2.6
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	7.9	3.1	0.2	15.5
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	18	7.1	0.05	142
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	108	24	2	12
ХПК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	163	29	25	1.2

Для повышения качества очистки сточных вод на Кармановской ГРЭС предлагается использование карбонатного шлама водоподготовки в качестве адсорбционного материала на стадии биологической очистки сточных вод, а также объединение всех видов стоков в общесплавную канализацию.

Ранее установлено, что шлам обладает адсорбционными свойствами по отношению к различным веществам [2]. Так, установлена адсорбционная способность шлама по отношению к нефтепродуктам, аммонийному азоту и прочим примесям. Аммонийный азот и фосфаты характерны для хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на БОС от Кармановской ГРЭС и поселка «Энергетик», нефтепродукты попадают в сточных воды с мазутного хозяйства станции. Из таблицы видно, что наблюдается превышение значений нормативно-допустимого сброса (НДС) по всем вышеперечисленным примесям сточных вод, поэтому представлены исследования, определяющие сорбционную способность шлама по нефтепродуктам и аммонийному азоту, проведенные в статических условиях. На основании полученных данных построены изотермы сорбции по исследуемым примесям.

Выпуклая линия изотерм адсорбции (рисунок 1) относится к I типу по БЭТ, соответствует изотерме Ленгмюра L- типа по классификации

Смита и указывает на наличие в адсорбенте микропор. Изотерма описывается уравнением Фрейндлиха  $A=0.28C^{0.75}$ .

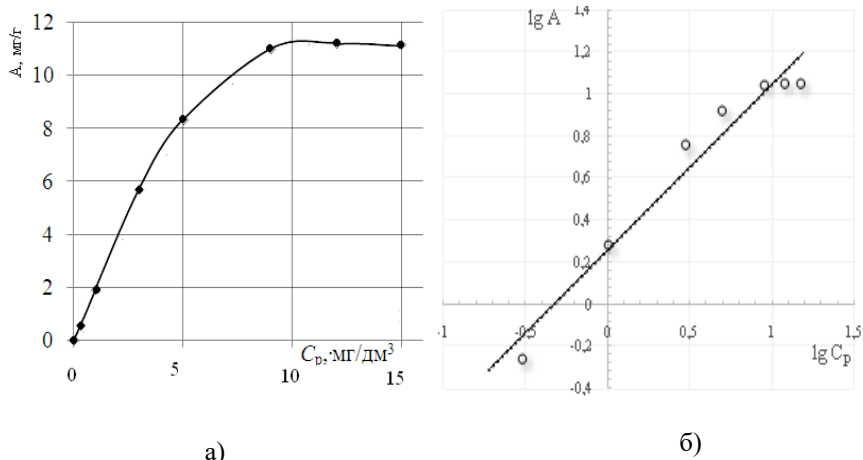


Рис. 1 - Изотерма адсорбции нефтепродуктов карбонатным шламом (а) и ее вид в логарифмических координатах (б)

Изотерма сорбции по аммонийному азоту представлена на рисунке 2.

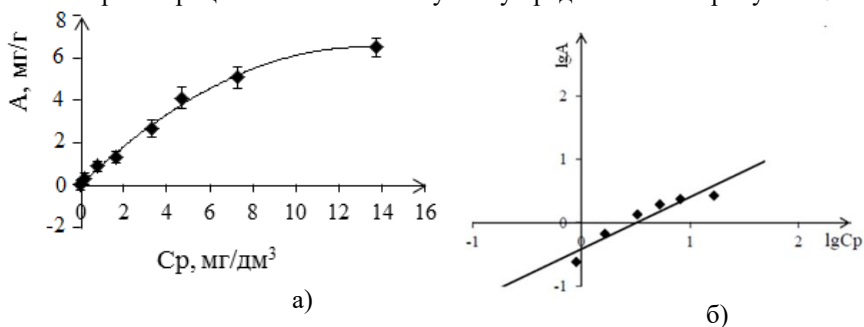


Рис.2 - Изотерма сорбции аммонийного азота карбонатным шламом(а) и ее вид в логарифмических координатах (б)

Как видно из рисунка 2 изотерма адсорбции относится к I типу по классификации БЭТ. Из этого следует, что в карбонатном шламе присутствуют микропоры. Начальный участок кривой описывается линейной зависимостью по закону Генри, затем кривая выходит на равновесие, что соответствует теории Ленгмюра об образовании

мономолекулярного слоя на поверхности сорбента. Повышение концентрации аммонийного азота приводит к насыщению шлама и достижению сорбционного равновесия, адсорбционная емкость материала по аммонийному азоту составляет 3,2 мг/г. Изотерма описывается уравнением Фрейндлиха  $A=2.51C_p^{0.52}$

Таким образом, полученные изотермы сорбции свидетельствуют о возможности использования карбонатного шлама в качестве сорбционного материала для повышения качества биологической очистки сточных вод.

Предлагается производить ввод осушенного карбонатного шлама в аэротенк для совместного проведения биологической и сорбционной (биосорбционной) очистки.

В настоящее время на очистные сооружения Кармановской ГРЭС подаются преимущественно ХБСВ и дренажные воды с иловых площадок. Однако в случае использования карбонатного шлама водоподготовки в качестве сорбционного материала возможна также подача в приемную камеру промывных вод с водоподготовительных установок (от промывок механических фильтров, регенерации ионообменных фильтров, отстающие шламовые воды), нефтесодержащих сточных вод, полученных при промывке оборудования и в результате нагрева мазута с мазутного хозяйства.

Подачу незагрязненных вод, поступающих с охлаждения оборудования станции, предлагается производить в камеру смешения перед выпуском очищенных сточных вод, что позволит исключить вредное тепловое воздействие на Кармановское водохранилище.

Таким образом, предлагаемая технология позволит избежать необходимости складирования и длительного хранения шлама водоподготовки на шламоотвалах, реализовать экологически чистое малоотходное производство, а также повысить эффективность работы БОС Кармановской ГРЭС и снизить экологическую нагрузку на водоем Кармановского водохранилища. Введение шлама в аэротенк на стадии биологической очистки эквивалентно доочистке сточных вод на биофильтрах, однако связано с гораздо меньшими энергетическими и материальными затратами.

Проведение биосорбционной очистки шламом водоподготовки при подаче всех сточных вод станции на очистные сооружения является целесообразным и рентабельным подходом к очистке сточных вод на Кармановской ГРЭС. Использование шлама водоподготовки в качестве сорбционного материала на стадии биологической очистки сточных вод позволит решить двойную экологическую задачу на промышленных объектах топливно-энергетического комплекса:

утилизация крупнотоннажного отхода производства и повышение качества очистки всех видов сточных вод без их локальной обработки. исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 18-79-10136.

### **Библиографический список**

1. Николаева Л.А. Адсорбционная очистка промышленных сточных вод модифицированным карбонатным шламом : дисс. ... д-ра техн. наук.: 03.02.08. –Казань, 2016.–267 с.
2. Николаева Л.А., Интенсификация биологической очистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса / Николаева Л.А., Исакова Р.Я. // Водоснабжение и санитарная техника. - 2016. - №11. - С. 50-55.

**УДК 693.547**

**Казлитина О.В., канд.техн.наук, доц.  
Сопин Д.М., маг.,  
Казлитин С.А., канд.техн.наук  
Мартынова К.Ю., маг.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

### **КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ПРОМЫШЛЕННОМ СЫРЬЕ ДЛЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ**

*В настоящее время всю большую популярность набирают бетоны, армированные дисперсными волокнами. Такие бетоны могут иметь больший срок эксплуатации и надежности. Для качественных фибробетонов целесообразно применение качественных вяжущих. В статье рассмотрены составы бетонов на разработанном композиционном вяжущем с использованием промышленных отходов.*

*Ключевые слова: композиционное вяжущее, дисперсное армирование, монолитное строительство, фибробетоны, промышленные отходы.*

Строительная индустрия, в настоящее время, не мыслима без использования бетона. Растущие объемы и темпы строительства требуют все больших и больших объемов его производства. Одновременно растет и уровень требований, предъявляемых к изделиям из бетона. Бетон должен выдерживать серьезные механические нагрузки, противостоять усадке и образованию трещин, иметь устойчивость к атмосферному влиянию и перепадам температур, обладать необходимой химической стойкостью.

Поэтому современный бетон является сложным композиционным материалом, модифицируемым различными добавками влияющими на его реологические, физико-механические и химические свойства.

Современной технологией, позволяющей качественно изменять свойства бетонных материалов, является дисперсное армирование волокнами – введение в бетонную смесь различных волокон спеливидной формы (фибр металлических – проволочных, полученных из расплава или рубленных из листа; базальтовых; стеклянных; биологических; тканевых; композитных и пластиковых). Сущность фибрового армирования заключается в том, что армирующие волокна по своей природе способны воспринимать большие напряжения, чем бетонная матрица, упрочняя материал и служат затравками при кристаллизации бетона, измельчая и видоизменяя его структуру. При насыщении бетонов волокнами происходит существенное улучшение конечных свойств, зависящее от параметров фибрового армирования: объемного содержания фибры и их механических и термохимических свойств, соотношения между параметрами фибровой арматуры и параметрами структуры бетонной матрицы, уровня дисперсности армирования. Свойства фибробетона также зависят от технологии его изготовления: способа получения, формы и материала фибровой арматуры, способа приготовления фибробетонной смеси и формования изделий.

Наиболее эффективно использование СФБ в конструкциях подвергающимся повышенным нагрузкам и к которым предъявляются требования повышенной трещиностойкости и сопротивляемости ударным и знакопеременным нагрузкам, а также там, где использование стержневого армирования конструкционно затруднительно или полностью невозможно [1,4]. СФБ выгодно использовать в сухом и влажном торкретбетоне (методом набрызга), для укрепления сводов, склонов горных автодорог, восстановления и усиления старых бетонных колонн, прогонов и других несущих конструкций, отделки тоннелей. Эффективно применение СФБ для монолитных конструкций и сооружений – дорожных и аэродромных покрытий, пролетных конструкций мостов, полов и конструкций пролетных перекрытий зданий, ирригационных каналов, взрыво- и взломоустойчивых и оборонных сооружений, а также для конструкций верхних строений железнодорожного пути [2,3].

Когда мы говорим о современных промышленных полах, то в первую очередь мы обращаем внимание на придание плите пола таких свойств как увеличенная прочность на растяжение и изгиб, стойкость к воздействиям ударных и вибрационных нагрузок, стойкость к истирающим нагрузкам, трещиностойкость. При этом важную роль в производстве работ играет скорость изготовления полов и снижение трудозатрат и как следствие стоимость готовых промышленных полов. Применение объемного или как его еще называют «дисперсного»

армирования стальной анкерной фиброй позволяет уменьшить толщину бетонной плиты пола, что опять же позволяет снизить стоимость за счет экономии бетона. Совместимость работы бетона и стальной фибры обеспечивается за счет сцепления по их поверхности и наличия анкеров на концах фибр.

Фибробетонные и сталефибробетонные полы имеют большую морозоустойчивость по сравнению с бетоном в котором применяется армирование с помощью сварных сеток или арматурных каркасов. Результаты исследований подтверждают возможность применения полученного сталефибробетона на композиционных вяжущих с добавкой суперпластификатора [5-7] позволяет существенно увеличить прочностные характеристики бетона, также установлено, что бетоны характеризуются низкими показателями водопоглощения и истираемости, а также высокой морозостойкостью (таблица 1).

Таблица 1 - Водопоглощение, истираемость и морозостойкость в зависимости от состава вяжущего

Вид вяжущего	Водопоглощение бетона по массе, %	Истираемость, Г, г/см <sup>2</sup>	Морозостойкость
ЦЕМ I 42,5 Н	4,5	0,43	F300
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка)	4,1	0,41	
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка+MURAPLAST FK-68)	3,6	0,39	
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	3,6	0,33	
ТМЦ-100	3,4	0,38	F500
ТМЦ-100 (упаковка)	3,0	0,35	
ТМЦ-100 (упаковка+MURAPLAST FK-68)	2,8	0,34	
ТМЦ-100 (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	2,8	0,3	
ВНВ-100	2,5	0,29	F700
ВНВ-100 (упаковка)	2,2	0,27	
ВНВ-100 (упаковка+MURAPLAST FK-68)	2,1	0,23	
ВНВ-100 (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	2,1	0,23	

Полученные бетоны характеризуются низкими показателями водопоглощения и истираемости, высокой морозостойкостью, это объясняется тем, что использован обогащенный песком отсев гранита, что позволило получить оптимальный состав мелкого заполнителя в отличие от традиционно применяемого и улучшить свойства материала за счет уплотненной и улучшенной структуры бетона.

Таким образом, введение в смесь фибры в оптимальной дозировке, подбор высокоплотной упаковки заполнителя, применение композиционных вяжущих и добавки гиперпластификатора MuraplastFK 68 позволяет получить мелкозернистый сталефибробетон на местных сырьевых ресурсах с пределом прочности при сжатии – 118,8 МПа, при изгибе – 14,1 МПа с повышенной ударной выносливостью и деформативными показателями.

### **Библиографический список**

1. Lesovik R.V. Fine-grain concrete from mining waste for monolithic construction / Lesovik R.V., Ageeva M.S., Lesovik G.A., Sopin D.M., Kazlitina O.V., Mitrokhin A.A. // IOP Conference Series: Material Science in Mechanical Engineering - 2018. - p. 032028.
2. Лесовик В.С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / Лесовик В. С., Агеева М.С., Иванов А.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 29 – 32.
3. Лесовик Р.В. Перспективы использования техногенного сырья для получения закладочных смесей / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Сопин Д.М., Казлитина О.В., Селюков М.А. //Фундаментальные основы строительного материаловедения Сб. докл. Междунар. онлайн-конгресса. - 2017. - С. 115-120.
4. Лесовик Р.В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.
5. Лесовик Р. В. Активация наполнителей композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2009. – № 1. – С. 87 – 89.
6. Лесовик Р. В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Лесовик Р. В., Жерновский И.В. // Строительные материалы. - 2008. – № 8. – С. 78 – 79.
7. Лесовик Р. В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.



## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕКЛЯННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА БЛОЧНОМ ПЕНОСТЕКЛЕ**

*Предложены составы защитно-декоративных покрытий с использованием стеклянных бытовых отходов. Подобрана оптимальная температура обжига. Определены эстетико-потребительские и физико-механические показатели полученных защитно-декоративных покрытий.*

*Ключевые слова: пеностекло, энергосберегающая технология, легкоплавкая фритта, стеклобой, защитно-декоративное покрытие, плазменная струя.*

Энерго- и ресурсосбережение в производстве силикатных композиционных материалов является приоритетным направлением развития строительного материаловедения [1-4].

Данная проблема в настоящее время успешно решается отечественными учёными по трем магистральным направлениям. Во-первых – это создание энергосберегающих инновационных технологий, позволяющих существенно снизить расход энергетических ресурсов при термической обработке силикатных и композиционных материалов [5-8]. Во-вторых – это разработка оптимальных, экономически обоснованных составов композиций с использованием местных источников сырья и различных отходов химической и горнодобывающей промышленности [9-12]. В-третьих – это использование эффективных, экологически чистых нетрадиционных источников энергии, в частности низкотемпературной плазмы [13-16].

Теплоизоляционные материалы, в частности блочное пеностекло, широко используются в мировой практике при строительстве зданий и сооружений. С целью расширения ассортимента и повышения эстетико-потребительских свойств, блочное пеностекло покрывали по одностадийной и двухстадийной технологии. Разработан ряд технологий по получению защитно-декоративных покрытий путем термической обработки в муфельных печах и методом плазменного оплавления.

Решением, не применяемым ранее, является разработка легкоплавких составов фритт с последующей их подшихтовкой стеклянными бытовыми отходами (цветные, тарные, сортовые и

хрустальные стекла) и термической обработкой теплоизоляционного композита с защитно-декоративным покрытием в муфельной печи и факелом низкотемпературной плазмы.

Разработанные составы фритт представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Разработанные составы фритт

№ п/п	Наименование	Содержание компонентов, мас. %				
		SiO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	K <sub>2</sub> O
1	Фритта №1	53	15	26		6
2	Фритта №2	55	14	25		5
3	Фритта №3	53	15	24	4	4
4	Фритта №4	56	14	25	2	3

После плавления и фриттования фритты мололи в шаровой мельнице с керамическими мелящими телами. В тонкоизмельченные фритты добавляли молотый стеклобой синих, коричневых и зеленых тарных стёкол, а также бой хрустальных и красных сортовых стёкол. Разработанные составы защитно-декоративных покрытий представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Состав защитно-декоративных покрытий

№ п/п	Наименование	Содержание компонентов							
		Фритта №1	Фритта №2	Фритта №3	Фритта №4	Синее тарное	Коричневое тарное	Красное сортовое и	Зеленое тарное
1	Состав №1	80				20			
2	Состав №2		80				20		
3	Состав №3			80				20	
4	Состав №4				80				20
5	Состав №5	70				30			
6	Состав №6		70				30		
7	Состав №7			70				30	
8	Состав №8				70				30

Из разработанных составов готовили глазурный шликер, который наносили на блочное пеностекло, подсушивали и термообработывали в муфельной печи. Оптимальная температура обжига составляла 680-750°С. Также нанесены защитно-декоративные покрытия оплавливали плазменной струей. Полученные покрытия обладали высокими

эстетико-потребительскими свойствами. Коэффициент диффузионного отражения составлял 72-74%, микротвердость по Виккерсу лежала в пределах 700-780HV.

Состав 1,2,4,5,7,8 – относились к III гидролитическому классу, составы 3 и 6 к IV гидролитическому классу.

Разработана энергосберегающая технология получения защитно-декоративных покрытий на блочных теплоизоляционных материалах с использованием стеклянных бытовых отходов.

### **Библиографический список**

1. Bessmertnyi V.S., Science for ceramics using air cooling / Bessmertnyi V.S., Panasenko V.A., Glaz V.N., Krohin V.P., and Nikiforova E.P. // Glass and Ceramics. - 2000. - Vol. 57. - P. 3-4.

2. Минько Н.И., Пеностекло. Научные основы и технология: Монография / Минько Н.И., Пучка О.В., Бессмертный В.С., Семенов С.В., Крахт В.Б., Мелконян Р.Г. - Воронеж: Научная книга. - 2008. - 168 с.

3. Бессмертный В.С., Плазменные технологии в производстве стекла / Бессмертный В.С., Бондаренко Н.И., Бондаренко Д.О., Минько Н.И., Кочурин Д.В., Макаров А.В. // Стекло и керамика. – 2019. - №7. – с. 85-92.

4. Бессмертный В.С., Синтез синтетических минералов с использованием альтернативных источников энергии / Бессмертный В.С., Минько Н.И., Дюмина П.С., Крохин В.П., Семенов С.В., Липко М.А. // Стекло и керамика. – 2005. - №12. – с. 25-26.

5. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона: Монография. / Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Н.И. - Белгород: Издательство БУКЭП, 2012. - 120 с.

6. Бессмертный В.С., Кеменов С.А., Бондаренко Н.И., Пучка О.В., Табит Салим Аль-Азаб. Плазмохимическая модификация стекольных строительных материалов с отходами стеклобоя и отходами обогащения железистых кварцитов КМА // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2014. - №. - С. 21-24.

7. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий стеновых строительных материалах автоклавного твердения / Бессмертный В.С., Ильина И.А., Соколова О.Н. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2012. - №3. - С. 155-157.

8. Бессмертный В.С. Методология разработки состава и прогнозирования свойств композита на основе стекольного боя / Бессмертный В.С, Жерновой Ф.Е., Дорохова Е.С., Изотова И.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - №3. - С. 130-134.

9. Лазько Е.А., Современные тенденции сбора и переработки стекольного боя / Лазько Е.А., Минько Н.И., Бессмертный В.С., Лазько А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - №2. - С.109-112.

10. Bessmertnyi V.S., Plasma rod decorating of household glass / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Panasenko V.A., Drizhd N.A., Dyimina P.S., Kolchina O.M. // Glass and Ceramics. - 2001. - Vol. 58. № 5-6. -P. 214-215.

11. Бессмертный В.С., Инновационная технология глазурования изделий / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 2. - С. 107-108.

12. Пучка О.В., Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла / Пучка О.В., Бессмертный В.С., Сергеев С.В., Вайсера С.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3 - С. 147-150.

13. Bessmertnyi V.S., Production of glass microspheres using the plasma-spray in method / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glass and Ceramics. - 2001. - Vol. 58. № 7-8. - P. 268-269.

14. Способ изготовления декоративных бетонных изделий. Бессмертный В.С., Стадничук В.И., Минько Н.И., Бессмертная В.А., Ходькин А.П., Бондаренко Н.И., Ткаченко О.И. Патент на изобретение *RUS 2466664* 20.12.2010.

15. Дорохова Е.С., Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокристаллического композита / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С., Жерновая Н.Ф. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №1. - С.138-143.

16. Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В. Плазмохимическое модифицирование блочных теплоизоляционных материалов / Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В. // Фундаментальные исследования. - 2018. - № 6. - С. 9-14.

**УДК 666.232.6:621.9.04:533.9**

**Кочурин Д.В., асп.,**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)  
**Здоренко Н.М., канд. техн. наук**  
(БУКЭП, г. Белгород, Россия)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ БЛОЧНЫХ КОМПОЗИТАХ**

*Предложено использование стеклянных бытовых отходов и боя различных огнеупорных материалов для получения высококачественных износостойких и термостойких защитно-декоративных покрытий на теплоизоляционных композитах, в частности блочного пеностекла.*

*Ключевые слова: стеклянные бытовые отходы, бой высокоглиноземистого огнеупора, защитно-декоративное покрытие, плазмохимическое модифицирование.*

В настоящее время в РФ остро стоит проблема сбора и переработки стеклянных бытовых отходов [1,2].

Учёными многих кафедр БГТУ им. В.Г. Шухова проведены обширные исследования по разработке технологий получения различных композиционных строительных и облицовочных материалов [3-5]. Основными направлениями использования стеклянных бытовых отходов являются: получение различных стеклокристаллических облицовочных материалов, в том числе и безусадочных; использование стеклобоя тарных, листовых и медицинских стёкол в технологии производства блочного пеностекла [6-8]. Перспективным направлением переработки различных видов вторичного стекольного сырья является его использование в различных составах защитно-декоративных покрытий на стеновых строительных материалах [9-11].

Использование нетрадиционных источников энергии позволит создать энергосберегающие, высокопроизводительные и экологически чистые технологии [12,13]. Наиболее эффективным нетрадиционным источником энергии является низкотемпературная плазма, позволяющая за короткие промежутки времени разогреть оплавляемую лицевую поверхность любого силикатного материала до 2000°C [14-15].

Разработка композиционных износостойких и термостойких защитно-декоративных покрытий на теплоизоляционных материалах с последующей их плазмохимической модификации является уникальным решением, не применяемым ранее.

В лабораторных условиях для приготовления разработанных составов защитно-декоративных покрытий использовали бой тарных стёкол и высокоглиноземистый огнеупор, которые мололи в фарфоровой шаровой мельнице в течении 6 часов. После помола готовили основной защитно-декоративный слой и промежуточный термостойкий слой путем перемешивания тонкодисперсного огнеупора порошка с жидким натриевым стеклом, слои. Полученную пасту наносили на лицевую поверхность блочного пеностекла и подсушивали в сушильном шкафу, а затем на промежуточный слой – состав, включающий бой цветных тарных стёкол, бой глиноземистого цемента и жидкого стекла при оптимальном соотношении равном 10:5:1, выявленном экспериментально.

Оплавление защитно-декоративного покрытия производили на лабораторной установке, позволяющей регулировать скорость перемещения плазменного сопла относительно лицевой поверхности предварительно нанесенного на блочное пеностекло защитно-декоративного покрытия. Высокотемпературным источником в

предлагаемой технологии служил электродуговой плазматрон «Горыныч» с температурой плазменной струи 6000°C

После оплавления защитно-декоративного покрытия плазменной струей плазматрона исследовали его эстетико-потребительские свойства. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Свойства защитно-декоративных покрытий

№ п/п	Наименование показателя	Размерность	Значение показателя
1	Прочность сцепления покрытия с основой	Мпа	0,8
2	Микротвердость	HV	853±1
3	Гидролитический класс	-	III
4	Кислотостойкость	%	98
5	Щелочестойкость		94
6	Термостойкость	°С	122
7	Толщина покрытия	мкм	1000±100

Далее проведенные исследования показали, что по фазовому составу верхний слой защитно-декоративного покрытия представлен стеклофазой с областями микроликваций и газовыми включениями. Промежуточный слой покрытия представлен стеклокристаллическим материалом, включающим аморфную и кристаллическую фазу и  $\alpha$ ,  $\beta$  – глинозёма. Контактный слой представлен в основном кристаллической фазой из различных модификаций оксида алюминия.

Экспериментально полученные на основе стеклянных бытовых отходов защитно-декоративные покрытия на блочном пеностекле обладают высокими эксплуатационными показателями.

### Библиографический список

1. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона: Монография. / Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Н.И. – Белгород: Издательство БУКЭП, 2012. – 120 с.
2. Bessmertnyi V.S., Science for ceramics using air cooling / Bessmertnyi V.S., Panasenko V.A., Glaz V.N., Krohin V.P., and Nikiforova E.P. // Glass and Ceramics. - 2000. - Vol. 57. - P. 3-4.
3. Бесмертный В.С., Синтез синтетических минералов с использованием альтернативных источников энергии / Бесмертный В.С., Минько Н.И., Дюмина П.С., Крохин В.П., Семененко С.В., Липко М.А. // Стекло и керамика. – 2005. - №12. – с. 25-26.
4. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий стеновых строительных материалах автоклавного твердения / Бессмертный В.С., Ильина И.А., Соколова О.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2012. - №3. - С.155-157.

5. Дорохова Е.С., Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокристаллического композита / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С, Жерновая Н.Ф. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №1. - С.138-143.
6. Bessmertnyi V.S., Production of glass microspheres using the plasma-spray in method / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. - № 7–8. - С. 268 – 269.
7. Лазько Е.А., Современные тенденции сбора и переработки стекольного боя / Лазько Е.А., Минько Н.И., Бессмертный В.С., Лазько А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - №2. - С.109-112.
8. Пучка О.В., Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла / Пучка О.В., Бессмертный В.С., Сергеев С.В., Вайсера С.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3. - С.147-150.
9. Бессмертный В.С, Методология разработки состава и прогнозирования свойств композита на основе стекольного боя / Бессмертный В.С, Жерновой Ф.Е., Дорохова Е.С., Изотова И.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - №3. - С.130-134.
10. Bessmertnyi V.S., Plasma rod decorating of household glass / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Panasenko V.A., Drizhd N.A., Dyimina P.S., Kolchina O.M. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. № 5–6. - С. 214 – 215.
11. Бессмертный В.С., Инновационная технология глазурования изделий / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 2. - С. 107-108.
12. Пат. 2459699 Российская Федерация, МПК В28В 11/00 Способ изготовления декоративных бетонных изделий / В.С. Бессмертный, В.И. Стадничук, Н.И. Минько, В.А. Бессмертная, А.П. Ходыкин, Н.И. Бондаренко, О.И. Ткаченко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. Шухова. № 2010152161/03, заявл. 20.12.2010; опубл. 27.08.2012 Бюл. №24. 6 с.
13. Пат. 2466864 Российская Федерация, МПК В28В 11/04 Способ получения защитно-декоративного покрытия на изделиях из бетона / В.С. Бессмертный, Н.И. Бондаренко, А.А. Черникова, С.Ю. Вдовина, А.В. Симачев, Л.Д. Шалахова; заявитель и патентообладатель БГТУ им. Шухова. № 2011112717/03, заявл. 01.04.2011; опубл. 20.11.2012 Бюл. № 32. 6 с.
14. Способ изготовления декоративных бетонных изделий. Бессмертный В.С., Стадничук В.И., Минько Н.И., Бессмертная В.А., Ходыкин А.П., Бондаренко Н.И., Ткаченко О.И. Патент на изобретение RUS 2466664 20.12.2010.
15. Способ получения защитно-декоративного покрытия на изделиях из бетона. Бессмертный В.С., Бондаренко Н.И., Черникова А.А., Вдовина С.Ю., Симачев А.В., Шалахов Л.Д. Патент на изобретение RUS 2459699 01.04.2011.
16. Минько Н.И., Пеностекло. Научные основы и технология: Монография. / Минько Н.И., Пучка О. В., Бессмертный В.С., Семененко С.В., Крахт В.Б., Мелконян Р.Г. – Воронеж: Научная книга, 2008. -168 с.

17. Бессмертный В. С., Плазменные технологии в производстве стекла / Бессмертный В. С., Бондаренко Н. И., Бондаренко Д.О., Минько Н. И., Кочурин Д. В., Макаров А. В. // Стекло и керамика. - 2019. - №7. – С. 85-92.

18. Здоренко Н.М., Плазмохимическое модифицирование блочных теплоизоляционных материалов / Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В // Фундаментальные исследования. - 2018. - № 6. - С. 9-14.

**УДК 504.062.4**

**Лупандина Н.С., канд. техн. наук, доц.,  
Вороненко З.В., студ.**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## **ФИТОЭКСТРАКЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

*В статье рассматривается возможность применения аккумулялирующих свойств зеленых растений для очищения почв, загрязненных тяжелыми металлами, а также результаты эффективности такого подхода.*

*Ключевые слова: фиторемедиация, фитоэкстракция, тяжелые металлы, почвы, гипераккумуляторы.*

Развитие хозяйственной деятельности человека оказывает влияние не только на качество жизни, но и на окружающую среду. Множество заводов и фабрик выбрасывают ежедневно огромное количество всевозможных отходов самого разного происхождения. В двадцать первом веке значительная часть отходов с производственных предприятий, не проходя надлежащую очистку, попадает прямо в окружающую среду и загрязняет почвы, воздух и воду. Немалый вред оказывают тяжелые металлы такие, как мышьяк, марганец, кадмий, цинк, хром, медь, свинец, никель, поступающие непосредственно с предприятий черной, цветной металлургии, горнодобывающих комбинатов, шахт. Попадая в почву, тяжелые металлы способны вызвать серьезные изменения микробиологических и физико-химических свойств почвы, а также нарушения её функционирования.

Помимо существующего способа использования отработанного активного ила для очищения почвенных смесей, одним из методов решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами является фиторемедиация [1]. Это способ очищения почвы, в основе которого лежит способность зеленых растений, устойчивых к загрязнителям, накапливать в своих тканях тяжелые металлы без вреда для самих растений.



Фиторемедиация имеет множество достоинств, делающих этот метод одним из наиболее перспективных методов очистки почв [2]:

- Возможность использования для широкого круга неорганических соединений;
- отсутствие потребности в дорогостоящем оборудовании и специально обученном персонале;
- снижение количества отходов, отправляющихся на свалки;
- снижение риска повреждения почвы и ландшафтов по сравнению с традиционными методами очистки;
- уменьшение возможности дальнейшего распространения тяжелых металлов водным или воздушным путем;
- потенциальная энергия, запасенная в растительной биомассе, может использоваться для производства тепловой и электрической энергии.

При наличии перечисленных достоинств у метода фиторемедиации имеется ряд недостатков, к числу которых можно отнести следующие:

- удаление тяжелых металлов в основном происходит в районе корневой зоны растения;
- очистка участка может занять несколько лет;
- Возможность применения в основном в зонах с низкой или средней концентрацией металлов;
- сложность утилизации загрязненной биомассы;
- ограниченность применения метода из-за климатического фактора;
- вмешательство в экосистему путем внедрения растений в места, не свойственные их ареалу, может негативно сказаться на биоразнообразии среды;
- необходимость контроля процесса сжигания загрязненной биомассы.

Наиболее перспективным способом осуществления фиторемедиации является фитоэкстракция. Для этого метода используются растения, имеющие ярко выраженный эффект аккумуляции тяжелых металлов в надземной части растения с возможностью последующего удаления этой части с поля.

Дополнительными преимуществами фитоэкстракции является то, что данная технология требует гораздо меньше затрат, нежели традиционные методы очищения почв, имеет простую технику осуществления и показывает высокие показатели эффективности.

Важным этапом в подготовке осуществления фитоэкстракции является правильный выбор растений-аккумуляторов. Накопители должны поглощать большие концентрации тяжелых металлов и сохранять их в своих тканях, которые затем можно утилизировать. Существенно повысить продуктивность фитоэкстракции позволяют растения-гипераккумуляторы, способные поглотить такое количество металла, которое будет во много раз превышать его количество в почве. К гипераккумуляторам относят растения, содержащие более 0,01% кадмия, 0,1% меди, хрома, свинца, никеля, кобальта, 1% цинка, марганца, и в настоящее время известно о более чем четырехстах видах таких накопителей различных металлов из двадцати двух семейств.

В 2016 году группа российских ученых, используя аккумуляторные способности кукурузы, подсолнечника, бобовых, исследовала изменения концентраций тяжелых металлов в нефтезагрязненных почвах [3]. В результате было выявлено снижение концентрации в почве хрома и кадмия в 3 раза, марганца и бария в 23 раза, железа и мышьяка в 8 раз, кобальта в 9,5 раз, никеля и свинца в 4 раза, цинка почти в 2 раза.

Полученные данные доказывают практическую пользу фитоэкстракции и демонстрируют многократное снижение концентрации тяжелых металлов в загрязненных почвах. Методы фиторемедиации являются гораздо менее энерго- и ресурсозатратными, чем классические методы очистки почв и гораздо более эффективными по сравнению с ними.

Сегодня вопрос очищения почв от тяжелых металлов требует к себе особого внимания, поскольку необходимость экологически чистого земельного покрова для нормальной жизнедеятельности трудно оспорить. От состояния почв зависят многие процессы, происходящие в биосфере и только человек способен решить те проблемы, формированию которых он способствовал своей деятельностью.

#### **Библиографический список**

1. Т.А. Василенко, Применение осадка механической и биологической очистки бытовых и производственных сточных вод в качестве удобрения / Т.А. Василенко, А.Х. Мохаммед. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №6. - С. 211-219.
2. И.В. Андреева, Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами / И.В. Андреева, Р.Ф. Байбеков, М.В. Злобина. // Природообустройство. - 2009. - №5. - С. 5-11.

3. Э.Р. Бабаев, Фитоэкстракция тяжелых металлов из нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова / Э.Р. Бабаев, Э.М. Мовсумзаде. // НефтеГазоХимия. - 2016. - №3. - С. 27-30.

**УДК 691.3**

**Махортов Д.С. асп.,  
Рыжих В.Д. асп.,  
Лысыкова Н.В. асп.,  
Загороднюк Л.Х, д-р техн. наук, проф.**  
*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Мир строительных технологий активно развивается, в настоящее время ученые стремятся не только разрабатывать новые строительные материалы, но и искать способы нестандартного применения различного сырья, признанного ранее непригодным в строительстве.*

*Ключевые слова: вулканический пепел, вулкан, панели, каркасное строительство, бетон, теплопроводность, смесь, вяжущие, тонкообломочная порода.*

Использование местного сырья весьма актуально особенно в тех районах, где нет возможности привозить или использовать стандартные материалы из-за определенного ряда причин [1-2]. В последнее десятилетие активно проводятся работы по получению композиционных вяжущих, которые с успехом используются при производстве различных строительных композитов [3-14].

С древних времен и по настоящее время человечество интересовало такое природное явление, как извержение вулкана. Вулкан представляет собой образование на поверхности Земли, выпускающее в атмосферу вулканические газы, камни и пепел за счет магмы, которая выбрасывается из-за сдвига плит. Во всемирной истории существует немало примеров природных катаклизмов, связанных с извержением вулканов, что проводило к масштабным трагедиям и разрушениям. Однако некоторая часть населения нашей планеты продолжает проживать вблизи вулкана, несмотря на опасность и угрозу для жизни. Ученые потратили немало времени и усилий, чтобы изучить вулканический пепел и пришли к выводу, что этот продукт извержения по своему составу универсален и обладает оригинальными качествами.

Применение вулканического пепла в мире достаточно разнообразно, его используют не только в качестве добавок для

строительных материалов, но также он нашел свое применение и в медицине. Многие страны начинают использовать вулканический пепел как строительный материал.

Особенности вулканического пепла, влияющие на жизнедеятельность человека и определяющие различные пути его использования:

- Влияние на климатические условия. После извержения вулкана в стратосферу попадают мелкие частицы пепла, что приводит к резкому похолоданию в атмосфере.

- Применение в косметической сфере: противобактериальное мыло и омолаживающие маски.

- Благоприятное воздействие на почву за счет содержания питательных веществ и редких металлов, что способствует интенсивности земледелия.

- Используется в строительной сфере, как материал, в том числе и в изготовлении стеновых панелей.

Одним из основных особенностей вулканического пепла остается его строительные качества такие, как хорошая теплоизоляция и экологически безвредный материал.

Вулканический пепел представляет собой рыхлую тонкообломочную породу с размерами частиц менее 5 мм, состоящих из вулканического стекла и кристаллов различных горных пород, преимущественно мелких зерен вулканического шлака и пемзы [1,2].

Месторождения вулканического пепла имеются на Камчатском полуострове, в Закавказье и на Северном Кавказе. К примеру, Кенженское и Каменское месторождения в Кабардино-Балкарии располагают запасами вулканического пепла 20-25 млн. м<sup>3</sup>.

Химический состав вулканического пепла может колебаться от кислого (68-72% SiO<sub>2</sub>) до основного (48-52% SiO<sub>2</sub>). Насыпная плотность вулканического пепла составляет 500-1300 кг/м<sup>3</sup>, истинная плотность 2,8 г/см<sup>3</sup>, пустотность 50-55%, пористость 50-70%, водопоглощение до 35%.

Вулканический пепел применяется сельскими строителями в качестве мелкого заполнителя в керамзитобетоне, в качестве заполнителя в плотных и поризованных конструкционно-теплоизоляционных пеплобетонах марок 50-100 объемной массой 1200-1550 кг/м<sup>3</sup> и в штукатурных растворах [3,4].

К примеру, аргентинские ученые научились использовать вулканический пепел в строительстве, которого там в избытке. Это позволило строить экологически чистые дома с наименьшими

финансовыми затратами. При этом построенные дома выглядят не хуже других современных домов.

Применение пепла заключается в специальном технологическом способе создания панелей для каркасного строительства. Панели прессуются в заводских условиях, а затем на месте постройки их собирают в единую конструкцию. Они обладают всеми преимуществами панелей из других материалов: легкость конструкции, быстрота постройки дома, не требовательность к профессиональным навыкам строительства. Однако у них есть существенный недостаток - низкие теплоизоляционные свойства. Поэтому при строительстве придется применять утеплитель. Дома, площадь которых не превышает 45 м<sup>2</sup>, можно будет возводить за один день. Основными потребителями нового стройматериала станут малоимущие семьи, не имеющие крыши над головой.

Японские ученые также стали развивать перспективное направление использования вулканической пыли. Так как пепел состоит из частиц пыли и песка, размер зерна которых составляет менее 2 мм, то ученые предположили, что его применение может быть найдено при изготовлении кирпичей. И действительно, при добавлении пепла в смесь, подготовленную для производства кирпичей, заметно улучшаются такие свойства как водостойкость, прочность, звукоизоляция и теплопроводность. Кроме того, пепел начали использовать в качестве добавок в бетон, тем самым снижая расход цемента без потери в прочности и долговечности конструкции, но при соблюдении определенных пропорций и не нарушая норм строительства. В Китае налажено производство на основе пепла сырья для специальных видов бетона, теплоизолирующих красок.

Несмотря на то, что у пепла такое обширное применение с ним нужно быть осторожней и перед применением тщательно его исследовать, многие исследователи утверждают что у этого продукта есть радиационный фон, который может негативно влиять на состояние человека.

Часто полагают, что если пепел вулканического происхождения, то он может быть радиоактивным. Существует ГОСТ 8736-93 по которому определяют удельную эффективную активность естественных радионуклидов Аэфф.трёх элементов: Радий Ra-226, Торий Th-232 и Калий-40. Нормативное значение показателей суммы этих трёх элементов должно быть Аэфф=370 Бк/кг. Результаты специализированных лабораторных испытаний вулканического пепла из Кабардино-Балкарской Республики показывают что Аэфф=274,4

Бк/кг, что свидетельствует о соответствии нормативу вулканического пепла для всех видов строительства.

Подводя итог нужно сказать что, вулканический пепел может широко использоваться в странах с высокой вулканической активностью в качестве абсолютно бесплатного сырья для изготовления стройматериалов [15-17]. Он не требует дополнительной обработки и обладает рядом полезных свойств.

### **Библиографический список**

1. Османов Н.Н. Смешанные вяжущие на основе дисперсных минеральных добавок / Османов Н.Н. // Цемент и его применение – 2005. – С. 56 – 57.
2. Бычков М.В. Самоуплотняющиеся бетоны пониженной плотности с применением вулканического туфа / Бычков М.В. // Инженерный вестник Дона – 2013. – С. 37 – 43.
3. В.В. Строкова, Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов / В.В. Строкова, Н.И. Алфимова, М.С. Шейченко, Ф.А. Наваретте Велосс // Строительные материалы. – № 2. – М., 2009. – С. 32–33
4. Наваретте Велосс, Ф.А. Перспективы использования сырьевых ресурсов Эквадора в строительстве / Ф.А. Наваретте Велосс // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 18–19 сент. 2007 г. / Изд-во БГТУ. – Белгород, 2007. – Ч.1. – С. 278 – 281.
5. Загороднюк Л.Х. Композиционные вяжущие на основе органоминерального модификатора для сухих ремонтных смесей / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, А.В. Шамшуров, Д.А. Беликов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова.- 2014.- № 5.- С.25-31.
6. Лесовик, В.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Е.А. Яковлев, М.С. Шейченко // Вестник БГТУ им. Шухова. – 2009. - №1. - С.30 – 33.
7. Лесовик, В.С. Высокоэффективные композиционные вяжущие с использованием наномодификатора / Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю. // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2010. - С.90.
8. Шейченко, М.С. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения / М.С. Шейченко, В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова // Вестник БГТУ им. Шухова. – 2011. - №1. – С. 64 – 68.
9. Zagorodnuk L.H. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials / Zagorodnuk L.H. Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. // World Applied Sciences Journal. - 2013. - Т.24. №11. - P. 1496-1502.
10. Загороднюк Л.Х. Композиционные вяжущие на основе органоминерального модификатора для сухих ремонтных смесей /Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, А.В. Шамшуров, Д.А. Беликов // Вестник БГТУ им. В.Г.

Шухова.- 2014.- № 5.- С.25-31.

11. Загороднюк Л.Х. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом средства структур / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, Д.А. Беликов // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва.- 2014.–С. 112-119.

12. Загороднюк Л.Х. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, Р. Гайнутдинов // Вестник Центрального регионального отделения РААСН.-2014. – С. 93-98.

13.V.S. Lesovik, Structure-formation of contact layers of composite materials / V.S. Lesovik, L.H. Zagorodnyuk, M.M. Tolmacheva, A.A. Smolikov, A.Y. Shekina, M.N.I. Shakarna // Life Science Journal. - 2014. - Т. 11. № 12. - С.948-953.

14. А. А. Kuprina, Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin / А. А. Kuprina, V. S. Lesovik, L. H. Zagorodnyuk, M. Y. Elistratkin // Research Journal of Applied Sciences.- 2014. - №9. - С. 816-819.

15. Сайт ООО Красноярская строительно-техническая компания /Электронный ресурс/ Режим доступа: [http://www.vinokna.ru/stat/3246\\_stat.html](http://www.vinokna.ru/stat/3246_stat.html)

16. Сайт ООО КВТ-Строй [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kwt-stroy.ru/>

17. Сайт Стройка Диалог [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://stroikadialog.ru/articles/otdelka/primeneniye-tufa-v-stroitelstve>

### УДК 691.3

**Махортов Д.С. асп.,**

**Рыжих В.Д. асп.,**

**Лысыкова Н.В. асп.,**

**Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ ИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСТВА**

*Для улучшения продовольственной базы в нашей стране создано большое количество животноводческих комплексов, это негативно влияет на окружающую среду. В статье приведена информация о имеющихся разработках по использованию отходов животноводческого производства в строительстве.*

*Ключевые слова: белки, отходы, пластификаторы, добавки, бетоны, смеси, сырье, прочность, твердение, водопотребность, удобоукладываемость.*

Промышленная технология на животноводческих комплексах неизбежно связана с высокой концентрацией скота, а следовательно, и с большим количеством отходов производства. Это создает угрозу распространения возбудителей инфекционных заболеваний, в том

числе для человека и животных, а также специфических неприятных запахов.

Определенный ряд проблем можно решить при помощи использования отходов переработки сельскохозяйственного производства в строительстве.

Старые русские мастера использовали в строительной технологии различные биопродукты. Исследования образцов долговечных кладочных и штукатурных растворов из древних сооружений подтверждают сведения рукописных первоисточников о широком использовании различных добавок на основе веществ растительного и животного происхождения [1].

К настоящему времени имеется определенный опыт производства пластифицирующих добавок на основе белков животного происхождения российскими и зарубежными производителями [2-7].

Сегодня ряд предприятий, большая часть из которых зарубежные, выпускают добавки на основе так называемых белковых гидролизаторов. Чтобы было понятнее, гидролизатор белка это, говоря по-простому, – отвар белка, во многом идентичный добавкам, использованных много веков назад. Вместе с тем, строительная наука не стоит на месте, и разработанные современные протеиновые добавки значительно превосходят свои прототипы.

Если рассмотреть молекулу белка под микроскопом при мощном увеличении, то увидим множество длинных переплетных нитей, очень напоминающих молекулы синтезированных человеком веществ – поливинилацетата (ПВА), поливинилхлорида (ПВХ), полистирола и любого другого полимера. Огромное количество полимеров применяется для улучшения свойств бетонов, особенно часто такие добавки применяют при изготовлении сухих строительных смесей. Также можно вспомнить, насколько возрастает прочность и водостойкость обычного цементно-песчаного раствора при добавке в него клея ПВА на основе поливинилацетатной эмульсии. Тот же самый механизм упрочнения работает и при добавке в цементные растворы, вообще, и пенобетон в частности, природных белковых полимеров.

К примеру: протеиновый (белковый) модификатор Eсoprotein PL обеспечивает снижение водопотребности пенобетонной смеси на 5-15%, и, как результат, увеличение прочности пенобетона как в ранние сроки, так и в возрасте 28 суток [3]. Механизм действия белкового гидролизата в этом случае похож на механизм работы суперпластификаторов. Он адсорбируется на частицах портландцемента и препятствует их слипанию (агрегации), за счет чего



уменьшается количество воды, необходимое для достижения достаточной вязкости. Отрицательно заряженные частицы белка адсорбируются преимущественно на положительно заряженных частицах цемента, обеспечивая высвобождение воды, связанной агрегатами, состоящими из частиц цемента.

Стоимость протеинового пластификатора Ecoprotein PL составляет всего 50 руб/кг, при расходе 0,5-1,5 кг на кубометр пенобетонной смеси. Стоимость добавок на протеиновой основе зарубежных фирм начинается от 120 руб/кг, при расходе от 2 кг/м<sup>3</sup>.

Применение биологическим отходам нашла компания «БиоТехнологии». Она производит модификатор бетонных (пенобетонных) смесей «Биотех» на основе белкового гидролизата [4]. Многофункциональность действия добавки определяется одновременным проявлением свойств пластификатора, ускорителя твердения, ингибитора металлической арматуры, водоудерживателя. Протеиновая основа комплексной добавки в бетон «Биотех» позволяет ей полностью разложиться в процессе формирования цементного камня, отработав, что называется, «на 100%» и не оставить за собой никаких, тем более вредных, следов. В отличие от пластификаторов-лигносульфонатов животное происхождение протеиновой добавки позволяет исключить из состава её состава всевозможных сахаров, сильно замедляющих процессы схватывания цемента. Производится добавка как в жидком, так и в сухом виде.

На базе компаний «МатЭкос» и «Альфа-Спираль» производится модифицирующая добавка ЭСТ для бетонных смесей на основе белкового гидролизата [2, 5].

Это животный протеин, получаемый из рогицы, плазмы крови, шерсти, рогов и копыт.

Модификатор ЭСТ меняет сразу несколько свойств растворов. Повышает пластичность, уменьшает время твердения, уменьшает в несколько раз скорость коррозии арматуры, удерживает воду, активизирует цемент, увеличивая вяжущие свойства [2]. Белковая база и отсутствие сахаров в комплексной модифицирующей добавки ЭСТ гарантирует стопроцентный результат в процессе формирования цементного камня.

ЭСТ в растворе исключает расслоение и значительно снижает водоотделение, также решается вопрос удобоукладываемости и жизнеспособности смеси, особенно в летний период.

Добавка позволяет повысить морозостойкость до -15 °С. Активные Smart X протеины (белки) повысят прочность изделия, даже без снижения водоцементного отношения. Добавка ЭСТ в

растворе активирует цемент, при этом появляются новые центры кристаллизации, гидратация цемента становится максимально полной. Антивисольный эффект добавки ЭСТ препятствует появлению белых разводов на оштукатуренных и облицованных поверхностях стен и потолков, что придает более эстетичный внешний вид.

При применении ЭСТ в производстве полистиролбетона происходит активация процессов диспергирования гранул полистирола и частиц цемента, повышается эластичность раствора, ускоряется набор прочности, снижается расход воды и цемента. При добавлении 0.5%-0.6% от массы цемента можно легко добиться 15-20% сокращения цемента без потери качества. Модифицирующая добавка работает со всеми существующими на рынке пенообразователями, как синтетическими, так и белковыми, не входит в реакцию с алюминиевой пудрой.

Порошкообразная комплексная добавка ЭСТ улучшает условия формовки изделий на вибропрессах, повышает марочность (класс по прочности) бетона, повышает прочность бетона на 30-80%, снижает расход цемента на 8-20%, повышает марку по водонепроницаемости бетона, увеличивает морозостойкость бетона, снижает энергозатраты на ТВО.

При производстве стеновых камней КСР-1 0.5% ЭСТ при снижении цемента на 8% повышает плотность бетона на 5%, предел прочности через 28 дней на 82%

Кладочный раствор "не садится", легок в работе, не стекает со стены и не загрязняет кладку. Использование модификатора ЭСТ обеспечивает необходимую тиксотропность растворам, позволяет разжижаться в процессе механического воздействия и сгущаться в момент нанесения на стены (состояния покоя) [2]. После высыхания не наблюдается высолов на поверхности и образование плесени. Снижение расхода песка и воды затворения облегчает перекачку смеси растворонасосами при автоматизированном нанесении штукатурки (особенно на неровные поверхности).

Представляет значительный интерес использования добавок, синтезированных на основе отходов животноводства в составах композиционных вяжущих различного функционального назначения [8-15]. Таким образом применение отходов животноводства в строительстве позволяет решить значительное количество экологических проблем. При этом как показывает практика можно получать высококачественные, конкурентоспособные добавки для бетонных смесей. При наладке безотходного производства очевидна экономическая выгода.

### Библиографический список

1. Лукьянова Т.А. Технологические особенности древнерусских фресок / Лукьянова Т.А. // Ярославский педагогический вестник. - 2012. - № 3, Т.1 - С. 214-218.
2. Ю. С. Топчий., Модифицированный белковый пластификатор для цементных систем / Ю. С. Топчий., Д.М. Хабиров. // Технологии бетонов. - 2013. - № 11,. - С. 46-47.
3. Сайт ООО Эжостройматериалы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.penostroy.ru/equip/17.html>
4. Сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.biot.pro/company/bio\\_technology/](http://www.biot.pro/company/bio_technology/)
5. Сайт ООО МатЭкоС [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://penoprom.ru/>
6. Martin Cyr, Low risk meat and bone meal (MBM) bottom ash in mortars as sand replacement / Martin Cyr, Christine Ludmann, //Cement & Concrete Research. – 2006. - Vol. 36. - Pp.469 – 480.
7. Marie Coutand, Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications / Marie Coutand, Martin Cyr, Eric Meydier, Richard Guilet, Pierre Clastres // Journal of Hazardous Materials – 2008. - Vol. 150. - Pp. 522–532.
8. Zagorodnuk L.H. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials / Zagorodnuk L.H. Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. // World Applied Sciences Journal. - 2013. - Т.24. №11. - P. 1496-1502.
9. Лесовик В.С. Закон сродства структур в материаловедении / В.С. Лесовик, Л.Х. Загороднюк, И.Л. Чулкова // Фундаментальные исследования. 2014. - № 3. - Ч. 2. С.267-271.
10. Лесовик В.С. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ / В.С. Лесовик, Л.Х. Загороднюк Л.Х., Д.А. Беликов, А.Ю. Щекина, А.А. Куприна // Строительные материалы. - 2014. - №7. - С. 82-85.
11. Загороднюк Л.Х. Композиционные вяжущие на основе органического модификатора для сухих ремонтных смесей / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, А.В. Шамшуров, Д.А. Беликов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2014. - № 5. - С.25-31.
12. Загороднюк Л.Х. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, Д.А. Беликов // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. - 2014. - С. 112-119.
13. Загороднюк Л.Х. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, Р. Гайнутдинов // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2014. - С. 93-98.
14. Lesovik V.S. Shakarna Structure-formation of contact layers of composite materials / Lesovik V.S. L.H. Zagorodnuk, M.M. Tolmacheva, A.A. Smolikov, A.Y. Shekina, M.H.I. Shakarna // Life Science Journal. - 2014. - №11. - С. 948-953.

15. Kuprina A.A. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin/ A. A. Kuprina, V. S. Lesovik, L. H. Zagorodnyk, M. Y. Elistratkin // Research Journal of Applied Sciences. - 2014. - №9. - P. 816-819.

УДК 628.339

**Насыров И.А., соиск.,  
Маврин Г.В., канд. хим. наук, доц.  
(КФУ, г. Казань, Россия)  
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, проф.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

## **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ТВЕРДОГО ПРОДУКТА ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ОТ ИОНОВ МЕДИ**

*Целью работы является определение зависимости степени очистки модельного раствора от ионов меди от гранулометрического состава сорбционного материала, полученного низкотемпературным пиролизом древесных отходов.*

*Ключевые слова: пиролиз, продукт пиролиза, древесные отходы, сорбция, гранулометрический состав, эффективность очистки, тяжелые металлы, производительность, активированный уголь, адсорбент.*

Ежегодно из водных объектов для производственных нужд изымаются большие объемы пресной воды. После завершения технологического цикла на производствах образуются сточные воды, которые могут содержать ионы тяжелых металлов (ИТМ) [1]. Все виды сточных вод нуждаются в предварительной очистке до их сброса в водоемы, вследствие содержания в них различных загрязняющих веществ, концентрации которых зачастую превышают предельно допустимые.

Сорбционная очистка используется для глубокой доочистки производственных сточных вод от ИТМ. Эффективность данного метода может достигать 80–95% и зависит от химической природы адсорбента, его структуры, емкости, удельной поверхности, структуры и свойств загрязняющих веществ [2]. Динамическая адсорбция осуществляется посредством пропускания очищаемой воды через фильтр, загруженный слоем сорбента. В качестве адсорбентов используют активные угли (АУ), углеродные волокнистые материалы, силикагели, синтетические сорбенты. В настоящее время для очистки от ИТМ все большее применение находят доступные и относительно дешевые сорбенты, полученные из отходов.

Использование отходов древесины (опилок) после обработки низкотемпературным пиролизом в качестве сорбционного материала позволяет избавиться от накопившихся отходов и повысить качество очистки сточных вод. Сорбционные свойства продукта пиролиза связаны с присутствием в его составе углерода (70,9 %) и наличием пористой структуры (рисунок 1) [3]. Удельная площадь поверхности определенная методом БЭТ на анализаторе «Quantachrome NOVA 4200e» составила 310,5 м<sup>2</sup>/г [3].

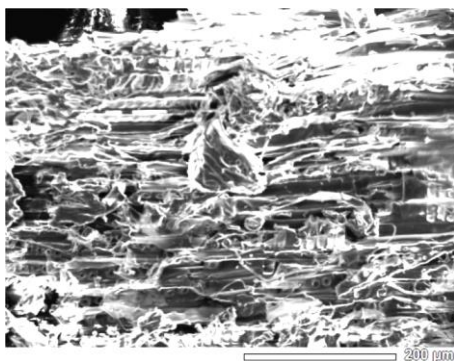


Рис. 1 - Структура продукта пиролиза древесных отходов (сканирующий электронный микроскоп «Jeol JSM-6390 LA»)

Распределение частиц твердого продукта пиролиза древесных отходов определено методом ситового анализа и с помощью лазерного анализатора размеров частиц марки «Microsizer 201C». Результаты представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Гранулометрический состав

Размер частиц, мм	<0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-3	3-5	>5
Содержание, %	4,2	5,6	46,9	10,9	28,8	2,5	1,1

Размер частиц дисперсной фазы исходного модельного раствора и фильтрата после сорбции, определяли методом динамического светорассеяния (DLS) с помощью анализатора марки «NanoBrook Omni» [4].

Для оценки эффективности удаления ИТМ использовали модельный раствор CuSO<sub>4</sub> с концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup>. Сорбционную очистку модельного раствора проводили на лабораторной фильтрационной установке. Через заполненные определенными фракциями сорбционным материалом колонки с заданным расходом

пропускали модельные водные растворы определенной концентрации. Исследования проводились для фракций менее 0,5 мм, 0,5-1 мм, 1-2 мм, 2 более мм, которые содержатся в большем количестве в продукте пиролиза древесных отходов.

В качестве основных показателей динамической сорбционной очистки модельного раствора рассматривалась производительность и степень сорбции.

На рисунке 2 представлена зависимость скорости фильтрации через колонку от размера частиц продукта пиролиза древесных отходов.

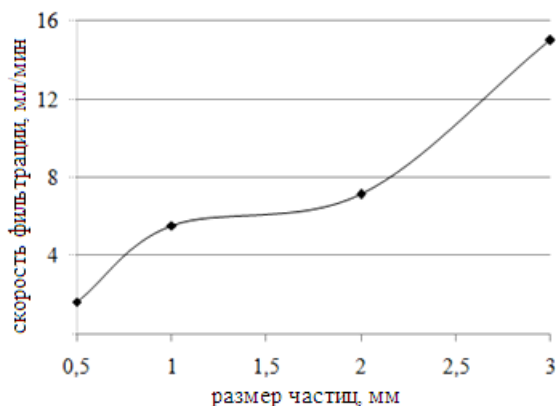


Рис. 2 - Зависимость скорости фильтрации от размера частиц

Для сравнения проведены исследования скорости фильтрации для угля марки БАУ, которая составила 10 мл/мин.

На рисунке 3 представлены график распределение размеров частиц дисперсной фазы после фильтрации через слой сорбционного материала для разных фракций. Исходный модельный раствор является полидисперсной системой с размерами частиц от 145 до 224 нм, и от 6450 до 8640 нм.

Показано, что размер частиц дисперсной фазы фильтрата после прохождения модельного раствора через сорбционный материал из продукта пиролиза древесных отходов с размером частиц менее 0,5 мм находится в области от 467 до 577 нм и от 7280 до 9000 нм.

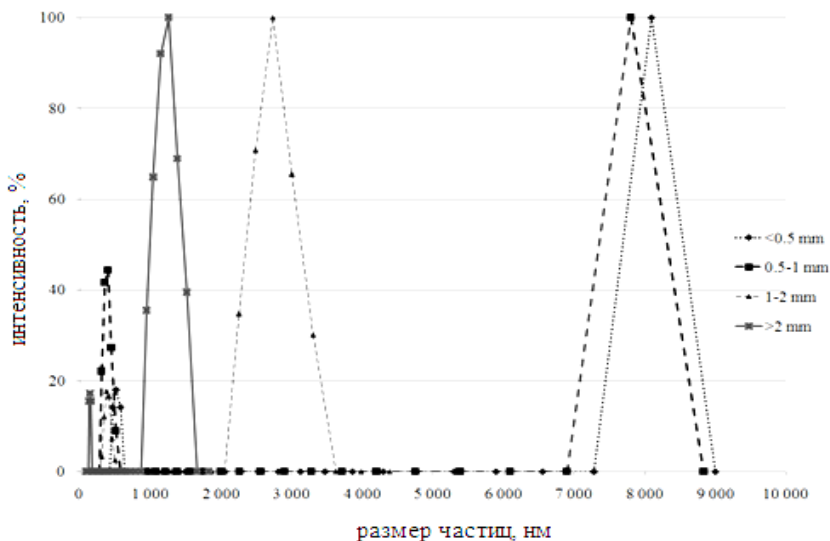


Рис. 3 - Распределение размеров частиц дисперсной фазы после фильтрации через слой сорбционного материала для разных фракций

Размер частиц дисперсной фазы фильтрата после прохождения через сорбционный материал с размером частиц 0,5 - 1 мм находится в области от 312 до 452 нм и от 6900 до 8840 нм, а размер частиц дисперсной фазы фильтрата после прохождения через сорбционный материал с размером частиц 1-2 мм – от 310 до 412 нм и от 2260 до 3300 нм, с размером частиц более 2 мм – от 134 до 162 нм и от 951 до 1520 нм соответственно. Следовательно пики интенсивности размеров частиц в фильтрате после прохождения через сорбент (фракции 1-2 мм, и более 2 мм) смещаются в сторону уменьшения, что свидетельствует о том, что после очистки в фильтрате остаются частицы меньшего размера. Данное обстоятельство подтверждает увеличение степени сорбции ионов меди (рисунок 4).

Результаты определения сорбционных свойств продукта пиролиза древесных отходов по отношению к ионам меди представлены в таблице 2. Концентрации ионов меди определялись методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре марки «КВАНТ-З.ЭТА».

Таблица 2 – Массовое содержание ИТМ

образец	концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
исходный раствор	1028
фильтрат, размер частиц < 0.5 мм	83,5
фильтрат, размер частиц 0.5 – 1 мм	91,9
фильтрат, размер частиц 1 – 2 мм	37,2
фильтрат, размер частиц > 2 мм	85,2
фильтрат, АУ марки БАУ	71,2

Результаты расчета степени сорбции представлены на рис. 4.

Эффективность очистки модельного раствора от ионов меди сорбционным материалом, полученным низкотемпературным пиролизом из древесных отходов, составила 91-96,4% в зависимости от размеров частиц, а степень сорбции угля марки БАУ – 93,1%. Увеличение размера частиц сорбционного материала приводит к снижению эффективности очистки от ионов меди. Оптимальным является размер частиц продукта пиролиза древесных отходов в диапазоне от 1 до 2 мм, при которой наблюдается высокая степень удаления ионов меди (96,4%), и сравнительно с БАУ приемлемая скорость фильтрации (7 мл/мин).

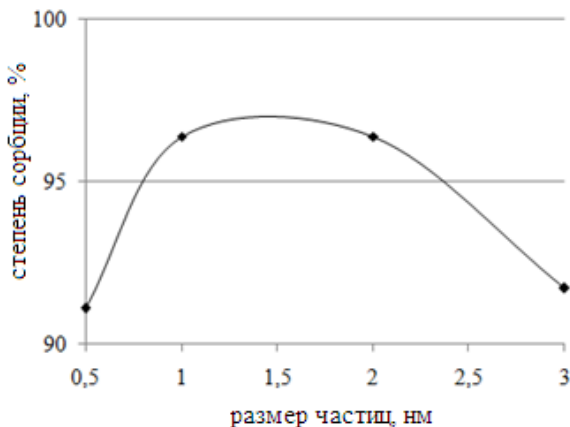


Рис. 4 - График зависимости степени сорбции от размера частиц продукта пиролиза древесных отходов

#### Библиографический список

1. Насыров И.А. Исследование свойств продукта пиролиза иловых осадков / И.А. Насыров // Сборник трудов VII Международного Конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань: ООО «Новое знание». -2016. -С. 247-250.



2. Насыров И.А. Сорбционные свойства продуктов низкотемпературного пиролиза некоторых углеродсодержащих / И.А. Насыров, Г.В. Маврин, М.П. Соколов // Итоговая науч. конф. проф.-препод. состава, сб-к докладов / под ред. д-ра техн. наук Л.А. Симоновой. – Набережные Челны: Изд.-полиграф. центр НЧИ К(П)ФУ, 2018. – С.174-181.

3. Nasyrov I.A. Investigation of physicochemical properties and structural characteristics of pyrolysis product of wood waste / I.A. Nasyrov, G.V. Mavrin, D.D. Fazullin, R.M. Khaidarov // Amazonia Investiga.-2018.- №7(17) . - P. 189-199.

4. Fazullin D.D. Particle size and zeta potential changes in the disperse phase of water-emulsified waste waters in different treatment stages / D.D. Fazullin, I.G. Shaikhiev, G.V. Mavrin // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. - 2015. - vol.51. - № 5. - P. 501-504.

**УДК 628.3.477.8**

**Николаева Л.А., д-р техн. наук, проф.,  
Айкенова Н.Е., асп.  
(КГЭУ, г.Казань, Россия)**

## **ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ШЛАМОМ**

*В данной работе рассмотрена возможность адсорбционной очистки промышленных сточных вод нефтеперерабатывающих производств от фенолов модифицированным карбонатным шламом химводоподготовки, являющийся многотоннажным отходом энергетики.*

*Ключевые слова: сточные воды, фенолы, доочистка сточных вод, адсорбция, адсорбент, карбонатный шлам, экология воды, защита водного бассейна.*

Нефтедобывающие, коксохимические заводы, а также большие комплексы нефтеперерабатывающей промышленности до сих пор являются активными загрязнителями фенолами.

Фенолы являются токсичными для человеческого организма веществами и относятся ко II классу опасности. В производственной среде воздействие фенола на человеческий организм осуществляется вдыханием его паров или путем контакта самого раствора с кожей. Это провоцирует химические ожоги, серьезное раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, а также вызывает нарушение функций нервной системы. Механизм токсичности фенолов проявляется в изменении структуры белковых молекул и нарушении функционирования клеток тела.

Утвержденные в законодательном порядке санитарно-гигиенические нормы устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) фенолов: ПДК в воздухе рабочей зоны

производственных помещений – 1 мг/м<sup>3</sup>, среднесуточная ПДК – 0,003 мг/м<sup>3</sup> и ПДК в воде - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Фенолы пагубно влияют на организм человека, которые являются как острыми так и хроническими. Основными симптомами длительного воздействия фенола на организм являются нерегулярное дыхание, тремора, кома, мышечная слабость, остановка дыхания при смертельных дозах. Основное воздействие фенола на первых стадиях приводит к раздражению слизистой оболочки, кожи и глаз. Хронические эффекты, связанные с воздействием фенола, могут быть анорексией, потерей веса, головокружением, слюноотделением и темным окрашиванием мочи. Хроническое воздействие фенолов приводит к раздражению желудочно-кишечного тракта, центральной нервной системы, печени, почек и сердечно-сосудистых тканей [1]. Таким образом, существует необходимость очистки сточных вод, подвергшихся воздействию фенольных соединений, перед их сбросом.

Фенолы наиболее опасны тем, что они менее заметны на фоне других источников загрязнения окружающей среды, известно, что смертельная доза фенола для взрослого человека от 1 до 10 грамм. Промышленные сточные воды, содержащие фенолы – опасные токсичные виды промышленных сточных вод, подлежащие обязательной утилизации или очистке. Различные химические вещества, в составе которых есть фенолы, имеют ряд трудностей с которыми сталкиваются технологи при подборе технологической схемы очистки от данных загрязнителей, или же их утилизации.

С развитием науки и техники основная угроза окружающей среде была вызвана усилением индустриализации и урбанизации, которая привела к необходимости промышленной индустриализации. Переработка больших количеств токсичных материалов и загрязняющих веществ в значительной степени подвергают загрязнению окружающую среду, некоторые органические вещества, в особенности продукты нефтеперерабатывающей, нефтехимической и коксохимической промышленности становятся все более распространены как наиболее опасные загрязнители почвы и поверхностных водных сред. Они вызывают большой интерес во всем мире из-за их токсичности для многих форм жизни [2].

Использование побочных продуктов/отходов производства в качестве сырья или в производстве так называемых отходов производства, таких как карбонатный шлам химводоподготовки характеризующими особенностями этих материалов, являются их доступность, эффективность в удалении многих нежелательных токсичных веществ и загрязнителей. В связи с этим, они заменяют

дорогие адсорбирующие материалы, в особенности в развивающихся странах, где промышленные объекты не имеют соответствующих индивидуальных систем очистки сточных вод.

В данной работе рассматривается возможность очистки промышленных сточных вод от фенолов модифицированным карбонатным шламом химводоподготовки. Шлам ХВП – отход, который образуется на водоподготовительной установке тепловых электрических станций на стадии предварительной очистки природной воды. Экспериментальные исследования проводились с карбонатным шламом Казанской ТЭЦ-1 (влажность-3%) [3].

Для определения сорбционной способности гранул шлама ГрСМ построена кривая адсорбция органических примесей в динамических условиях [4]. Процесс адсорбции фенола исследовали с помощью гранулированного ГрСМ (фракции 0,5-2,5 мм) на лабораторной установке, которая представляет собой фильтровальную стеклянную колонку диаметром 2,5 см. Концентрация фенола в модельном растворе - 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, является средней на входе в адсорбционный фильтр в системе очистки сточных вод. Высота слоя загрузки составляет – 20 см, масса – 54,38 г, скорость фильтрования – 3,5 м/ч. Проскок фиксируется при концентрации – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. На рисунке 1 представлена выходная кривая адсорбции фенола в динамических условиях. В ходе эксперимента определена динамическая сорбционная емкость (ДСЕ), полная сорбционная емкость (ПСЕ) «ГрСМ». Результат представлен в таблице 2.

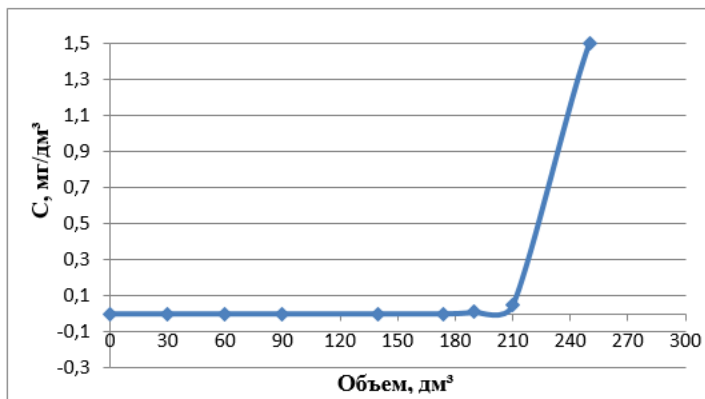


Рис. 1 - Выходная кривая адсорбции фенола ГрСМ в динамических условиях

Таблица 1 - Значение динамической сорбционной емкости и полной сорбционной емкости ГрСМ

Показатель мг/г	Значение	Объем пропущенной воды, дм <sup>3</sup>
ДСЕ	4,8	174,5
ПСЕ	6,9	250,4

По уравнению Шилова [4-5] рассчитано время  $\tau$  и коэффициент  $K$  защитного действия слоя ГрСМ:  $\tau = 95,2$  ч;  $K = 612,6$  ч/м.

Для расчета технико-экономических показателей предложено применение сорбента, ГрСМ в системе очистки стоков ТОО «Актобе нефтепереработка».

### Библиографический список

1. Sun X, Treatment Of Phenolic Wastewater By Combined Uf And Nf/Ro Processes. / Sun X, Wang C, Li Y, Wang W, We J. // Desalination. -2015- №355. - P. -68–74.
2. Уланова О.В., Комплексное Устойчивое Управление Отходами. Жилищно-Коммунальное Хозяйство: Учеб. Пособие. / Уланова О.В., Салхофер С.П., Вюнш К. –М.: Издательский Дом Академии Естествознания. - 2016. – 520 С.
3. Лупейко Т.Г., Исследование Техногенного Карбонатосодержащего Отхода Для Очистки Водных Растворов От Ионов Никеля (II) / Т.Г.Лупейко, Е.М. Баян, М.О. Горбунова. // Журнал Прикладной Химии. - 2004. - №2. - С.87-91.
4. Николаева Л.А., Очистка производственных сточных вод от нефтепродуктов модифицированными сорбционными материалами на основе карбонатного шлама / Николаева Л.А., Голубчиков М.А. // Водоснабжение И Санитарная Техника.- 2016 - №11. - С. 50-57.
5. Экология Нефтегазового Комплекса: В 2 Т. Т. 1 / Под Ред. А.И. Владимирова, В.В. Ремизова. – М.: Нефть И Газ, 2013. – 416 С.

УДК 661.72.886

**Романова С. М.,** канд. хим. наук, доц.,  
**Фатыхова Л. А.,** асс.  
 (КНИТУ, г. Казань, Россия)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ УСТАРЕВШИХ ПОРОХОВ НА ОСНОВЕ НИТРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

*Промышленная утилизация нитратцеллюлозных порохов с истекшим сроком гарантийного хранения методом химической модификации – это один из наиболее перспективных и безопасных с точки зрения экологии способов.*

*Ключевые слова: нитраты целлюлозы, утилизация, химическая модификация, хлорангидриды карбоновых кислот, электрофильное замещение, пиридин.*

Промышленная утилизация боеприпасов военного назначения, выведенных из боевого состава, представляет собой общегосударственную проблему. Значение проблемы утилизации боеприпасов в современных условиях существенно возросло в связи с действием международных договоров по сокращению вооружений, наличием значительных запасов вооружений, в том числе и с истекшим гарантийным сроком хранения, а также с высокими требованиями по обеспечению экологической и взрывопожарной безопасности арсеналов и баз Министерства обороны России. В связи с этим Правительством РФ утверждена Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружений и военной техники», которая предусматривает проведение комплекса научных исследований в сфере утилизации вооружения, исключение экологически вредных способов уничтожения боеприпасов, возвращение содержащихся в боеприпасах значительных количеств ценных материалов и продуктов в гражданский и оборонный сектора экономики.

Проблема утилизации порохов является столь же масштабной, что и утилизация взрывчатых веществ из расснаряжаемых боеприпасов. Одним из способов утилизации пироксилиновых порохов является химическая модификация их основы – нитрата целлюлозы, заключающаяся в целенаправленном введении в макромолекулу азотнокислого эфира целлюлозы различных функциональных групп [1,2,3,4]. Химическая модификация нитрата целлюлозы низкомолекулярными соединениями позволяет изменять в заданном направлении молекулярный состав, физические и химические свойства, а также энергетические и эксплуатационные характеристики получаемых из него новых соединений.

Исследована химическая модификация высокоазотного нитрата целлюлозы с эмпирической формулой  $C_6H_7O_2(OH)_{0,46}(ONO_2)_{2,54}$ , содержание азота 12,87 % хлорангидами уксусной, пропионовой, масляной и изомасляной кислот.

В результате взаимодействия из реакционной массы были получены как нерастворимые в воде продукты в виде мелкодисперсного порошка желто-оранжевого цвета, хорошо растворимые в ДМФА, ДМСО, ТГФ, ацетоне и других растворителях, так и водорастворимые продукты желтоватого оттенка, выпавшие из раствора при отгонке растворителя и воды. На основании элементного анализа на содержание углерода, водорода, азота были рассчитаны рациональные формулы продуктов реакции. Согласно данным

элементного анализа полученных соединений можно сделать вывод, что увеличение времени процесса приводит к снижению содержания азота и увеличению степени электрофильного замещения нитратных групп на ацильные. Хлорангидрид уксусной кислоты в среде пиридина реагирует с нитратом целлюлозы наиболее активно при температуре 60 °С (рисунок 1).

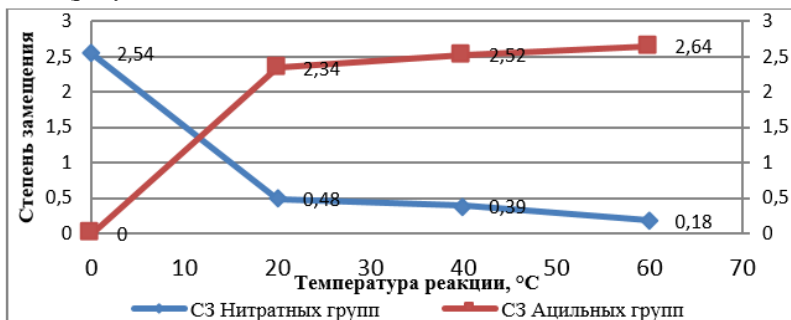


Рис. 1 – Кинетика накопления  $\text{CH}_3\text{CO}$ -групп в продуктах денитрования нитрата целлюлозы хлористым ацетилдом

По мере увеличения продолжительности взаимодействия прогрессивно увеличивается степень замещения ацильных групп и соответственно уменьшается степень замещения по нитратным и гидроксильным группам. Преимущественно протекает процесс замещения нитратных групп, на это указывает существенное снижение степени замещения нитратных групп у полученных продуктов по сравнению с исходным нитратом целлюлозы. Ацетилнитрат целлюлозы  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{0,18}(\text{ONO}_2)_{0,18}(\text{OCOCH}_3)_{2,67}$ , полученный при 6 часовом времени выдержки, имеет степень замещения нитратных групп 0,18, что в 14 раз меньше, чем у исходного пироксилина. Тогда как степень замещения гидроксильных групп уменьшилась всего в 2,5 раза.

Та же тенденция прослеживается при взаимодействии нитроэфира целлюлозы с хлорангидридами пропионовой и масляной кислот, хотя значения степеней замещения в этих случаях несколько меньше, чем в случае реакции протекающей с участием хлорангидрида уксусной кислоты. Наименее реакционноспособен в реакциях с нитратом целлюлозы хлорангидрид изомасляной кислоты. При модификации нитрата целлюлозы этим электрофилом за то же время взаимодействия, что и с другими реагентами, достигается наименьшая степень замещения ацильных групп – 1,83,  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{0,19}(\text{ONO}_2)_{0,99}(\text{OCOC}_3\text{H}_7)_{1,83}$ . Что вероятно, обусловлено затруднением подступа к реакционному центру молекулы

хлорангидрида для образования ацилирующего комплекса, ввиду стерических препятствий.

Установлено, что оптимальными условиями протекания реакции переэтерификации нитратов целлюлозы со всеми исследованными хлорангидридами карбоновых кислот являются температура 60 °С и время выдержки 6 часов (рисунок 2). Дальнейшее повышение температуры и времени реакции приводит к существенному снижению выхода целевого продукта, что является нецелесообразным.

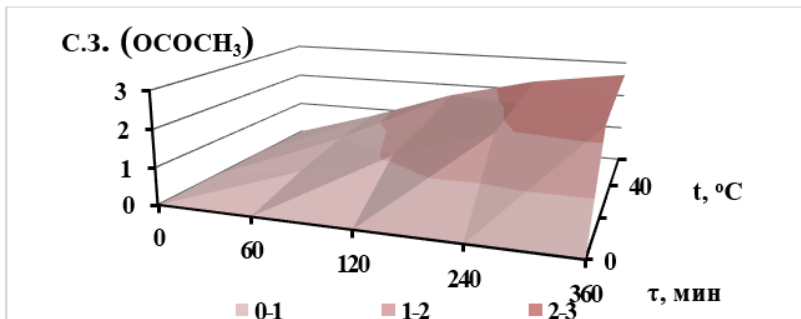


Рис. 2 - Оптимальные условия синтеза ацетилнитратов целлюлозы

Для изучения молекулярной структуры и свойств синтезированных высокомолекулярных соединений применялось несколько методов.

ИК-спектры записывались на спектрометре Avatar – 320 Nicolet (USA). Образцы для исследования готовили в виде таблеток с бромидом калия.

Спектры ЯМР <sup>1</sup>H записаны на спектрометре Bruker MSL-400, ν= 400 МГц. Внутренний стандарт (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Si, растворитель – (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO.

Спектры ЯМР <sup>13</sup>C снимались на спектрометре Bruker MSL-400, ν=100,32 МГц. Химические сдвиги ядер углерода указаны относительно (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Si, растворитель - (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO.

Молекулярно-массовые характеристики были получены на хроматографе Viscotec GPC max VE-2001, растворитель – тетрагидрофуран (ТГФ).

Для оценки термической устойчивости полученных соединений применяли метод термогравиметрического анализа (ТГА). С этой целью использовался дериватограф Mettler Toledo TGA/DSC 1 STAR<sup>e</sup> System.

Характеристическая вязкость определена в капиллярном вискозиметре Убеллоде с подвесным уровнем. В качестве растворителя использовался – ацетон.

На основании совокупного метода исследования физико-химических, молекулярно-массовых, кинетических характеристик всех синтезированных ацилнитратов целлюлозы проведена оценка возможности практического применения синтезированных сложных эфиров целлюлозы:

На Федеральном казенном предприятии «Казанский пороховой завод» испытаны пропионилнитраты целлюлозы в качестве пленкообразователя эмали марки НЦ 218.

В клеевой лаборатории ОАО «КВЗ» проведены испытания ацетилнитрата целлюлозы в качестве основы нитроклея АК-20.

Результаты проведенных испытаний показали, что частичная замена исходного коллоксилина позволяет улучшить свойства, как нитроэмали, так и нитроклея при сохранении остальных физико-химических показателей на уровне требований ГОСТ. Синтезированные соединения характеризуется пониженной горючестью, что позволит снизить риск возгорания данных материалов и повысит пожаробезопасность производства изделий из них.

Для товаров народно-хозяйственного назначения важным показателем является токсичность исходного сырья. Поэтому на кафедре терапии и клинической диагностики Казанской Ветеринарной академии проведены исследования по изучению острой токсичности синтезированных соединений, в результате которых все соединения были отнесены к 4 классу опасности, а также изучена биологическая активность производных нитратов целлюлозы и выявлена их акарицидная активность.

Синтезированные соединения могут послужить сырьем для производства лакокрасочных и клеевых материалов, обладающих биоцидными свойствами, которые придадут дополнительную защиту от биоповреждений изделиям, применяющимся в строительстве, медицине и различных областях техники, при этом не будут являться токсичными.

Утилизация устаревших пироксилиновых порохов позволит минимизировать отрицательную нагрузку на окружающую природную среду от традиционных методов уничтожения некондиционных боеприпасов методом подрыва и сократит потерю ценного компонента – нитрата целлюлозы.

#### **Библиографический список**

1. Романова С. М., Реакции взаимодействия нитрата целлюлозы со спиртами / Романова С. М., Мухетдинова А.М., Фатыхова Л. А., Фридланд С. В. // Вестник КГТУ. - № 12. - 2011. - С. 44-50.



2. Романова С. М., Поиск альтернативных путей утилизации устаревших боеприпасов на основе нитратов целлюлозы. / Романова С. М., Фатыхова Л. А., Сабирова Д. И. // Вестник КТУ. – 2012. - № 14. – С. 74-79.

3. Романова С. М., Алкоксилирование нитратов целлюлозы / Романова С. М., Мадякина А. М., Фридланд С. В., Фатыхова Л. А. // Журнал общей химии. - Т.83. № 1. - 2013. - С. 65-69.

4. Романова С. М., Синтез новых соединений на основе эфиров целлюлозы. / Романова С. М., Фатыхова Л. А., К. Н. Мартышкин. // Вестник КТУ. – 2017. Т. 20. - № 13. – С. 5-11.

**УДК 661.728.86:662.236.7**

**Романова С.М., канд. хим. наук, доц.,  
Сабирова Д.И., ассистент,  
Семина Е.И., студент  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ УСТАРЕВШИХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ**

*В работе исследовано взаимодействие нитрата целлюлозы, основного компонента пироксилиновых порохов, с дифениламином. На основании физико-химических методов анализа определены химический состав и структура полученных соединений, выявлены основные пути реакции.*

*Ключевые слова: утилизация пироксилиновых порохов, нитрат целлюлозы, дифениламин, химическая модификация, нуклеофильное замещение.*

Актуальность проблемы утилизации пироксилиновых порохов с истекшим гарантийным сроком хранения обусловлена необходимостью ежегодного уничтожения десятков тонн опасного отхода, хранящихся на производственных складах [1, 2]. Применяемый на практике метод открытого сжигания с экологической и экономической точки зрения нецелесообразен [3, 4]. Перспективным способом утилизации пироксилиновых порохов является химическая трансформация основного компонента (нитрата целлюлозы) с целью последующего использования полученных модификатов для изготовления продукции гражданского и оборонного назначения [1-4].

В настоящей работе исследуемым объектом является азотнокислый эфир целлюлозы с содержанием азота 11,46 % и со степенью замещения нитратных групп 2,6. Реакция нитрата целлюлозы (НЦ) с дифениламином (ДФА) проводилась при 70 °С и времени выдержки 3ч в гетерогенной среде бензола и в гомогенных средах диметилформамида (ДМФА) и диметилсульфоксида (ДМСО).

Выбранные растворители не вступают в химическую реакцию с исходными веществами.

В результате проведенного синтеза были получены продукты различные по дисперстости и окраски в зависимости от растворителя: волокнистое с зеленым оттенком вещество – в реакции с бензолом; в апротонных полярных растворителях – порошкообразное вещество белого цвета.

Для определения молекулярного состава и идентификации химической структуры полученных продуктов применяли следующие физико-химические методы анализа: элементный, ИК-спектроскопия, вискозиметрический анализ, ферросульфатный метод определения нитратных групп, термическая поляризационная микроскопия.

На ИК-спектрах продуктов реакций, проведенных в среде ДМФА и ДМСО, выявлены аналогичные полосы поглощения, характерные для колебаний связей в нитратцеллюлозной цепи: 692-694, 748-751, 829-840, 1278-1279, 1651-1654  $\text{см}^{-1}$  – деформационные и валентные колебания связей  $-\text{ONO}_2$ ; 1069-1072, 1161-1163  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания связей глюкопиранозного кольца; 1384-1379  $\text{см}^{-1}$  – скелетные колебания связей  $-\text{CH}_2\text{ONO}_2$ ; 2922-2923  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания углеродного скелета; 3566-3567  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания связей  $-\text{OH}$ . А также выявлены полосы поглощения, соответствующие валентным колебаниям связей дифениламинного фрагмента: 1425-1497  $\text{см}^{-1}$  – колебания бензольного кольца; 1207, 3406  $\text{см}^{-1}$  – колебания  $\text{R}_2\text{NH}$  [5].

Таким образом, на основании ИК-спектроскопии можно утверждать то, что продукты, полученных в среде апротонных полярных растворителях, отличаются по структуре от исходного НЦ, в результате химической реакции происходит нуклеофильное замещение нитратных групп на дифениламинный радикал. ИК-спектр продукта, полученного реакцией в бензоле, не отличается от спектра исходного НЦ, за исключением деформации полосы поглощения, соответствующей колебаниям углеродного скелета.

Результаты вискозиметрического анализа показали, что характеристическая вязкость ацетоновых растворов модифицированных нитроэфиров целлюлозы (0,97-1,05  $\text{см}^3/\text{г}$ ) ниже по сравнению с вязкостью исходного НЦ (1,09  $\text{см}^3/\text{г}$ ), что свидетельствует о разрыве  $\beta$ -гликозидных связей, приводящем к деполимеризации цепей макромолекул.

Основываясь на полученных результатах, установлено, что между НЦ и ДФА при нагревании в гомогенной среде апротонного полярного растворителя протекает сложный химический процесс, состоящий из нескольких одновременно идущих реакций: нуклеофильное замещение

нитратных групп на фрагмент дифениламина, гидролиз нитратных групп, деполимеризация цепей макромолекул.

Химическая модификация НЦ дифениламином дает возможность получать на основе устаревших нитратов целлюлозы новые полимеры, обладающие практически значимыми свойствами, что является альтернативой традиционному методу утилизации.

### **Библиографический список**

1 Косаев, А.А. Способы утилизации энергонасыщенных материалов / А.А. Косаев [и др.] // Потенциал современной науки. - 2014. - № 1. - С. 24-31.

2 Романова С.М., Исследование реакции взаимодействия азотнокислых эфиров целлюлозы с ангидридами карбоновых кислот/ Романова С.М., Фридланд С.В. // Вестник Казанского технологического университета. - 2010. - № 7. - С. 79-86.

3 Павловец Г.Я. Безопасная ликвидация взрывчатых веществ нитраминового ряда / Г.Я. Павловец [и др.] // Химическая безопасность. - 2017. - № 2. - С. 166-175.

4 Трескова В.И., Утилизация нитратов целлюлозы, рекуперированных из порохов/ Трескова В.И., Романова С.М. // Актуальные вопросы техносферной безопасности. - 2015.- № 12.- С 60-63.

5. ИК спектры основных классов органических соединений: справочный материал. - М: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012. - 55 с.

**УДК 661.728.86:662.236.7**

**Садыков Б.М., студ.,  
Садыкова Д.А., студ.,  
Романова С.М., канд. хим. наук, доц.,  
Сабилова Д.И., асс.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИОМОЧИВИНЫ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕГО АГЕНТА УСТАРЕВШИХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ**

*В работе изучен метод химической модификации нитратов целлюлозы тиокарбамидом. В результате реакций получены новые высокомолекулярные соединения, для идентификации структуры и выявления свойств которых применялись методы ИК- и ЯМР <sup>1</sup>H-спектроскопии, элементный, вискозиметрически и термogrавиметрический анализы.*

*Ключевые слова: утилизация порохов, нитрат целлюлозы, тиокарбамид, химическая модификация, нуклеофильное замещение.*

Пироксилиновые пороха с истекшими сроками хранения ввиду отсутствия технологий их утилизации подлежат уничтожению, что сопровождается существенным ухудшением экологической

обстановки. Безусловно, наиболее целесообразным вариантом решения данной проблемы является переработка их в новые пороха и топлива. Однако большие объемы порохов, требующих утилизации, вызывают необходимость поиска новых способов решения данной проблемы [1].

В настоящее время особое внимание уделяется утилизации нитратцеллюлозных порохов путем химической модификации. Одним из способов химического модифицирования нитратов целлюлозы (НЦ) является замещение его функциональных групп иными группами, используя реакции нуклеофильного и электрофильного замещения, что позволяет целенаправленно изменять комплекс их свойств: повышать устойчивость к химическим реагентам, расширять область температурной переработки и др. [2-6].

Задачами работы являются исследование реакции нитратов целлюлозы с тиокарбамидом, выявление направлений протекания процессов и изучение строения и свойств синтезированных соединений.

Химическое превращение НЦ осуществлялось в гомогенной среде, в растворе диметилсульфоксида (ДМСО), который растворяет и полимер, и тиомочевину, при этом не вступает в реакцию с ними. Выбор ДМСО обусловлен еще и тем, что он является апротонным полярным растворителем, в среде которого реакции нуклеофильного замещения протекают быстрее, чем в протонных. Реакции проводили при температуре 70°C и времени выдержки 1, 2 и 3 часа, т.к. при меньших температурах реакция идет медленно, а при повышении температуры преобладающим направлением взаимодействия становится деструкция. Увеличение времени синтеза более 3 часов не приводило к значительному увеличению степени замещения на тиокарбамидную группу в продуктах реакции.

В результате эксперимента выделены твердые продукты в виде мелкодисперсного порошка белого цвета. Полученные вещества хорошо растворяются в апротонных полярных растворителях и нерастворимы в протонных полярных.

В ИК-спектрах конечных продуктов наблюдаются полосы поглощения, принадлежащие колебаниям связей нитратов целлюлозы:

- 690–694, 750–754, 840–844, 1280–1285, 1651–1656  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие валентным и деформационным колебаниям в группировке –ONO<sub>2</sub>;
- 1430–1435  $\text{см}^{-1}$  – колебания метильной группы в –CH<sub>2</sub>–ONO<sub>2</sub>;
- 1070–1140  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие колебаниям простой эфирной связи C–O–C;

– 1006–1164  $\text{cm}^{-1}$  – колебаниям глюкопиранозного кольца;

– 3100–3647  $\text{cm}^{-1}$  – валентным колебаниям связи –O–H;

а также полосы поглощения, характеризующие валентные и деформационные колебания связей тиокарбамидного фрагмента:

– 732–736  $\text{cm}^{-1}$  – колебаниям C–S;

– 1492–1496  $\text{cm}^{-1}$  пики слабой интенсивности, отнесенные к –C–N;

– 3570–3573  $\text{cm}^{-1}$  – колебания аминогрупп;

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  продуктов имеют сигналы (м. д.): 5,82 ( $^3\text{H}$ ); 5,27 ( $^{2,4}\text{H}$ ); 4,88 ( $^6\text{H}$ ); 4,79 ( $^{1,5}\text{H}$ ), соответствующие протонам глюкопиранозного кольца нитрата целлюлозы; 3,9 – протонам гидроксильных групп; 5,52–5,62 (H–C–S).

Сравнение характеристической вязкости растворов нитратов целлюлозы и полученных модификатов позволяет судить об изменении молекулярной массы полимеров. Данные вискозиметрического анализа показали, что вязкость растворов полученных продуктов снижается по сравнению с исходным нитратом: вязкость исходного НЦ 1,84  $\text{г/см}^3$ ; у продуктов реакции 1,20  $\text{г/см}^3$  ( $t_{\text{реак}}=70\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\tau_{\text{реак}}=1\text{ ч}$ ); 0,79 ( $t_{\text{реак}}=70\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\tau_{\text{реак}}=2\text{ ч}$ ); 0,54  $\text{г/см}^3$  ( $t_{\text{реак}}=70\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\tau_{\text{реак}}=3\text{ ч}$ ). Чем больше время выдержки, тем ниже вязкость ацетоновых растворов модификатов. Из этого следует, что происходит частичная деполимеризация цепи макромолекул полимера, которая сопровождается разрывом  $\beta$ -гликозидной связи.

Анализ полученных данных показывает, что при взаимодействии  $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{0,92}(\text{ONO}_2)_{2,08}]_n$  с тиокарбамидом при температуре  $70\text{ }^\circ\text{C}$  происходит уменьшение содержания нитратных групп и увеличение степени замещения на тиокарбонильную группу в составе продуктов. Процесс замещения зависит от времени реакции: с увеличением времени выдержки реакции степень замещения на фрагменты тиокарбамида увеличивалась. Наиболее глубоко процесс нуклеофильного замещения протекал при времени выдержки 3 часа: полученный продукт имеет формулу элементарного звена  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_{1,30}(\text{OH})_{1,04}(\text{CH}_3\text{N}_2\text{S})_{0,66}$ . Дальнейшее увеличение времени реакции приводило к сильной деструкции полимера, что затрудняло выделение полимерных продуктов.

Полученные в ходе работы данные свидетельствуют о том, что при  $70\text{ }^\circ\text{C}$  в среде диметилсульфоксида между НЦ и тиокарбамидом протекает химическая реакция, которая характеризуется рядом процессов: замещением функциональных групп НЦ на тиокарбамид, частичным гидролизом нитратных групп, разрывом  $\beta$ -гликозидных связей с присоединением по концам полимерной цепи в положения, а также деполимеризацией цепи нитроцеллюлозы.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что полученные полимеры содержат меньшее число нитратных групп в элементарном звене, обладают меньшей молекулярной массой и в отличие от исходного НЦ имеют в своей структуре тиокарбамидные функциональные группы.

### Библиографический список

1. Проблемы утилизации списанных боеприпасов Научная библиотека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.fmx.ru/voennaya\\_kafedra/sposoby\\_utilizacii\\_vzryvchatyx\\_veshhestv.html](http://www.fmx.ru/voennaya_kafedra/sposoby_utilizacii_vzryvchatyx_veshhestv.html) (Дата обращения 17.03.2018).
2. Wu T.K. Studies of reaction nitrocellulose / T.K. Wu // Amer. Chem. Soc. polym. prepr.– 1979. Vol. 20. – № 2. – P. 409–412.
3. Павлова Д.И. Химическая модификация нитрата целлюлозы бромпроизводным имидазола / Д. И. Павлова, А. М. Мадякина, Г. Ф. Ишмаева, М. В. Хузеев // Вестник КГТУ. – 2015. – № 23. - С. 135-135.
4. Поляков А.И. Взаимодействие нитрата целлюлозы с хлорангидридами карбоновых кислот / А.И. Поляков, В.В. Смагин // Высокомолекулярные соединения. – 1972. – №6. – С. 1278–1282.
5. Пат. 10/46706 РФ, МКИ С09D101/18. Сложные смешанные азотнокислые эфиры целлюлозы с капролактамными группами и способ их получения / Н. П. Логинов, С. Н. Логинова; заявитель и патентообладатель Н. П. Логинов, С. Н. Логинова. – №–2157817; заявл. 19.03.1999; опубл. 20.10.2000
6. Романова С.М., Синтез хлорнитратов целлюлозы / С. М. Романова, А.М. Мадякина, С. В. Фридланд // Сборник докладов конференции с международным участием «Недели науки СПбПУ» (13-19 ноября 2017г.). – СПб: Издательство Политехнического университета, 2017. – С.169-172.

УДК 628.316

**Свергузова С.В.** д-р. техн. наук, проф.,  
**Винограденко Ю.А.**, асп.,  
**Сапронова Ж.А.** д-р. техн. наук, доц.,  
**Бомба И.В.**, студ.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЯ «МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО» ОТХОДАМИ ПЕРЕРАБОТКИ АБРИКОСОВ

*Аннотация: Исследована возможность очистки растворов от красителя с помощью измельченного отхода переработки абрикосов – кожуры абрикосовых косточек. Установлено, что максимальная эффективность очистки при концентрации ККА 15 г/дм<sup>3</sup> длительности контакта ККА с модельным раствором 100 минут, составляет 97,4%.*

*Ключевые слова: отходы переработки абрикосов, метиленовый голубой, эффективность очистки, сорбционная очистка.*

Легкая промышленность занимает одно из ведущих мест в общем объеме производства [1]. Текстильная промышленность является важной частью экономики многих стран [2,3]. Известно, что текстильное производство потребляет большое количество воды – на производство 1 кг ткани затрачивается 100–200 кг воды (таблица 1)[4,5].

Таблица 1 - Удельный расход воды при производстве некоторых тканей

Тип ткани	Вид отделки ткани	Удельное потребление воды, л/кг
Бельевая	Отбеленная	88
Поплин	Отбеленная и мерсеризованная	106
Одежная	Окрашенная и мерсеризованная	108
«Шотландка»	Отбеленная	77

Сточные воды текстильных производств характеризуются обширным спектром загрязнений: взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, соединений фосфора и азота, нитратов, СПАВ, железа, меди, цинка, никеля, хрома, жиров, масел и различных красящих соединений [6-8].

Проблема очистки сточных вод красильных производств является весьма актуальной задачей. После предварительной очистки на локальных очистных сооружениях практически никогда не достигаются нормы сброса по цветности. Для чего сточные воды часто разбавляют чистой водой [9].

Большинство красителей являются токсичными веществами (аллергены, канцерогены, мутагены), кроме того, отличаются высокой устойчивостью к фото- и биодegradации [10].

В мире производится около 900 тыс. т красителей, кроме того, ежегодное производство пигментов в мире составляет порядка 200 тыс. т [11].

В таблице 2 представлены данные о потреблении красителей по регионам мира [12].

Анализируя современное состояние методов очистки сточных вод от красителей, следует отметить их разнообразие: широко используется коагуляция, окисление, флотация, адсорбция, различные методы деструкции, при этом сохраняется актуальность оптимизации существующих и поиск новых методов очистки, а также создание

новых высокоэффективных и экономически рациональных технологий обезвреживания сточных вод от красителей.

Таблица 2 - Потребление красителей по регионам мира, тыс. т

Регион, страна	Потребление	
	1998 год	2003 год, ориентировочно
Европа	131,4	134,7
США	175,0	179,4
Канада и Мексика	23,5	24,7
Африка	16,7	18,0
Китай	169,2	177,8
Средний Восток и Океания	33,9	36,9

Сорбционный способ широко используется для очистки окрашенных вод [13]. Известны исследования по очистке сточных вод от красителя «метиленовый голубой» отходом сельского хозяйства – кукурузными кочерыжками. Установлено, что эффективность очистки повышается при увеличении массы добавки сорбционного материала и длительности контакта с модельными растворами. Оптимальными параметрами процесса следует считать массу добавляемых измельченных кочерыжек 2,5 г на 100 мл модельного раствора и длительности контакта 35 мин. Достигаемая при этом эффективность очистки составляет 77 %.

Сатурационный осадок производства сахара из сахарной свеклы, после термической модификации, является эффективным сорбционным материалом в отношении различных веществ: тяжелых металлов, нефтепродуктов, СПАВ, а также красителей [13]. В работе представлены результаты сравнения сорбционной активности шунгита (фракционный диаметр 1-5 мм) месторождения г. Петрозаводск и активированного угля марки БАУ в отношении красителей: прямой красный, прямой зеленый светопрочный, кислотный желтый светопрочный, кислотный синий, кислотный ярко-красный, катионный красный, катионный оранжевый.

Результаты исследований позволили установить, что механизм сорбции шунгитом и активированным углем различен. Так, активированным углем лучше сорбируются те красители, которые имеют небольшую молекулярную массу и легче проникают в поры сорбента. У сорбента шунгит в силу его глобулярной структуры пор наилучшая сорбция из водных растворов наблюдается у красителей, имеющих большую молекулярную массу.



Известны исследования сорбционной способности модифицированной коры хвойных древесных пород лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* Ledeb.) и пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) по отношению к катионным красителям (на примере метиленового голубого). Максимальная сорбционная емкость отмечена для модифицированной коры пихты - 40,2 мг красителя/г сухого вещества сорбента [13].

В работе представлены данные проведенного адсорбционного и спектрального исследования взаимодействия органических красителей анионной природы (прямой алый, метиловый оранжевый) с замещенными катионным полиэлектролитом (гидрохлоридом полигексаметиленгуанидина) слоистыми силикатами (каолинитом и гидрослюдой). Доказано, что модифицирование приводит к повышению адсорбционной способности минералов к органическим анионам благодаря образованию на поверхности сорбента ионных ассоциатов сорбат/модификатор.

Несмотря на значительное количество описанных в литературе способов очистки водных растворов и сточных вод от красителей, поиск недорогих, эффективных и доступных сорбционных материалов для очистки сточных вод от красителей является актуальной задачей.

Одним из материалов, который может быть использован в водоочистке, является отход переработки абрикосов – кожура косточек абрикосов (ККА). Абрикос – плодовое дерево, широко произрастающее в средней и южной полосах России, а также во многих Южных странах. При переработке плодов абрикосов на ядра, варенье, джемы, компоты, соки и т.д., образуется твердый отход – косточки, которые в больших количествах скапливаются на территориях предприятий и вывозятся на полигоны отходов.

В работе использовались измельченные, высушенные и разделенные на фракции частицы материала ККА. Разделение на фракции осуществляли с помощью стандартного набора сит. Для работы были отобраны фракции с размером частиц 0,315-0,63 мм.

Для приготовления модельных растворов использовали реагент – краситель «Метиленовый голубо» квалификации «х.ч.», изготовитель ООО «ВЕКТОН», Россия. Исходный раствор готовили путем растворения 1 г красителя в 1 дм<sup>3</sup> дистиллированной воды. Рабочие растворы различных концентраций готовили дальнейшими разбавлениями исходного раствора необходимыми количествами дистиллированной воды. Концентрацию метиленового голубого (МГ) определяли фотоколориметрическим способом на фотометре КФК – 3 – ЗОМЗ (изготовитель Россия) при длине волны 720 нм.

Насыпная плотность определялась по ГОСТ Р «Стандартный метод определения насыпной плотности активированного угля» [14]. Определение насыпной плотности осуществлялось путем свободного падения частиц из градуированный цилиндр и определяли массу данного объема (V). Согласно стандарту, в зависимости от номинального размера частиц образцов выбирают мерный цилиндр вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Внутренний диаметр цилиндра должен быть не менее 10 значений среднего размера частиц. Заполняем цилиндр, избегая попадания воздуха. Выравнивали вершину слоя, легко постукивая по стенке цилиндра. Содержимое цилиндра взвешивали с точностью до 0,1 г. Насыпную плотность D, г/см<sup>3</sup> Рассчитывали по следующей формуле:

$$D = \frac{M}{V} \quad (1)$$

где M – масса пробы сорбента, г;

V – объем пробы сорбента, см<sup>3</sup>.

Для определения содержания влаги использовался метод по ГОСТ Р «Стандартный метод определения содержания влаги в активированном угле» [15]. Определение содержания влаги осуществляли прямым гравиметрическим методом – навеску образцов помещали в сухой, закрывающийся бюкс (известной массы) и взвешивали вместе с крышкой. Бюкс открывали и помещали в конвекционную печь вместе с крышкой при температуре 423 К на 3 часа. Пробу высушивали до постоянной массы, затем доставали из печи, закрывали бюкс и охлаждали до температуры окружающей среды. Закрытый бюкс взвешивали. Потерю массы выражали в процентах от массы исходной навески.

Содержание влаги в образцах W, %, рассчитывали по следующей формуле:

$$W = \frac{C-D}{C-B} \times 100 \quad (2)$$

где C – масса бюкса с крышкой и навеской до испытаний, г;

D – масса бюкса с крышкой и навеской после испытания, г;

B – масса бюкса с крышкой, г.

Для определения эффективности очистки готовили серию навесок материала ККА, которые вносили в плоскодонные колбы вместимостью 250 см<sup>3</sup>. В колбы приливали по 100 см<sup>3</sup> раствора МГ с исходной концентрацией 200 мг/дм<sup>3</sup>. Растворы перемешивали на механическом встряхивателе в течении 20; 40; 60; 80 и 100 минут. После указанного времени сорбционный материал ККА отфильтровывался с помощью бумажного фильтра, в фильтрате определяли остаточную концентрацию МГ.

Эффективность очистки рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_H - C_K}{C_H} \times 100 \quad (3)$$

где  $C_H$  - начальная концентрация МГ, мг/дм<sup>3</sup>.

$C_K$  - конечная концентрация МГ, мг/дм<sup>3</sup>.

100 – пересчет в %.

Физико-химические свойства материала ККА представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-химические свойства ККА

Показатели	Размерность	Значение
Насыпная плотность, $\rho_{нас}$ (по фракциям)	кг/м <sup>3</sup>	0,453
pH водной вытяжки	-	0,474
Потери при прокаливании п.п.п.	%	35,7
Влажность (общая), W	%	0,91

Зависимость эффективности очистки от концентрации сорбционного материала (ККА) представлена на рисунке 1.

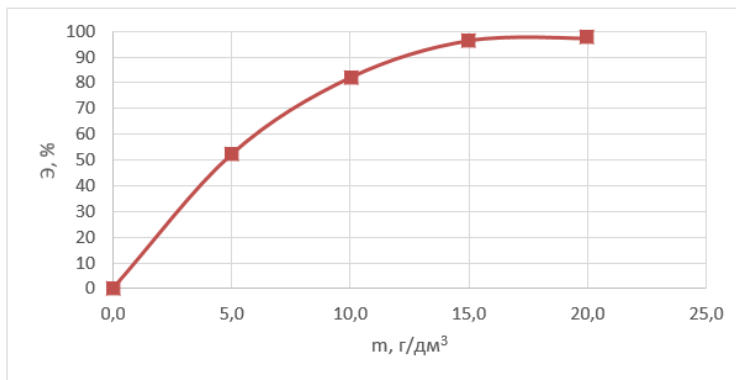


Рис.1 - Зависимость эффективности очистки от концентрации ККА. Длительность перемешивания – 10 минут.

Из результатов, представленных на рисунке 1. Видно, что в интервале концентраций ККА от 0 до 5 г/дм<sup>3</sup> наблюдается интенсивное возрастание эффективности очистки, в дальнейшем эффективность возрастает не так интенсивно и при концентрации ККА, равной 15 г/дм<sup>3</sup> эффективность очистки достигает 97,4%.

Исследования зависимости эффективности от длительности контакта ККА с раствором, содержащим МГ, показана на рисунке 2.

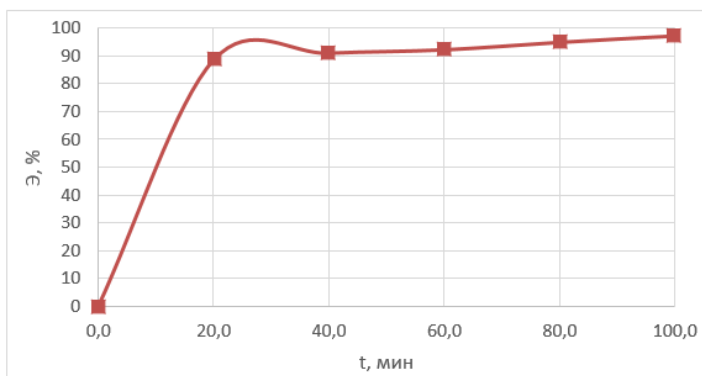


Рис.2 - Зависимость эффективности очистки от длительности контакта ККА с модельным раствором МГ. Концентрация ККА – 5 г/дм<sup>3</sup>.

В первые 20 минут от начала процесса очистки наблюдается быстрый рост эффективности очистки, который в первые 20 минут процесса достигает 88,7%, а к 100 минуте от начала очистки эффективность очистки составляет 96,2%.

Таким образом, проведенными исследованиями показано, что при использовании измельченного материала ККА достигается высокая эффективность очистки растворов от красителя метиленового голубого, максимальное значение которой для данных условий эксперимента составляет 97,4%.

Работа подготовлена при поддержке центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

#### **Библиографический список**

1. Грицак Ю.П. Промышленность стран мира: уровни развития и типы структур / Грицак Ю.П. // Регион: стратегия та приоритети. – 2007. - No5. - С. 34-43.
2. А.О.Филоник. Некоторые аспекты функционирования экосферы и состояние природного комплекса в арабском мире / А.О. Филоник // Окружающая среда и развитие в арабском мире. (Сборник статей). М. - 1999. - С. 24-46.
3. Kaisi A., Syrian Arab Republic country report. / Kaisi A., Yasser M., Mahrouseh Y. // Non-conventional water use: WASAMED project. Bari : CIHEAM / EU DG Research. - 2005. - P. 251-264.

4. Евлантьев, С.С. Исследование методов очистки сточных вод текстильного производства от красителей / С.С. Евлантьев, А.А. Войтюк, Н.А. Сахарова // Научный потенциал регионов на службу модернизации. Астрахань : АИСИ. - 2012. - № 2 (3). – с. 111-113.
5. Калинин, Ю.А. Природные красители и вспомогательные вещества в химико-текстильных технологиях — реальный путь повышения экологической чистоты и эффективности производства текстильных материалов / Ю. А. Калинин, И. Ю. Вашурина // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI, № 1. - с.77-87.
6. Суша, О. В. Экологические аспекты текстильных предприятий / О. В. Суша, Л. Н. Цуприк // Сборник материалов 72-й студенческой научно-технической конференции, 20-28 апреля 2016 г. - Минск, 2016. – С. 93-96.
7. Рокотянская В.В., Анализ влияния антропогенных факторов промышленного производства на окружающую среду (на материалах легкой промышленности) / Рокотянская В.В., Россинская М.В. // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. - 2011. - №2. - с. 253-260.
8. Черенович, Н. А. Анализ методов очистки сточных вод от красителей / Н. А. Черенович, М. В. Пилипенко, В. И. Романовский // Актуальные проблемы экономики строительства : материалы 72-й студенческой научно-технической конференции (Минск, 17-20 мая 2016 г.). Минск : БНТУ. - 2017. – с. 77-80.
9. Ельников, Д.А. Очистка сточных вод от синтетических и органических красителей отходом производства дисахаридов. Автореф. дисс...канд. техн. наук: 03.02.08 –Пенза, 2013. – 19 с.
10. Рамазанова Г.Р. Сорбционно -спектроскопическое определение синтетических анионных пищевых красителей. Автореф. дисс...канд. хим. наук: 02.00.02 – Москва, 2016. - 22с.
11. Киселёв А.М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов / А.М. Киселев // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI, № 1. - с. 20-30.
12. Карпов, В.В. Современное состояние производства и потребления красителей / В. В. Карпов, А. Е. Белов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI. № 1. - с. 67-71.
13. Сапронова, Ж.А. Разработка комплексной технологии очистки сточных вод нефтехимических предприятий на основе активированных отходов сахарной промышленности на примере белгородской области. Дисс..Д-ра техн. наук: 03.02.08. – Уфа, 2016. – 341 с.
14. ГОСТ Р 55959-2014 Уголь активированный. Стандартный метод определения насыпной плотности. Методы испытаний – Введ. 2013-11-01. – М.: Стандартиформ, 2014. – 10 с.
15. ГОСТ Р 55956-2014 Уголь активированный. Стандартные методы определения содержания влаги. Методы испытаний – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 18 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЧНИКА В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*Подсолнечник является распространенной сельскохозяйственной культурой, отходы переработки которого являются перспективным сырьем для производства сорбционного материала. В ходе исследований было установлено, что отход (стебли) от производства подсолнечника эффективно очищают модельные растворы от красителя «метиленовый голубой».*

*Создание эффективных и недорогих сорбентов широкого профиля.*

*Ключевые слова: сорбенты, тяжелые металлы, отход подсолнечника, эффективность очистки.*

Подсолнечник однолетний, или Подсолнечник масличный (лат. *Helianthus annuus*) — вид травянистых растений из рода Подсолнечник семейства Астровые.

Подсолнечник однолетний — наиболее известный и распространённый вид подсолнечника.

Общая потребность подсолнечника в тепле в зависимости от продолжительности вегетации различна, для короткоспелых сортов и гибридов сумма активных температур равна 1850, для раннеспелых — 2000, для среднеспелых — 2150. Средняя урожайность семян подсолнечника однолетнего составляет 10 ц/га (1 т/га или 100 т/км<sup>2</sup>). Максимальная урожайность 45 ц/га (4,5 т/га или 450 т/км<sup>2</sup>) [1].

Подсолнечник однолетний выращивается практически во всём мире. В первую очередь — для производства из семян подсолнечного масла, которое затем употребляется для приготовления пищи и для технических нужд. Гидрогенизацией подсолнечного масла получают саломас, который в дальнейшем используется при производстве маргарина или мыла. Масло также используется в лакокрасочной промышленности [1].

В России, ещё до изобретения производства подсолнечного масла, семена подсолнечника использовались как народное лакомство — семечки, употребляемые в сыром и поджаренном виде. Кроме того, их добавляют в кондитерские изделия, салаты, изготавливают подсолнечниковые козинаки. Молотые семена подсолнечника являются основным компонентом подсолнечной халвы [2].

Подсолнечник масличный используется и как лекарственное растение: из сухих листьев и краевых цветков готовят настойку для повышения аппетита. В народной медицине настой из краевых язычков цветков используется в качестве жаропонижающего. Подсолнечное масло не только ценный продукт питания, но и важное лечебное средство. Его употребляют наружно для растираний больных суставов, а внутрь принимают как лёгкое и мягкое слабительное. В прошлом свежие семена подсолнечника масличного рекомендовали применять при аллергии, бронхите и малярии.

Отходы производства подсолнечного масла (жмых и шрот) используются как высокобелковый корм для скота. Жмых используется также для изготовления халвы. Богатая белком зелёная масса высокорослых сортов идёт на силос и сенаж. Скот охотно поедает обмолоченные корзинки, полосу и силос из растений, убранных во время цветения.

Стебель у подсолнечника до 5 м (у масличных сортов 0,6—2,5 метров), прямостоячий, преимущественно неветвящийся, покрыт жёсткими волосками. Внутри стебля находится мягкая, упругая сердцевина.

Стебли подсолнечника служат сырьём для получения клетчатки и бумаги. В безлесных районах их употребляют также на топливо. Лузга подсолнечника используется для производства биотоплива — топливные брикеты. Из золы от сжигания стеблей извлекают поташ, применяемый в мыловарении, производстве тугоплавкого и хрустального стекла, при крашении и как калийное удобрение. Подсолнечник высевают как кулисное растение для задержания на полях снега. [2]

В 2018 году, по данным Росстата, посевные площади подсолнечника в России составили 8 158,2 тыс. га, что на 2,1% (на 164,2 тыс. га) больше, чем годом ранее.

По отношению к 2013 году (за 5 лет) площади выросли на 12,1% (на 879,8 тыс. га), к 2008 году (за 10 лет) - на 31,6% (на 1 957,3 тыс. га), к 2001 году - на 113,2% (на 4 331,0 тыс. га).

Рейтинг регионов по размеру площадей подсолнечника

1. Саратовская область. Площади занимали 1 220,4 тыс. га (15,0% в общих размерах). За год они выросли на 6,3% (на 72,4 тыс. га).

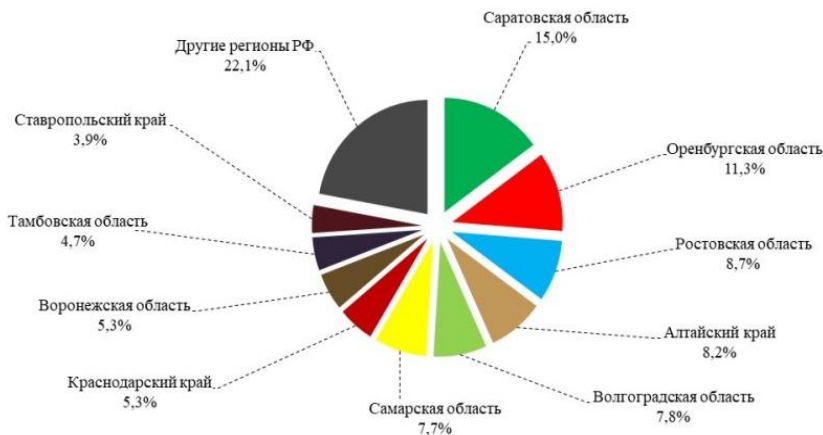
2. Оренбургская область (размер площадей в 2018 году - 920,2 тыс. га, доля в общих площадях - 11,3%).

3. Ростовская область (712,8 тыс. га, 8,7%).

4. Алтайский край (669,4 тыс. га, 8,2%).

5. Волгоградская область (636,8 тыс. га, 7,8%).

Также в 10 лучших регионах по посевным площадям подсолнечника в 2018 году вошли Самарская область, Краснодарский край, Воронежская область, Тамбовская область, Ставропольский край [3].



Источник: Росстат

Рис. 1 - ТОП-10 регионов по размеру посевных площадей подсолнечника в России

Валовые сборы семян подсолнечника в 2018 году, по данным Росстата, в первоначальном весе находились на уровне 13 380,4 тыс. тонн (12 601,3 тыс. тонн в весе после доработки). За год сборы выросли на 19,0% (на 2 132,2 тыс. тонн), за 5 лет - на 26,7% (на 2 816,5 тыс. тонн), за 10 лет - на 82,0% (на 6 028,6 тыс. тонн). По отношению к 2001 году, производство увеличилось на 398,9% (на 10 698,2 тыс. тонн) [4].

Во многих регионах страны стебли подсолнечника после сбора семян нигде не используются.

Нами была предпринята попытка исследования возможности использования стеблей подсолнечника для адсорбционной очистки водных сред.

Адсорбция - это процесс поглощения вещества из раствора поверхностью твердого тела (адсорбента). Адсорбция может быть физической и химическая (хемосорбция). При физической адсорбции взаимодействие между адсорбентом и сорбируемым веществом осуществляется за счет сил межмолекулярного взаимодействия (сил Ван-дер-Ваальса). При физической адсорбции возможен обратный



процесс - десорбции. При хемосорбции происходит химическое взаимодействие между сорбентом и сорбируемым веществом [5].

Процесс адсорбции складывается из трех стадий: перенос вещества из раствора к поверхности зерен адсорбента (внешне- диффузионная область), перенос вещества внутри зерен адсорбента (внутри диффузионная область).

Адсорбционная очистка вод может быть регенеративной, то есть с извлечением вещества из адсорбента и его утилизацией, и деструктивной, при которой извлеченные из сточных вод вещества уничтожаются вместе с адсорбентом. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80-95% и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности, от химического строения вещества и его состояния в растворе.

Адсорбцию используют для обезвреживания сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, ароматических нитро соединений, ПАВ, красителей, тяжелых металлов и др. Достоинством метода является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперации этих веществ [6].

Были изучены физико-сорбционные свойства стебля подсолнечника.

Для исследования был взят отход подсолнечника (стебли подсолнечника), собранный после уборки семян на полях вблизи г. Белгорода. Отход был измельчен с помощью мясорубки и просеян через сита. Для дальнейшего исследования была взята фракция 1.5-2 мм.

Физико-химические свойства измельченных стеблей подсолнечника указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические свойства измельченных стеблей подсолнечника

Показатели	Обозначения	Размерность	Значение
Размер частиц	$\phi$	мм	1,5-2
Насыпная плотность	$\rho_{\text{нас}}$	г/см <sup>3</sup>	0,14
рН водной вытяжки	рН	-	5,8
Потери при прокаливании	п.п.п	%	1,72
Влажность	W	%	0,148

Далее была произведена подготовка образцов с помощью обработки их щелочью NaOH разных концентраций (5,10,15%). Для обработки брали 5г подсолнечника, заливали 100 мл щелочи нужной концентрации, настаивали 1,5 часа, отфильтровали через бумажный фильтр и высушивали.

После обработки щелочью брали 1г высушенного отхода подсолнечника и добавляли в коническую колбу с 100мл метиленового голубого исходной концентрации  $C_{исх}=10$  мг/л. Оставляли на ротаторе на 30 минут, затем фильтровали через бумажный фильтр и измеряли оптическую плотность на Фотоэлектроколориметре. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица2 – Влияния обработки сорбционного материала щелочью на эффективность очистки

Обработка щелочью, %	Оптическая плотность	Концентрация мг/л метиленового голубого, $C_{кон}$	Эффективность очистки (Э), %
0	0,051	1,5	85
5	0,03	1	90
10	0,0125	0,4	96
15	0,035	1,15	88,5

Эффективность очистки находили по формуле:

$$\text{Э}, \% = \frac{C_{исх} - C_{кон}}{C_{исх}} * 100\%$$

$C_{исх}$  - Исходная концентрация метиленового голубого = 10 мг/л

$C_{кон}$  – Конечная концентрация метиленового голубого после очистки его подсолнечником.

Результаты исследований представлены на рисунке 2.

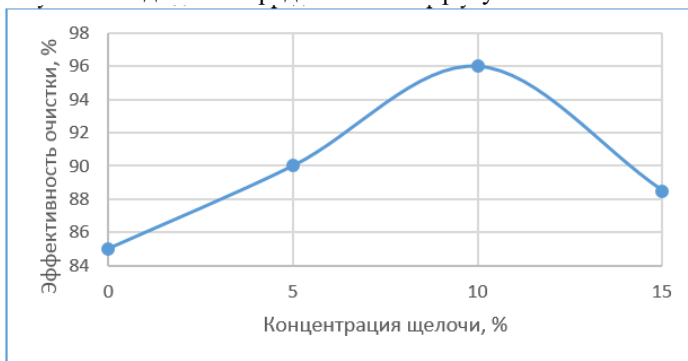


Рис. 2 - Зависимость эффективности очистки от концентрации щелочи

После расчета эффективности было определено, что самая высокая эффективность очистки наблюдалась у образцов, обработанных 10% щелочью.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что отход (стебли) от производства подсолнечника достаточно эффективен для очистки сточных вод. Максимальная эффективность очистки составила 96%, что является показателем выше средней нормы в адсорбционном методе очистки. Следовательно, данный отход подсолнечника имеет высокий потенциал в дальнейшем исследовании, для определения больших возможностей очистки вод с помощью него.

### **Библиографический список**

1. Подсолнечник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F.html> (дата обращения 03.10.19)
2. Подсолнечник однолетний [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agronomy.ru/podsolnechnik.html> (дата обращения 03.10.19)
3. Производство подсолнечника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/proizvodstvo-semyan-podsolnechnika-v-rossii-v-2016-godu.html> (дата обращения 03.10.19)
4. Выращивание подсолнечника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/posevnye-ploshchadi-valovye-sborny-i-urozhajnost-semyan-podsolnechnika-v-rossii-itogi-2018-goda.html> (дата обращения 03.10.19)
5. Адсорбция [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lektsii.org/5-1835.html> (дата обращения 03.10.19)
6. Сакалова Г. В. Эффективность очистки сточных вод гальванического производства адсорбционным методом / Г. В. Сакалова, С. В. Свергузова, М. С. Мальованый // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2014. - №4. - С. 153-156.
7. Свергузова, С.В. Эффективная очистка сточных вод как фактор экологической безопасности жизнедеятельности / С.В. Свергузова, Ж.А. Свергузова, Г.И. Тарасова // Безопасность жизнедеятельности.– 2010.– №8.– С.36-38.
8. Свергузова Ж.А. Очистка сточных вод от красителей "оранжевый г" и "метиленовый голубой" отходом сахарного производства / Свергузова Ж.А., Ельников Д.А., Свергузова С.В. // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 3. – С. 34–37.

Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,  
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,  
Винограденко Ю.А., асп.  
(БГТУ им. В.Г.Шухова, г.Белгород, Россия)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБРИКОСОВЫХ КОСТОЧЕК ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ

*Исследована возможность извлечения из водных растворов ионов никеля с помощью измельченной кожуры косточек абрикосов. Найдено, что использование данного материала позволяет достигать высокой эффективности очистки.*

*Ключевые слова: тяжелые металлы, сорбция, кожура косточек абрикоса*

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к одним из наиболее широко распространенных поллютантов водной и почвенной среды [1]. Они составляют значительную долю загрязнителей окружающей среды и по токсичности занимают второе место после пестицидов. Однажды попав в биогеохимический цикл, они крайне редко и медленно покидают его [2]. ТМ даже в ничтожных концентрациях ядовиты. Проникая в живые клетки, они нарушают их жизнедеятельность, но свое токсическое действие тяжелые металлы проявляют только в виде ионов [3].

Тяжелые металлы опасны тем, что они обладают способностью накапливаться в живых организмах, включаться в метаболический цикл, образовывать высокотоксичные металлорганические соединения, изменять формы нахождения при переходе от одной природной среды в другую, не подвергаясь биологическому разложению. ТМ вызывают у человека серьезные физиологические нарушения, токсикоз, аллергию, онкологические заболевания, отрицательно влияют на зародыш и генетическую наследственность [4].

Одним из широко распространенных и наиболее токсичных ТМ является никель. О его опасности можно судить по величине ПДК. Так, например, для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ПДК по никелю составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [5], а для водных объектов рыбохозяйственного назначения ПДК составляет 0,01 мг/дм<sup>3</sup> [6].

Попадание никеля в окружающую среду вследствие антропогенной деятельности в значительной степени связано с поступлением в водные объекты промышленных стоков, содержащих соединения никеля.

Известным способом очистки сточных вод от ионов никеля является адсорбционный. В последнее время он считается наиболее эффективным и позволяет достигать практически 100% эффективности очистки. В связи с тем, что хорошо изученный и высокоэффективный сорбент - активированный уголь - имеет высокую стоимость и в связи с этим должен быть регенерирован, в последнее время ведутся интенсивные поиски сорбционных материалов, имеющих низкую стоимость и обладающих большой сорбционной ёмкостью. Особенно перспективными в этом плане могут быть различные отходы неорганического [7-13] и растительного происхождения [14-19].

В научной литературе описаны случаи применения для очистки водных сред от загрязнителей отходов переработки кукурузы, биомассы овса, листового опада [17-19]. Авторами [20] для извлечения красителя метиленового голубого из водного раствора предложено использовать скорлупу арахиса, как недорогой сорбционный материал, образующийся после извлечения ядер. Нами предложено использовать для очистки сточных вод измельченную кожуру косточек абрикосов (ККА). В настоящее время данный отход не нашел квалифицированного применения. А между тем скорлупа абрикосов является экологически чистым природным ежегодно возобновляемым дешёвым материалом, потенциально пригодным к использованию в водоочистке.

Исследованы физико-химические свойства измельченного до размеров частиц 0,25-2 мм материала кожуры абрикосовых косточек (ККА). Насыпной вес ( $\rho_{\text{нас}}$ , г/см<sup>3</sup>) определяли путем взвешивания известного объема ККА и делением найденной массы на объем. Потери при прокаливании (п.п.п.) определяли методом сжигания ККА в муфельной печи при температуре 950°C в течение 30 мин и расчетом массовой доли несгоревшего остатка (М, %). Показатели физико-химических свойств ККА представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики материала ККА

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Значение
1	Насыпная плотность, $\rho_{\text{нас}}$	г/см <sup>3</sup>	0,45
2	Истинная плотность, $\rho_{\text{ист}}$	г/см <sup>3</sup>	0,86
3	Влажность, W	%	0,91
4	Потери при прокаливании, п.п.п.	%	86,20
5	pH водной вытяжки	-	4,74

Концентрацию ионов никеля определяли фотоколориметрическим методом при длине волны 460 нм. Модельный раствор, содержащий ионы  $\text{Ni}^{2+}$  в концентрации 15 мг/л, готовили путем растворения соли  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в дистиллированной воде. Для очистки модельных растворов добавляли расчетное количество материала ККА, содержимое лабораторной емкости перемешивали в течение 10 мин., затем жидкость фильтровали через бумажный фильтр, в фильтрате определяли остаточную концентрацию ионов  $\text{Ni}^{2+}$ .

Эффективность очистки рассчитывали по формуле:

$$\xi = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{исх}}} \cdot 100$$

где  $C_{\text{исх}}$  – исходная концентрация раствора, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{\text{кон}}$  – остаточная концентрация ионов  $\text{Ni}^{2+}$  в фильтрате, мг/дм<sup>3</sup>.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

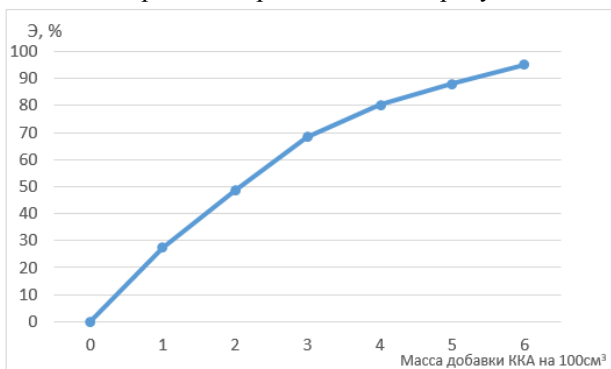


Рис. 1 - Зависимость эффективности очистки никельсодержащих растворов от концентрации добавки ККА

Как видно из графика на рисунке, ионы  $\text{Ni}^{2+}$  могут быть эффективно удалены из раствора с помощью измельченных абрикосовых косточек. При этом следует отметить, что при использовании для очистки материала ККА исключается загрязнение водных сред нежелательными токсичными веществами, поскольку материал ККА является природным экологически чистым продуктом.

*Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высочих Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова*

### Библиографический список

1. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г.К. Будников, Л.В. Луковникова // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 5. – с. 23-29.
2. Луковникова Л.В. Металлы в окружающей среде, проблемы мониторинга / Л.В. Луковникова, А.Д. Фролова, М.П. Чекунова // Эфферентная терапия. - 2004. - Т.10. - С. 74-79.
3. Мудрый И.В. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм / Мудрый И.В., Короленко Т.К. // Издание: врачебное дело. - 2002. – С. 32-37
4. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве / Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. // Санитарная охрана почвы и очистка населенных мест. - 1986. – С. 352-357.
5. Красовский Г.Н. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / Красовский Г.Н., Жолдакова З.И., Харчевникова Н.В., Лойко Е.В. // Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации, Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. – 1998.
6. Приказ Федерального агентства по рыболовству "Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения". –18 января 2010. - № 20.
7. Свергузова С.В. Использование пыли электроплавильных печей для очистки сточных вод от ионов никеля и меди / Свергузова С.В., Лашина О.Д. // Экология и промышленность России.- 2008. –апрель – С.46-47.
8. Свергузова С.В. Шлаковые отходы в водоочистке / Свергузова С.В., Кирюшина Н.Ю., Тарасова Г.И. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. - № 4 – С. 140-145.
9. Свергузова С.В. Очистка железо- и никельсодержащих вод шлаком / Свергузова С.В., Григорьян М.Г. // Экология и промышленность России. – 2010. - сентябрь – С. 45-47.
10. Свергузова С.В. О возможности использования отхода сахарной промышленности для очистки сточных вод / Свергузова С.В., Ельников Д.А., Сапронова Ж.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. - № 3. – С. 128-133.
11. Свергузова С.В. Извлечение ионов цинка из растворов пылью производства строительных материалов / Свергузова С.В., Малахатка Ю.Н., Шамиуров А.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. - № 3 – С. 175-177.
12. Свергузова С.В. Извлечение СПАВ из модельных растворов отходом производства дисахаридов / Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Фетисов Р.О., Шайхиев И.Г. // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. - № 8. – с. 43-45.
13. Svergzova S.V. Nanocomposite carbon-bearing sorption material/ Svergzova S.V., Saproнова Zh.A., Fomina E.V. // Advances in Engineering Research, volume 133, 2017.- Pp 728-733.

14. Свергузова С.В. Сорбционная очистка модельных растворов от ионов железа(III) опилками коры и лиственной дуба черешчатого / Свергузова С.В., Юсупова А.И., Галилова Р.З., Шайхиев И.Г. // Вестник Казанского технологического университета (Казань). – 2018. Т.21. - № 6. - С. 77-82.

15. Свергузова С.В. Использование отходов переработки кукурузы для очистки водных сред от красителя «метиленовый голубой» / Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Шайхиев И.Г., Сапронов Д.В. // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т.17. – № 5.- С. 173-175.

16. Свергузова С.В. Удаление ионов кобальта высоких концентраций из модельных растворов с использованием экстрактов из отходов переработки Pisum sativum / Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Степанова С.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - № 7. – С. 159-167.

17. Свергузова С.В. Использование отходов от переработки биомассы овса в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред / Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Гречина А.С., Шайхиева К.Г. // Экономика строительства и природопользования. – 2018. - № 2(67). – С. 51-60.

18. Свергузова С.В. Адсорбция веретенного масла нативным и термомодифицированным листовым опадом каштанов / Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Отити Т. // Строительные материалы и изделия. – 2018.- Т.1. - № 1. – С. 4-11.

19. Свергузова С.В. Роль естественной гидрофобности растений в очистке нефтесодержащих эмульсий / Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. // Вода: химия и экология. – 2018. – 07-09. – С. 84-90.

20. Núñez-Delgado A. Low cost organic and inorganic sorbents to fight soil and water pollution / A. Núñez-Delgado, E. Álvarez-Rodríguez, M.J. Fernández-Sanjurjo // Environmental Science and Pollution Research. - 2019.- Volume 26, Issue 12. - P. 11511–11513.

**УДК 544.723**

**Свергузова С.В., д.-р. техн. наук, проф.,  
Белый В.А., асп.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРБЕНТОВ**

*Приведены сведения о возможности использования растительных материалов для получения сорбентов, обладающих высокой эффективностью по отношению к различным загрязнителям водных сред. Показано, что целлюлозосодержащие растительные отходы, подвергшиеся различным модификациям – кислотной, термической обработке – являются перспективными сорбционными материалами для извлечения ионов тяжелых металлов.*

*Ключевые слова: сорбент, очистка сточных вод, растительные отходы*



В последние годы для удаления примесей, содержащихся в воде, успешно применяются сорбционные материалы на основе растительных отходов: скорлупы кокосового и кедрового орехов, шелуха риса, гречихи, древесная щепа, солома и многое другое [1-4].

Себестоимость таких сорбентов намного меньше, чем известных промышленных образцов, что в свою очередь значительно улучшит экологическое состояние водных экосистем за счет широкого применения доступного и недорогого материала [5].

Материалы из лузги подсолнечника, последовательно прошедшие кислотно-щелочную обработку, демонстрируют высокую эффективность очистки по отношению к ионам железа, марганца, меди, свинца, фенола, белка. Значения эффективности составляют соответственно 90.8%, 91.5, 93.5%, 55.4%, 41.3% и 39.0% [5,6].

Биосорбент, полученный из сельскохозяйственных отходов, содержит нерастворимые органические соединения и полифункциональные группы, такие как  $-NH_2$ ,  $-COO^-$ ,  $-C=O$ ,  $OH^-$  и  $PO_4^{2-}$ . Эти ионы взаимодействуют с ионами металлов посредством электростатических сил притяжения, благодаря которым биосорбенты имеют эффективный потенциал для удаления  $Cr(VI)$  и других загрязнителей из воды [7,8].

Карбонизация биомассы имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами модификации. Обычно процесс занимает всего несколько часов (вместо дней или месяцев), что позволяет создать более компактную конструкцию реактора. Высокие температуры процесса могут разрушать патогенные микроорганизмы. Вместе с тем необходимо избегать перегрева материала во избежание полного выгорания углерода [9].

Термическая модификация растительных отходов ожидаемо позволяет получить достаточно высокие показатели эффективности очистки модельных вод экспериментальными материалами, так, например, были проведены исследования по карбонизации рисовой шелухи [10], отходов манго [11].

Известно, что стенки клеток высших растений содержат примерно 90 % углеводов, основным представителем которых является природный полимер – целлюлоза. Кроме нее, в растениях также содержатся гемицеллюлоза, пектин, лигнин, смолистые вещества и др. [12].

Под влиянием теплового воздействия в молекуле целлюлозы происходят структурные превращения, многочисленные параллельно и последовательно протекающие реакции, приводящие к образованию разнообразных промежуточных и конечных продуктов [13].

Сельскохозяйственные отходы часто привлекают внимание исследователей как потенциальное сырье для производства сорбентов.

По некоторым данным, в мире производится 68 миллионов тонн апельсинов, объемы производства отходов их переработки оцениваются в диапазоне от 15 до 25 миллионов тонн.

Рисовая шелуха является основным побочным продуктом рисовой мукомольной промышленности, на ее долю приходится почти 20% производства риса. Поскольку рисовое растение является основной зерновой культурой в Малайзии с годовым объемом производства более 180 миллионов тонн, производство рисовой шелухи составляет более 36 миллионов тонн.

Как правило, фермеры и переработчики риса часто сжигают рисовую шелуху, что приводит к попаданию в атмосферу углекислого газа.

Переработка кофейных зерен является одним из наиболее загрязняющих видов деятельности в сельском хозяйстве из-за большого количества отходов, образующихся в процессе. По данным Международной организации кофе, производство кофе в 2008 году составило около 680 миллионов тонн. Часть отходов используется в качестве удобрения, но большая часть кофейной гущи сбрасывается или сжигается. Во всем мире кофе и чай в качестве напитка являются вторым наиболее потребляемым всеми гражданами после воды. В последние несколько лет потребление кофе быстро увеличилось, особенно среди молодежи. Согласно опросу, который включал 25 кафе в городе Триполи, Ливия, среднее образование отходов молотого кофе только в 25 кафе оценивается в диапазоне (36-45) тонн в год. Также подсчитано, что в одном из этих кафе в течение часа выпивается более 100 чашек кофе, в то время как в одном из обследованных кафе в городе Гданьск, Польша, ежедневно употребляется более 1600 чашек кофе, среднее количество отходов молотого кофе в 25-ти кафе оценивается в 72-90 тонн в год [9].

В Индии национальное производство грецкого ореха колеблется от 40 000 до 45 000 тонн в год, а процесс получения неочищенных грецких орехов дает более 25 000 тонн скорлупы и примерно 11 000 тонн отходов миндальной скорлупы ежегодно.

Оливковое масло почти полностью производится в Средиземноморском регионе. Поскольку спрос на оливковое масло во всем мире быстро растет, загрязнение окружающей среды, создаваемое отходами оливкового завода, является растущей проблемой. Оливковые мельницы производят огромное количество отходов, сообщалось, что из 1000 кг оливковых фруктов можно получить около 350 кг оливкового жмыха [9].

Использование этих и аналогичных целлюлозосодержащих отходов в качестве сырья для производства сорбционных материалов позволяет решить сразу несколько экологических проблем. Так, в разных странах были исследованы возможности использования в водоочистке отходов цитрусовых [14], бананов [15], кукурузы [16,17], арахиса [7,8,18,19].

Исследовались также другие целлюлозосодержащие отходы и материалы: листья деревьев [20-22], смешанные листовно-волоконистые отходы [23], компоненты деревьев хвойных пород [24,25].

Известно [26], что листовой каштановый опад эффективно очищает модельные воды от ионов никеля (рисунок 1).

Были предприняты попытки сравнить эффективность адсорбции гранулированного активированного угля на основе скорлупы кокосового ореха с эффективностью адсорбции коммерческого углерода Calgon F-300 в отношении адсорбции органических веществ из промышленных сточных вод пищевых производств. Изотерма адсорбции Фрейндлиха была использована для анализа адсорбционной эффективности двух активированных углей. Эти исследования показывают, что активированный кислотой углерод скорлупы кокосового ореха обладал более высокой адсорбцией для органического вещества, выраженной как химическая потребность в кислороде (ХПК), чем углерод кокосового ореха, активированный хлоридом бария, и углерод Calgon F-300 при всех используемых дозах углерода [27].

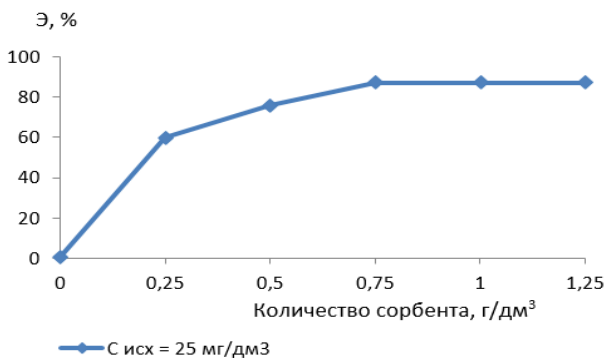


Рис. 1 - Эффективность очистки модельных вод от ионов никеля модифицированными листьями каштана

Адсорбция ионов Cu (II), Zn (II) и Ni (II) на активированном угле, полученном из скорлупы арахиса, была исследована в зависимости от pH водного раствора и концентрации ионов металла. Активированный уголь из скорлупы арахиса оказался эффективным адсорбентом для удаления этих ионов из водных растворов.. Количество адсорбированного катиона металла увеличивается с увеличением значения pH. Было также показано, что полученный адсорбент демонстрирует хорошие характеристики по удалению ионов Cr (VI) [7].

Известен способ получения углеродистого сорбента из скорлупы кедровых орехов, емкость по меди составляет 0,25 ммоль-экв/г. При модификации скорлупы лесного ореха методом одностадийной карбонизации с последующей активацией водяным паром достигается емкость по меди составляет 3,14 ммоль/г. Пиролизованная скорлупа вишневых косточек, окисленная различными агентами, также позволяет эффективно извлекать ионы меди [28].

Таким образом, обзор научных публикаций показывает, что растительные материалы повсеместно исследуются как потенциальное сырье для производства эффективных сорбентов для извлечения тяжелых металлов и других поллютантов.

#### **Библиографический список**

1. Громько, Н.В. Применение подсолнечной лузги в качестве сорбента для очистки природных вод от ионов тяжелых металлов / Н.В. Громько // Международный научный журнал «Инновационная наука». - №1. – 2016. – С. 41-42.
2. N.T. Hoai, Oil spill cleanup using stearic-acid-modified natural cotton / N.T. Hoai, N.N. Sang, T.D. Hoang, J. Mater // Environ. Sci. – 2016. – N 7. – P. 2498-2504.
3. Осокин, В.М. Исследования по получению новых сорбентов из растительного сырья для очистки воды / В. М. Осокин, В.А. Сомин // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1. – С. 280-282.
4. Дудник, А.Н. Изучение процесса карбонизации лузги подсолнечника / А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, И.С. Соколовская, А.И. Трипольский, Е.Ю. Калишин, В.В. Донец // Современная наука:3 сборник научных статей. – 2011. - № 3 (8). – С. 74-78.
5. Ямансарова, Э.Т. Исследование сорбционных свойств материалов на основе растительного сырья по отношению к органическим и неорганическим примесям / Э. Т. Ямансарова, Н. В. Громьк, М. И. Абдуллин, О. С. Куковинец, О. Б. Зворыгина // Вестник Башкирского университета. - 2016. - Т. 21. №2 - С. 314-318.
6. К. А. Жашуева, Очистка воды от ионов тяжелых металлов адсорбентами на основе растительных отходов / К. А. Жашуева, Н. О. Сиволобова Н. В.

Грачева, А. В. Сикарская // Вестник технологического университета. - 2017. - Т.20, №7. - С. 142-143.

7. Luis C. Romero, Peanut Shell Activated Carbon: Adsorption Capacities for Copper(II), Zinc(II) and Chromium(VI) Ions from Aqueous Solutions / Luis C. Romero, Antonio Bonomo, Elio E. Gonzo // Adsorption Science & Technology. - Vol. 22 No. 3. - 2004. - 10 p.

8. Mohammad Ilyas, Removal of Cr (VI) from Aqueous Solutions Using Peanut shell as Adsorbent / Mohammad Ilyas, Aziz Ahmad, Muhammad Saeed // J.Chem.Soc.Pak. - Vol. 35, No.3. - 2013. - P. 760-768.

9. Mohamed Sulyman, Low-cost Adsorbents Derived from Agricultural By-products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater: A Review / Mohamed Sulyman, Jacek Namiesnik1, Andrzej Gierak // Pol. J. Environ. Stud. - Vol. 26, No. 2. - 2017. - P. 479-510.

10. Тертышный, О.А. Получение сорбентов карбонизацией рисовой шелухи для очистки воды от нефтепродуктов / О.А. Тертышный, Е.В. Тертышная, Д.В. Гура // Праці Одеського політехнічного університету. - 2013. - № 3(42). - С. 306-309.

11. Мое, З. Анализ процессов термической и термоокислительной деструкции отходов консервирования плодов манго / З. Мое, Н.Л. Сое, С.В. Мьинг, В.Н. Клущин // Успехи в химии и химической технологии. - 2016. - Т. XXX, № 9. - С. 64-66.

12. Гальбрайт, Л.С. Целлюлоза и ее производные / Л.С. Гальбрайт // Соросовский образовательный журнал. - 1996. - № 11. - С. 47-53.

13. Конкин, А.А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы / А.А. Конкин. - М.: Химия, 1974. - 376 с.

14. Sivakumar, D. Treating dairy industry effluent using orange peel powder / D. Sivakumar, D. Shankar, J.S. Sundaram // JCPS. - 2016. - Vol. 9, Is. 3. - P. 1550-1552.

15. T.M. Al Khusaibi, Treatment of dairy wastewater using orange and banana peels / T.M. Al Khusaibi, J.J. Dumarán, M.G. Devi, L.N. Rao, S. Feroz // Journal of chemical and pharmaceutical research. - 2015. - N 7(4). -P. 1385-1391.

16. H.I. Kelle, Determination of the viability of an agricultural solid waste; corncob as an oil spill sorbent mop / H.I. Kelle, A.N. Eboatu, O. Ofoegbu, I.P. Udeozo // IOSR Journal of Applied Chemistry. - 2013. - Vol. 6, Is. 2. - P. 30-57.

17. Suteu, D. Agricultural waste corn cob as a sorbent for removing reactive dye orange 16: equilibrium and kinetic study / D. Suteu, T. Malutan, D. Bilba // Cellulose Chem. Technol. - 2011. - N 45 (5-6). - P. 413-420.

18. Олейникова, И.И. Получение фитосорбента из скорлупы arachis гурогая и исследование его свойств / И.И. Олейникова, Н.Г. Габрук, Ву Хоанг Иен // Современные наукоемкие технологии. - №8. - 2010. - С. 96-98.

19. S. Boumchita, Application of Peanut shell as a low-cost adsorbent for the removal of anionic dye from aqueous solutions / S. Boumchita, A. Lahrichi, Y. Benjelloun, S. Lairini, V. Nenov, F. Zerrouq // JMES. - 2017. - Vol.e 8, Iss. 7. - P. 2353-2364.

20. Алексеева, А.А. Применение листового опада для удаления пленки нефти с поверхности воды / А.А. Алексеева, С.В. Степанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №22. – С. 304-306.

21. Шаймарданова, А.Ш. Очистка вод от ионов железа модифицированными сорбционными материалами на основе листового опада: автореф. дис. ... канд. техн. наук.:03.02.08. – Казань, 2017. – 16 с.

22. Сапронова, Ж.А. Роль естественной гидрофобности растений в очистке нефтесодержащих эмульсий / Ж.А. Сапронова, С.В. Свергузова, А.В. Святченко // Вода: химия и экология. – 2018. – №7-9. С. 85-91.

23. Annunciado, T.R. Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills / T.R. Annunciado, T.H.D. Sydenstricker, S.C. Amico // Marine Pollution Bulletin. – 2005. – N 50. – P. 1340-1346.

24. Шайхив, И.Г. Исследование хвои сосновых деревьев в качестве сорбционных материалов для удаления нефти и масел с водной поверхности / И. Г. Шайхив, С. В. Степанова, К. И. Шайхива // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №3. –С. 183-186.

25. Веприкова Е.В. Магнитные сорбенты на основе коры сосны для сбора нефти и нефтепродуктов / Е.В. Веприкова, С.И. Цыганова, Е.А. Терещенко // Химия растительного сырья. – 2015. - №2. – С. 219-224.

26. Sapronova, Zh.A. Sewage treatment in megacities by modified chestnut tree waste /Zh. Sapronova, S. Sverguzova, K. Sulim, A. Svyatchenko and E. Chebotaeva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 365 (2018). - 022058 – 7 p.

27. Amuda O.S., Industrial wastewater treatment using natural material as adsorbent / Amuda O.S., Ibrahim A.O. // African Journal of Biotechnology. - 2006. - Vol. 5 (16). - P. 1483-1487.

28. Митракова Т.Н. Применение материалов естественного происхождения для сорбционной очистки сточных вод от ионов меди (II). Дисс....канд. техн. наук: 03.02.08. – Курск, 2017. - 126 с.

**УДК 504.064.45**

**Севостьянов В.С., д-р техн. наук, проф.,  
Шамгулов Р.Ю., асп.  
( БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

## **ТЕРМОЛИЗ В ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ**

*В данной статье дана классификация ТБО(ТКО), рассмотрены проблемы переработки изношенных шин и РТИ. Проанализированы существующие способы переработки ТКО и автопокрышек. На основе анализа предлагается способ переработки отходов методом низкотемпературного термоллиза.*

*Ключевые слова: Изношенные автошины, РТИ, ТКО, низкотемпературный термоллиз, переработка, дробление, измельчение, экология, производство.*

Развитие цивилизации неизбежно связано с образованием минеральных и прочих отходов, как результат производственной деятельности человека. В официальных документах государственного доклада Минприроды "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году" указано, что объем отходов в России в 2018 году составил более 7 миллиардов тонн, т.е. на 16,8% выше показателей 2017 года [1]. Основной источник отходов – добыча полезных ископаемых. В бытовых условиях, человек генерирует лишь 2,3% от общего объема техногенных материалов, рисунок 1. [2].



Источник: доклад Счетной палаты «Анализ проблем и оценки состояния сферы управления отходами производства и потребления в РФ»

Рис. 1 - Структура отходов, производимых в России

Структурная схема классификации отходов может быть представлена в следующем виде, рисунок 2.

По способам переработки, отходы можно классифицировать следующим образом:

- Сепарация с отбором ценных фракций;
- Анаэробное компостирование (ферментация);
- Сжигание, с целью получения энергии;
- Захоронение на полигонах;
- Гидросепарация;
- Пиролиз или газификация;
- Плазменная переработка;
- Автоклавная переработка;

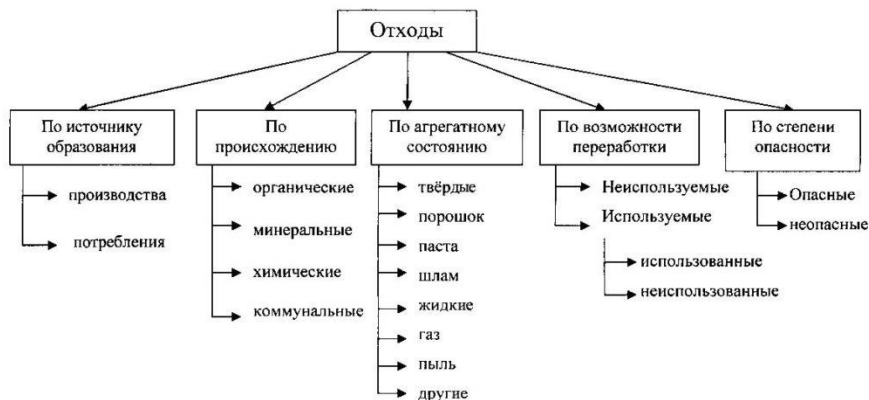


Рис. 2 - Схема классификации отходов

Наиболее перспективным способом, на наш взгляд, является способ комплексной и поэтапной переработки отходов с выделением или получением товарной продукции и отбором реализуемых фракций на каждой стадии процесса. В дальнейшем осуществляется переработка «хвостов» с использованием метода низкотемпературного термолиза. Экспериментальные работы по данному процессу проводятся в настоящее время на производственной площадке ООО «ТК» Экотранс» (г. Белгород).

В России обращение с ТКО регулируются статьями 24.6-24.13 Закона N 89-ФЗ. С января 2018г., согласно распоряжению Правительства РФ, от 25 июля 2017 г. № 1589-р, утвержден перечень отходов, запрещенных к захоронению на полигонах [3]. Одним из таких видов отходов являются автомобильные шины и другие резинотехнические изделия (РТИ). В настоящее время в мире реализованы четыре основных способа утилизации автошин – механический (измельчение на шредере в крошку), термический (пиролиз), сжигание с получением электроэнергии и способ термоутилизации в цементных печах.

В ООО «НПП Термолиз» (г. Москва), разработан и предложен к внедрению процесс низкотемпературного термолиза резиновой крошки в среде водяного пара, а также аппаратное оформление для его проведения [4]. При этом процессе выход конечных продуктов из 1 тонны резиновой крошки в процентном отношении по массе составляет:

- Технический углерод (44,0%);
- Жидкое углеводородное топливо (55,0%);



- Синтезированный газ (1,0%);

Процесс термолiza реализуется в реакторной системе в виде спиральных транспортеров, объединенных с фильтром-сепаратором рисунок 3.

Резиновую крошку (РК), подают через питатель в реактор термолiza P1, выполненным в виде спирального транспортера с вращающейся внутри него спиралью, приводимой в движение мотор-редуктором. По мере продвижения вдоль реактора РК нагревается и разлагается на твердый остаток и углеводороды (жидкие и газообразные). Внутрь реактора P1 подают перегретый водяной пар П в количестве, необходимом для поддержания жидких углеводородов в газообразном состоянии. В фильтре Ф, поток из реактора P2 разделяется на газ и твердый пылевидный остаток, который продвигается без осевым шнеком вдоль реактора десорбции углеводородов P2 и выходит из установки через питатель в виде готового продукта – технического углерода. Давление в реакторе термолiza P1 близкое к атмосферному ( $0,01 \div 0,003$  МПа), температура  $320 - 390^{\circ}\text{C}$ . В случае, если обогрев реактора проводится жидким углеводородным топливом, то дымовые газы направляются на дожиг в горелку Г и далее в дымовую трубу ДТ. [5, 6].

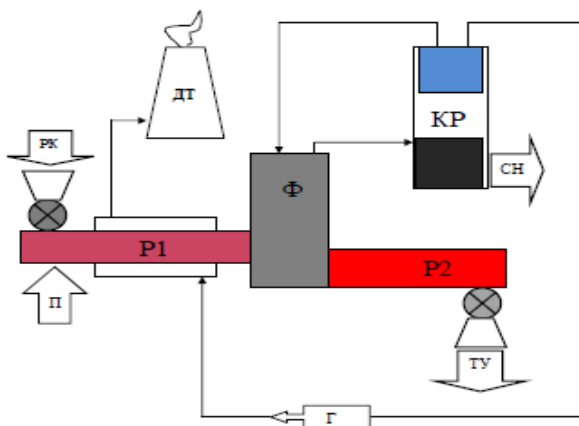


Рис.3 - Схема низкотемпературного термолiza

РК – резиновая крошка; ДТ – дымовая труба; КР – колонна ректификационная; СН – жидкое углеводородное топливо; Ф – фильтр; Г – горелка; П – пар; P1 – реактор термолiza; P2 – реактор десорбции углеводородов; ТУ – технический углерод.

Основные параметры процесса низкотемпературного термолиза резиновой крошки:

- энергопотребление – 0,25-0,3 кВт час/кг.;
- температурный режим – до 400<sup>0</sup>С;
- время пребывания – до 20 мин.;
- давление – до 0,1 Мпа.

Полученные результаты теоретических и практических исследований, а также опытно-промышленные испытания установки низкотемпературного термолиза позволяют сформулировать следующие основные преимущества реализуемого способа переработки органических отходов и выводы:

1. Разработанная технология и технические средства низкотемпературной термолизной переработки ТКО позволяют получать при невысоких удельных энергозатратах (для отходов РТИ размером  $(3\pm 6)\times 10^{-3}$ м. 0,25-0,3 кВт час/кг.) из 1 тонны резиновой крошки различные виды вторичной продукции:

- технический углерод – 44,0%;
- жидкое углеводородное топливо – 55,0%;
- синтезированный газ – 1,0%.

2. Предложенная технология реализуется при невысоких значениях температурного режима ( $T\leq 400^0$ С), низком времени термообработки ( $t\leq 20$  мин.) и давлении (до 0,1 Мпа);

3. Технологический процесс сопровождается незначительным газообразованием с содержанием элементов:

CO<sub>2</sub>=4,39%; CO=2,69%; O<sub>2</sub>=0,11%; NO=0,3%

4. Разработанные технические средства (узлы герметизации подачи и выгрузки, система аспирации, узлы перемещения продукта внутри реактора и др.) обладают высокой эксплуатационной надежностью и максимальной автоматизацией технологического процесса.

В настоящее время на полигоне ТКО ООО «ТК»Экотранс» (г. Белгород) проводятся опытно-промышленные испытания технологического модуля термолизной переработки полимерных отходов.

*\*Работа выполнена в рамках государственного задания  
№ 9.11523.2018/11.12*

#### **Библиографический список**

1. РИА Новости [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://ria.ru/20190904/1558267236.html/>. (дата обращения: 05.10.2019)
2. Количество отходов в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://expert.ru/siberia/2017/15/dengi-pod-nogami/> (дата обращения: 05.10.2019)

3. Распоряжение №1589-р [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/>. (дата обращения: 01.10.2019)

4. Бочавер К.З., Низкотемпературный термолиз в переработке резинотехнических отходов. / Бочавер К.З., Клушин В.Н., Сухоруков П.Н., Шамгулов Р.Ю. // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2013. - № 11. - С. 35-40.

5. Пат. 2460743 С2 Рос. Федерация. Процесс и установка по переработке резиносодержащих отходов/ К.З. Бочавер, Р.Ю. Шамгулов; заявитель и патентообладатель К.З. Бочавер. № 2010120317/05; заявл. 21.05.2010; опубл. 27.11.2011, Бюл. № 25.

6. Пат. 2448758 С2 Рос. Федерация. Рукавный фильтр для очистки газа от пыли с короткоимпульсной продувкой/ К.З. Бочавер, Р.Ю. Шамгулов; заявитель и патентообладатель К.З. Бочавер. № 2010120320/05; заявл. 24.05.2010; опубл. 27.04.2012, Бюл. № 12.

**УДК 543.554**

**Старостина И.В., канд. техн. наук, доц.,  
Столяров Д.В., асп.,  
Порожнюк Е.В., асп.,  
Рушак В.В., студ.,  
Половнева Д.О., студ.**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия)

## **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО КИЗЕЛЬГУРОВОГО ШЛАМА**

*При рафинировании растительных масел на стадии удаления восковых веществ (винтеризации) образуется кизельгуровый шлам, который представляет собой органоминеральную композицию с содержанием органических примесей 70%. Авторами предложена термическая обработка кизельгурового шлама с получением углеродсодержащего адсорбционного материала. Результаты исследования свидетельствуют о наличии углерода и различных функциональных групп на поверхности частиц. Такие материалы, обладая адсорбционными центрами различной природы, будут проявлять активность по отношению как к полярным, так и неполярным веществам.*

*Ключевые слова: кизельгуровый шлам, термическая обработка, углеродсодержащий адсорбционный материал, углерод, поверхностные функциональные группы, ИК-спектр.*

Растительные масла природного происхождения представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие в основном из сложных эфиров глицерина, жирных кислот (триглицеридов) различного состава и веществ, растворимых в них. В сырых маслах, не

обработанных после выделения из семян и плодов, содержатся различные примеси – свободные жирные кислоты, фосфолипиды, ароматические вещества, пигменты и воски, которые ухудшают вкусовые качества и товарный вид продукции, ускоряют ее окисление и порчу. Улучшение потребительских свойств растительных масел, особенно подсолнечного, достигается рафинацией. Растительные воски и воскоподобные вещества выделяются на стадии винтеризации, основанной на низкотемпературном фракционировании масла с последующим фильтрованием через природные порошкообразные материалы – глину, перлит, диатомит (кизельгур) и др. В результате образуются пастообразные фильтровочная отработанная масса или отработанный кизельгуровый шлам (ОКШ). ОКШ представляет собой органоминеральную композицию грязно-белого цвета с неприятным запахом прогорклого масла, содержащую диатомит, растительные воски, воскообразные и слизеподобные вещества [1, 2]. Вместе с извлекаемыми примесями при фильтровании удаляется и некоторое количество масла. Общее содержание органических примесей в отработанных шламах может достигать 70%, при этом воскоподобные составляют от 1,5 до 12% в зависимости от свойств очищаемого растительного масла. Согласно работы [3] органическая часть имеет следующий состав: моноагцилглицериды – 9%, диагцилглицериды – 14%, триагцилглицериды – 62%, жирные кислоты – 10% и эфиры восков – 5%.

В литературе описаны различные направления утилизации образующегося ОКШ. Шлам может использоваться в качестве жиросодержащей добавки при производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных, в технологии получения кускового мыла и чистящих паст, в производстве строительных материалов, при переработке нефтезагрязненных шламов и др. [4-7].

Ранее проведенные исследования показали возможность получения на основе ОКШ углеродсодержащего сорбционного материала [8, 9]. В результате термической обработки ОКШ в интервале температур от 430 до 600°C в течение 1 час в условиях недостатка кислорода происходит неполное окисление органических примесей с образованием саже-графитовых композиций на поверхности основного минерала – диатомита и формирование нового продукта – углеродсодержащего термически модифицированного кизельгурового шлама (ТКШ).

Максимальное содержание углерода – 10,31% образуется при температуре 450°C. Увеличение температуры до 600°C способствует

разрушению углерода - происходит его окисление до  $\text{CO}_2$  и содержание снижается до минимального значения – 0,49% [10].

Для решения целого ряда прикладных задач, связанных с использованием полученного углеродсодержащего адсорбционного материала необходимо иметь информацию не только о его химическом составе, но и о характере и содержании функциональных групп на его поверхности.

Для определения функциональных групп в углеродсодержащих материалах используются различные методы - инфракрасная и фотоэлектронная спектроскопия, титриметрические и электрокинетические методы. Для определения гидроксильных групп различной природы (фенольных групп, карбоксильных групп), а также гидроксильных, образующихся при гидролизе лактонных и ангидридных циклов в углеродных материалах часто используется метод Бозма [11 - 14], основанный на том, что группы различного типа имеют разную кислотность и могут быть нейтрализованы основаниями разной силы.

В ряде работ представлены результаты по использованию метода Бозма для определения гидроксильных групп в образцах активных углей, графита и углеродных нанотрубок [15, 16].

В данной работе анализировали влияние температурной обработки ОКШ на химическую природу поверхности частиц получаемых продуктов. С этой целью проводили качественный анализ наличия функциональных групп различной природы с использованием инфракрасной спектроскопии, а количественный - методом избирательной нейтрализации по Бозму. ИК-спектры ОКШ, обработанного при температурах 450 и 500 °С, с условным обозначением - ТКШ<sub>450</sub> и ТКШ<sub>500</sub>, соответственно, представлены на рисунке 1.

На ИК-спектрах фиксируются полосы со значительной интенсивностью при 471, 791 и 1088-1092  $\text{см}^{-1}$ , которые можно отнести к силоксановым группам типа Si-O-Si, что хорошо согласуется с результатами исследований природного диатомита [17].

Найдены полосы поглощения, которые можно отнести как к фосфатам (1000-1100  $\text{см}^{-1}$ ), так и к группам C-O [18], что хорошо согласуется с исследованиями, представленными в работе [1]. Полоса при 791  $\text{см}^{-1}$  может быть связана с валентными колебаниями  $\nu_s(\text{Al-O})$  глинистых примесных минералов, входящих в состав диатомита.

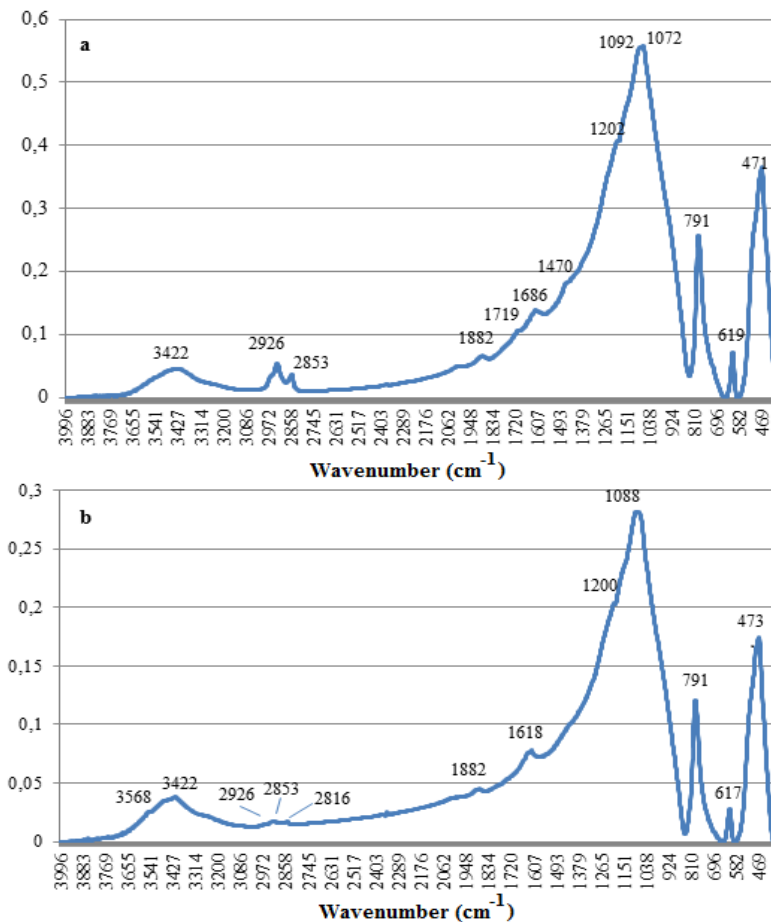


Рис. 1 - ИК-спектры углеродсодержащих адсорбционных материалов - ТКШ<sub>450</sub> (а) и ТКШ<sub>500</sub> (б)

Интенсивные полосы при 2926, 2853 см<sup>-1</sup>, что соответствует области (2850 – 3000 см<sup>-1</sup>), могут быть отнесены к валентным колебаниям, а полоса средней интенсивности при 1470 см<sup>-1</sup> - к деформационным колебаниям метиленовых групп и характеризуют наличие связи C<sub>sp3</sub>-H на углеродной поверхности ТМШ<sub>450</sub> [19]. С увеличением температуры обработки до 500°C их интенсивность снижается до нуля, что свидетельствует о выгорании поверхностных форм углерода, содержащих фрагменты С-Н.

Валентные колебания при  $1719\text{ см}^{-1}$  соответствуют карбонильной группе ( $\text{C}=\text{O}$ ) сложных эфиров или лактона, входящих в состав растительных восков и воскоподобных веществ, что обеспечивает ТМШ<sub>450</sub> высокую поверхностную гидрофобность – водопоглощение не превышает 2% (таблица 1). На рис. 2. хорошо видно, что при нанесении воды на поверхность уплотненного материала образуется сидячая капля, а нефть – хорошо впитывается.

Таблица 1 - Водопоглощение ТКШ, полученного при различных температурах

Параметр	Единица измерения	Температура модификации ОКШ, °С				
		исходный	450	500	550	600
Водопоглощение	г/г	0,7	2,0	12,2	21,6	24,2



Рис. 2 - Взаимодействие уплотненного слоя ТКШ<sub>450</sub> с нефтью (a) и водой (b)

Увеличение температуры модификации кизельгурового шлама до  $500^{\circ}\text{C}$  приводит к разрушению воскоподобных веществ, что отражается на ИК-спектре - валентные колебания в области  $1700\text{-}1750\text{ см}^{-1}$  не фиксируются и степень гидрофобности поверхности частиц ТМШ<sub>500</sub> снижается – водопоглощение составляет  $12,2\%$  (таблица 1).

Область ИК-спектра  $3100\text{-}3700\text{ см}^{-1}$ , характеризует валентные колебания различных типов гидроксильных групп, в том числе и в молекулах воды, адсорбированных на гидроксильных группах. Предположительно, полоса  $3422\text{ см}^{-1}$  может относиться как к  $\text{C-O-H}$  группам, так и к силанольным  $\text{Si-O-H}$  группам [20, 21], которые могут эффективно связывать тяжелые металлы по механизму ионного обмена [22].

Результаты по количественной оценке функциональных групп представлены в таблице 2.

Таблица 2- Содержание функциональных групп на поверхности ТКШ, полученных при различных температурах,  $\times 10^{-3}$  мг-экв/г

Температура обработки ОКШ, °С	Функциональные группы				
	Карбоксильные	Сумма карбоксильных и лактонных	Лактонные	Сумма карбоксильных, лактонный и гидроксильных	Гидроксильные
450	4,967	7,336	2,369	8,775	1,44
500	0,503	1,147	0,644	3,477	2,33

Малые концентрации функциональных групп характерны для активированных углей [14] и определяют сходство углеродной части сорбционных материалов, полученных при температурах 450 и 500 °С, с активированными углями.

Таким образом, проведенные исследования химического состава полученных углеродсодержащих материалов на основе отработанного кизельгурового шлама, свидетельствуют о наличии углерода и различных функциональных групп на поверхности частиц. Такие материалы, обладая адсорбционными центрами различной природы, будут проявлять активность по отношению как к полярным, так и неполярным веществам.

#### Библиографический список

1. Косулина, Т.П. Некоторые свойства и состав отходов масложировой промышленности стадии винтеризации растительного масла / Т. П. Косулина, О. С. Цокур, А. С. Левашов, Д. Ю. Лукина // Экологический вестник научных центров ЧЭС. - 2013. - № 4. - С. 67-75.
2. Нетреба, А.А. Использование электрофизических методов обработки подсолнечного масла в технологии вымораживания / А. А. Нетреба, Ф. Ф. Гладкий, Г. В. Садовничий, Т. Г. Шкаляр // Масложировой комплекс. - 2014. - № 2 (45). - С. 29-33.
3. Попова, Л.В. Модификация резин продуктами на основе отходов производства подсолнечного масла: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06. - Воронеж, 2010 – 224 с.
4. Попова, Л.В. Использование сопутствующих продуктов масложировой промышленности в рецептурах резиновых смесей / Л. В. Попова, О. В. Карманова, С. Г. Тихомиров, С. И. Корыстин // Каучук и резина. - 2008. - № 4. – С. 45-46.
5. Косулина, Т.П. Химический метод утилизации нефтешламов на основе отходов стадии винтеризации растительных масел / Т. П. Косулина, О. С. Цокур // Экология и промышленность России. - 2014. - № 9. – С. 10-13.



6. Никитина, А.Е. Перспективы утилизации крупнотоннажного отхода масложировой промышленности / А. Е. Никитина и др. // Актуальные вопросы охраны окружающей среды: сб. докл. всероссийской научно-техн. конф., г. Белгород, 17-19 сентяб. 2018 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – С. 27-34.

7. Старостина, И.В. Шламовый отход стадии винтеризации растительных масел – основные направления переработки и утилизации / И. В. Старостина, Е. В. Порожнюк, А. Е. Никитина, О. А. Плотникова, Е. К. Костина, К. А. Калашникова // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. научно-техн. конф., г. Алушта, 4-8 июня 2018 г. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – Ч. III. - С. 163-172.

8. Starostina, I. Efficient carbonaceous sorbent based on the waste sludge of oil extraction industry for purifying wastewater from petroleum products / I. Starostina, A. Nikitina, M. Kosukhin, Yu. Starostina // International Journal of Engineering and Technology (UAE). - 2018. - Vol. 7. - Is. 2. - Pp. 266-269.

9. Старостина, И.В. Отработанный кизельгуровый шлам масложирового производства – сырье для получения сорбционного материала /И. В. Старостина, С. В. Свергузова, Д. В. Столяров, Е. В. Порожнюк, И. Г. Шайхиев, Я. Н. Аничина// Вестник технологического университета. - 2017. – Т.20. - № 16. – С. 133-136.

10. Старостина, И.В. Влияние температуры модификации отработанного кизельгурового шлама на некоторые характеристики получаемого продукта /И. В. Старостина, А. Е. Никитина, Е. В. Порожнюк, Д. В. Столяров, А. А. Попова, О. А. Плотникова, Д. О. Половнева // Актуальные вопросы охраны окружающей среды: сб. докл. всероссийской научно-техн. конф., г. Белгород, 17-19 сентяб. 2018 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – С.75-79.

11. Бозм Х.П. Химическая идентификация поверхностных групп // Катализ. Стереохимия и механизмы органических реакций. – М.: Мир, 1968. – С.186-288.

12. Boehm, H.P. Chemical identification of surface groups/ H. P. Boehm // Advances in catalysis and related subjects. - 1966. - No 16. - Pp. 197-274.

13. Петренко, Д.Б. Модифицированный метод Бозма для определения гидроксильных групп в углеродных нанотрубках / Д. Б. Петренко // Вестник Московского государственного областного университета. - 2012. - № 1. - С. 157-160.

14. Коноваленко, Т.А. Исследование физико-химических закономерностей сорбции органических веществ и ионов металлов на углеродминеральных сорбентах, полученных из сапропелей: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04. - Омск, 2010. – 126 с.

15. Oickle, A. M. Standardization of the Boehm titration: Part II. Method of agitation, effect of filtering and dilute titrant / A. M. Oickle, S. L. Goertzen, K. R. Hopper // Carbon. - 2010. - V. 48. - Pp. 3313-3322.

16. Wang, Z. The surface acidity of acid oxidized multiwalled carbon nanotubes and the influence of in-situ generated fulvic acids on their stability in aqueous dispersions / Z. Wang, M. D. Shirley, S. T. Meikle et al // Carbon. - 2009. - Vol. 47. - Pp. 73-79.

17. Никифоров, Е.А. Учет особенностей структуры диатомита при производстве пеностеклокерамических теплоизоляционных изделий / Е. А. Никифоров, Ю. А. Убаськина, Г. К. Рябов, Е. Г. Фетухина // Региональная архитектура и строительство. - 2011. - № 1. - С. 60-64.

18. Накомото, К. ИК-спектры и КР спектры неорганических и координационных соединений / К. Накомото. – М.: Мир, 1991. – 536 с.

19. Тарасевич, Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений: справочные материалы / Б. Н. Тарасевич. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 55 с.

20. Айлер, Р. Химия кремнезема / Р. Айлер. – М.: Мир, 1982. – 1128 с.

21. Киселев, А.В. Инфракрасные спектры поверхностных соединений и адсорбированных веществ /А. В. Киселев, В. И. Лыгин. – М.: Наука, 1972. – 459 с.

22. Коваленко, Т.А. Углеродминеральный сорбент из сапропеля для комплексной очистки сточных вод/ Т. А. Коваленко, Л. Н. Авдеева // Химия в интересах устойчивого развития. - 2010. - № 18. - С. 189-195.

**УДК 541.185.65**

**Тарасова Г.И., д-р техн. наук, доц.**

**Дружченко А.Н., студ.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ПИГМЕНТЫ – НАПОЛНИТЕЛИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЛИЗНОГО ТМО<sub>300</sub>**

*Работа посвящена важной проблеме современности – проблеме переработки одного из видов крупнотоннажных промышленных отходов сахарной промышленности – транспортно-моечного осадка (ТМО). Данная проблема не нова, но, к сожалению, до настоящего времени не нашла своего кардинального решения.*

*В статье дано теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение принципиальной возможности получения рациональным экологическим способом пигментов – наполнителей в лакокрасочные материалы на основе термолитного при температуре 300°С ТМО.*

*Экспериментально найдены оптимальные составы пигментов различной цветовой гаммы с наилучшими показателями по маслосмолности и укрывистости.*

*Ключевые слова: отход ТМО, термолит, пигменты - наполнители, лакокрасочные материалы, дисперсность, маслосмолность, укрывистость, адгезия*

В России среди перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса наиболее материалоемкой является сахарная промышленность, в которой объем сырья и вспомогательных материалов, используемых в производстве, в несколько раз превышает

вывод готовой продукции. Она же является источником многотоннажных отходов производства и ценных вторичных ресурсов: сырой свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок, транспортно-мочный осадок (ТМО).

В настоящее время только небольшая часть ТМО используется для удобрения почв, что имеет ряд отрицательных эффектов, так как вещества, содержащиеся в ТМО, вызывают гниение сахарной свеклы.

Несмотря на более чем вековую историю сахарного производства, один из основных твердых отходов производства – ТМО, изучен недостаточно, а основным направлением его применения остается использование в качестве основного удобрения благодаря содержащимся в нем органическим и неорганическим веществам почвы, гумусу. Между тем, ТМО можно использовать после термической обработки в качестве пигментов-наполнителей лакокрасочных материалов (ЛКМ), а также в отделочных строительных материалах.

Проведенный патентный и литературный поиск показал, что в лакокрасочной промышленности широко используются черные пигменты на основе углеродистой сажи. По литературным данным [1] 6 % мирового объема промышленного производства углеродистой сажи (~ 4 млн т/год) используется в качестве черного пигмента для лаковых красок, типографских красок, пластмасс, бумаги и т.д.

Технология получения углеродистой сажи как наполнителя и пигмента ЛКМ сложная и дорогостоящая, поэтому за рубежом и в России в последние годы ведутся многочисленные работы по использованию отходов производства в качестве пигментов и наполнителей [2,3].

Анализ зарубежной и отечественной литературы показал отсутствие использования в качестве пигмента-наполнителя термолизного ТМО.

Целью работы явилось исследование возможности использования термолизного ТМО, отхода сахарной промышленности, в качестве пигмента-наполнителя в лакокрасочные изделия.

Задачами работы явились: разработка рецептур лакокрасочных материалов на основе термолизного при температуре 300°C ТМО и определение их основных характеристик.

Общий вид исходного ТМО представлен на рисунке 1.

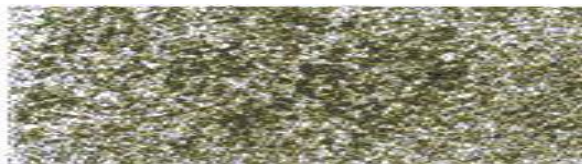


Рис. 1 - Общий вид исходного ТМО ( $T = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Результаты анализов состава ТМО представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика исходного ТМО

Наименование показателя	Значение показателя
Твердая фаза ( $\text{SiO}_2$ ), %	69
Массовая доля влаги, %	24
pH водной вытяжки	7,5-7,7
Органическое вещество	28,2
Зольность, %	71,8
Калий ( $\text{K}_2\text{O}$ ) общий	0,37
Фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) общий	0,41
Азот (N) общий	0,36

Физико-химические свойства исходного ТМО ( $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические свойства исходного ТМО

Наименование показателей и единицы измерения	Значение показателей
Гигроскопическая влага, %	6,3
Потери при нагревании, %	5,6
Водопоглощение, %	7,0
pH	7,7
Плотность, $\text{кг/м}^3$	2579

В результате термообработки оптимальный размер частиц уменьшается с 10 мкм до 2–5 мкм, т.е. получили тонкодисперсные частицы. Средний размер частиц определяли методом седиментации.

Сравнительные данные по физико-химическим свойствам известного пигмента – сажи печной и полученного нами ТМО<sub>300</sub> показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Сравнительные свойства черного пигмента и пигмента-наполнителя ТМО<sub>300</sub>

Показатели	Сажа печная (литературные данные)	ТМО <sub>300</sub>
Средний размер частиц, мкм	0,4–2	0,8–1
Удельная геометрическая поверхность (по средним размерам частиц), м <sup>2</sup> /г	10,7–20,2	20,0–40,0
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	100–500	1500–1650
рН водной вытяжки	4,5–8,5	6,5–7,5
Маслоемкость, мл/100г	40–80	30–34
Цвет	черный	черный
Отстой, % в олифе	50	0

Структура (рисунок 3) указывает на более или менее ярко выраженное агрегирование исходных частиц в виде коротких цепей или трехмерных структур.

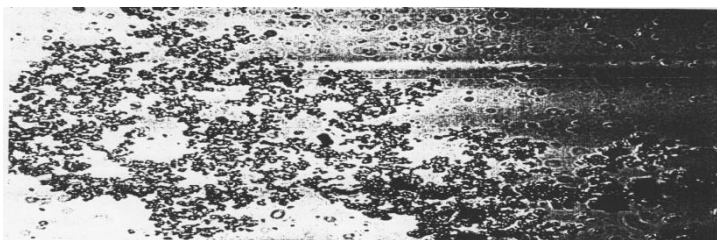


Рис.3 - Микрофотография термолизованного ТМО<sub>300</sub>  
(в сухом виде) \*1850

При составлении рецептур ЛКМ на основе олифы «Оксоль», кроме связывающей способности растворителя следует учитывать также стабильность краски, нетоксичность и цену. Для составления рецептур пигментных черных красок рекомендуется брать максимальное количество пигмента-наполнителя по отношению к пленкообразователю (маслу), при этом улучшается диспергирование пигмента (вальцевание).

В лабораторных условиях для составления ЛКМ нами была принята следующая методика диспергирования. При смешивании в фарфоровой ступке (растирании) определенного количества ТМО<sub>300</sub> с олифой «Оксоль» получили однородную смесь по цвету (черный). Затем добавляли при непрерывном помешивании олифу «Оксоль» до

образования текучей консистенции с условной вязкостью не менее 10 спз. Полученную краску с помощью кисти наносили на разные поверхности: дерево, стекло, бетон, кирпич и определили основной параметр краски – адгезию к различной к различной поверхности по ГОСТу 151 40–78 . Данные экспериментов приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Состав и свойства ЛКМ на основе ТМО<sub>300</sub>

Компоненты и показатели свойств	Состав, %			
	1	2	3	4
Олифа «Оксоль» 40 % + ТМО <sub>300</sub> 60 %	39,0	40	50	60
Олифа «Оксоль» 60 % + ТМО <sub>300</sub> 40 %	61,0	60	50	40
Укрывистость, г/м <sup>2</sup>	240	180	150	136
Адгезия, балл (стекло, бетон, кирпич, дерево) ГОСТ 151 40-78	1	1	1	1
Маслоемкость, М, г/100г	50,03	45,5	43,0	42,5
Атмосферостойкость ГОСТ 90 71-77	Отслоений нет			
Цвет	Черный			

Преимуществом предлагаемого черного пигмента-наполнителя на основе термолизного ТМО является то, что он получен из крупнотоннажного отхода сахарной промышленности и стоимость его значительно ниже, чем углеродистой сажи различных марок. Кроме того, использование ТМО<sub>300</sub> позволяет решить задачу утилизации отхода промышленности, и таким образом улучшить экологическую ситуацию в регионе.

#### Библиографический список

1. Беленький, Е.Ф., Химия и технология пигментов. / Беленький, Е.Ф., Рискин И.В. - Л.: Химия: Изд-во 4-е. пер. и доп. 1974. - 656 с.

## УДАЛЕНИЕ ХРОМА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Показана актуальность проблемы образования и очистки хромсодержащих сточных вод машиностроительных предприятий. Приведены результаты исследования процессов удаления хрома из модельных растворов с применением нанофильтрации и ионного обмена.*

*Ключевые слова: очистка сточных вод, хром, нанофильтрация, ионный обмен.*

Одним из основных источников загрязнения водоемов выступают недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий. Среди загрязнителей окружающей среды наиболее опасными являются ионы тяжелых металлов. Наибольший вклад в образование подобных стоков вносят гальванические участки машиностроительных предприятий. Вопрос очистки сбрасываемых сточных вод весьма актуален, поскольку накопление ионов тяжелых металлов в водоемах наносит серьезный вред их обитателям и вызывает затруднения в дальнейшем безопасном использовании водных объектов в хозяйственно-питьевых целях [1,2].

Технология нанесения гальванических покрытий широко применяется в различных областях индустрии. Данный вид обработки изделий отличается большим потреблением воды и образованием высокотоксичных сточных вод и твердых отходов. На сегодняшний день одним из наиболее популярных видов гальванических покрытий является хромирование. Образующиеся при этом сточные воды, попадая в водные объекты, крайне негативно влияют на живые организмы, а при поступлении через питьевую воду могут нанести серьезный вред здоровью людей. Даже при небольших концентрациях хромат-ионы обладают высокой аллергичностью, канцерогенностью, мутагенностью, способны оказывать резко выраженное токсическое действие [3,4].

В настоящее время существует множество методов, позволяющих удалить ионы хрома из отработанных вод.

К ним относятся:

– механическая очистка, позволяющая удалить нерастворимые соединения;

- реагентные методы, основанные на переводе соединений Cr(VI) в нерастворимую форму и дальнейшее их удаление;
- биохимическая очистка, основанная на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные загрязнения в качестве источника питания в процессе своей жизнедеятельности;
- физико-химические методы очистки, такие как мембранные и ионообменные методы.

Несмотря на то, что мембранные и ионообменные методы являются весьма перспективными, при их практическом использовании возникает ряд трудностей, снижающих их популярность среди проектных организаций и инжиниринговых компаний.

Мембранные методы (ММ) основаны на разделении компонентов раствора при его прохождении через селективный барьер – мембрану. Для очистки природных и сточных вод чаще используются баромембранные методы, сущность которых заключается в создании разности давления по обе стороны мембраны. Среди баромембранных методов в настоящее время распространение получили установки на основе обратного осмоса (ОО) и нанофильтрации (НФ) для доочистки природных вод, позволяющие получить фильтрат высокого качества. Однако использование баромембранных методов в сфере очистки сточных вод ограничивается их сложным составом и необходимостью предочистки [5, 6].

Ионный обмен представляет собой процесс обмена ионов между раствором и ионообменным материалом. Данный метод зачастую применяют в качестве заключительной стадии после реагентной очистки, с целью достижения норм ПДК. При этом его использование в качестве самостоятельного метода встречается довольно редко, что можно объяснить недостаточностью информации о конкретных условиях использования ионообменных загрузок и их регенерации [7, 8,9].

Для исследования процессов очистки от Cr(VI) использовались модельные растворы с концентрацией хромат-иона от 5 до 12 мг/л (ионный обмен) и от 50 до 100 мг/л (нанофильтрация). Все исследования проводились в лабораторных условиях, в качестве ионообменного материала использовался сильноокислый катионит Na-формы в виде полимерной матрицы полистирола, сшитого дивинилбензолом.

Удаление хрома из модельных растворов мембранным методом исследовалось на НФ мембранах из полиамида (мембраны Владипор типа ОПМН – П), при этом работа осуществлялась в режиме



рециркуляции, при котором часть концентрата после мембранной ячейки возвращалась в исходную емкость для обеспечения достаточной скорости над поверхностью мембраны. Некоторые результаты исследований представлены на рисунке 1.

Согласно экспериментальным данным, селективность очистки от соединений хрома, при исходной концентрации 50 и 100 мг/л, составила не менее 98 %. Хромат-ион в сточных водах при pH выше 3 находится в шестивалентной форме, и, зачастую, в соединении с кислородом образует соединение  $(Cr_2O_7)^{2-}$ . Данная форма Cr(VI) позволяет удалить его с высокой эффективностью при использовании НФ мембран, характеризующихся более высокой проницаемостью и меньшими рабочими давлениями по сравнению с ОО мембранами, которые чаще используются для удаления тяжелых металлов из растворов.

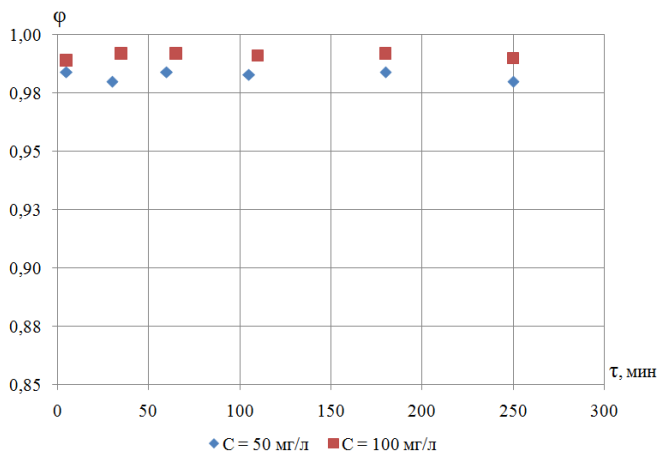


Рис. 1 – Зависимости селективности плоской НФ мембраны от времени фильтрования при различных концентрациях хрома

Как было отмечено выше, исследования ионного обмена проводились на меньших концентрациях, что было обусловлено низкой статической емкостью по хрому, которая не превышала 0,2 мг/г. При проведении исследований в динамических условия была установлена значительная зависимость эффективности очистки от pH раствора (рисунок 2), при этом максимальная эффективность не превышала 30% при pH 1,4.

Как показали исследования, в качестве основной стадии очистки сточных вод машиностроительных предприятий от Cr(VI), может быть использована нанофильтрация, позволяющая удалить значительную

его часть при рН исходной воды выше 3. При этом рациональное использование НФ для очистки сточных вод должно основываться на тщательном изучении их состава и выделении компонентов, негативно влияющих на основные характеристики мембран: проницаемость и селективность. Предварительная подготовка воды, в связи с этим, является одним из наиболее важных этапов.

Использование ионного обмена в данной области возможно только в качестве доочистки и при условии подкисления исходной воды.

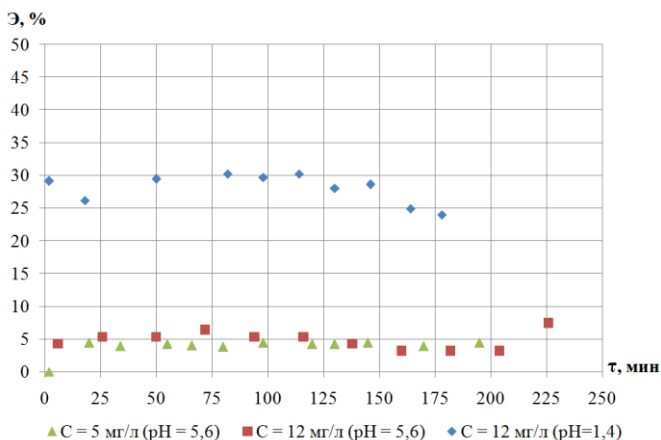


Рис. 2 – Зависимости эффективности извлечения (Э) ионов хрома из раствора  $\text{CrO}_3$  от времени фильтрации ( $\tau$ ) при различных концентрациях и рН

### Библиографический список

1. Алясова А.В., Влияние гальванического производства на окружающую среду. / Алясова А.В. // Успехи современного естествознания. - №7. – 2011. - С. 68-69.
2. Теплая Г.А Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). / Теплая Г.А // Астраханский вестник экологического образования. - № 1 (23). - 2013. - С. 182-192.
3. Золотых Я.Д., Влияние выбросов гальванического цеха на окружающую среду. / Золотых Я.Д., Молдаков А.К. // Безопасность городской среды. - 2018. - С. 236-239.
4. Павлов Д.В., Современная ресурсосберегающая система оборотного водоснабжения гальванического производства. / Павлов Д.В., Гогина Е.С. // Вестник МГСУ. - № 10. - 2013. - С. 175–183.
5. Baker R.W. Membrane Technology and Applications. / Baker R.W. - Wiley , 2004. - 552 p.
6. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах. / Филатова Е.Г. //

Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2015. - № 2 (13). - С. 97-109.

7. Галкина Ю.М., Перспективы ионообменной технологии очистки сточных вод гальванического производства. / Галкина Ю.М., Тарчигина Н.Ф. // Энергосбережение и водоподготовка. - №3. - 2008. - С. 25-27.

8. Субботин В.А., Реагентная очистка сточных вод от цинка и меди в присутствии солей аммония. Физико-химическая очистка и методы анализа промышленных сточных вод. / Субботин В.А., Кобякова Н.И. - Москва: ВНИИС, 1998. –240 с.

9. Волоцков Ф.П., Очистка и использование сточных вод гальванического производства. / Волоцков Ф.П. - Москва: Стройиздат, 1983. – 104с.

**УДК 628.31**

**Шайхиев И.Г.** д-р. техн. наук, доц.,  
**Нгуен Тхи Ким Тхоа,** асп.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

**Калиндеева И.А.,** ведущ. инж.  
(АО «Завод им. Горького» г. Зеленодольск, Россия)

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПИЛОК ДЕРЕВЬЕВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

*Проведен анализ литературных источников по использованию целлюлозосодержащих отходов деревопереработки и от переработки сельскохозяйственного сырья и в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред. Найдено, что опилки, образующиеся при переработке древесной биомассы, являются перспективными сорбционными материалами для удаления ионов тяжелых металлов из природных и сточных вод. Сделан вывод о целесообразности исследований по удалению ионов тяжелых металлов опилками сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и березы повислой (*Betula pendula*).*

*Ключевые слова: целлюлозосодержащие отходы деревопереработки, сельского хозяйства, сорбционные материалы, поллютанты, удаление.*

Адсорбционный метод очистки широко применяется в промышленном производстве и водоподготовке для удаления поллютантов различной природы из сточных и природных вод. Преимуществами адсорбционной очистки является возможность извлечения из водных сред загрязнителей любой концентрации, очистка до требований природоохранных и санитарно-гигиенических норм, простота процесса и оборудования и ряд других факторов.

Применяемые в промышленности активированные угли, как правило, имеют развитую поверхность с площадью более 500 м<sup>2</sup>/г и,

следовательно, обладают высокими адсорбционными характеристиками. Однако, активированным углям присущи и некоторые недостатки, такие как высокая стоимость и, в этой связи, необходимость регенерации, что существенно удорожает процессы водоподготовки и очистки сточных вод в промышленном производстве.

В настоящее время в мировом сообществе интенсивно развивается новое направление в практике очистки природных и сточных вод от поллютантов – использование в качестве сорбционных материалов природных минеральных соединений (ПМС) или же целлюлозо-, кератин- и танинсодержащих отходов промышленного и сельскохозяйственного производства.

Использование первых – ПМС характеризуется большими объемами и дешевизной, но, как правило, отличается малыми сорбционными показателями по отношению к загрязнителям. К тому же, возникает проблема утилизации насыщенного поллютантами сорбционного материала. Захоронение последних способствует отторжению больших площадей земельной поверхности.

Использование кератинсодержащих компонентов, как правило, животного происхождения (шерсть, рога, копыта, чешуя рыб) отличается высокими сорбционными характеристиками по отношению к ионам тяжелых металлов (ИТМ) и нефтепродуктам. Сдерживающим фактором широкого использования кератинсодержащих отходов является малый объем образования и проблемы при хранении.

Гораздо шире исследованы в качестве сорбционных материалов целлюлозосодержащие компоненты растительной биомассы, а также отходы от ее переработки. Особый интерес представляют отходы от переработки древесного сырья. В настоящее время в литературных источниках имеется несколько тысяч публикаций, посвященных использованию биомассы и отходов от переработки древесного сырья в качестве сорбционных материалов ИТМ, красителей, нефти и продуктов ее переработки и других поллютантов для очистки природных и сточных вод [1-12]. Положительным аспектом использования последних является многотоннажность образования и дешевизна. Также у целлюлозосодержащих отходов деревопереработки отрицательной чертой является проблема хранения последних, связанная с возможностью возгорания или загнивания.

Особую нишу в исследуемом вопросе занимают отходы переработки древесной биомассы. В процессе переработки древесины, более 50 % биомассы деревьев переходят в разряд отходов. К последним относятся сучья, щепы, стружка, кора, иголки и листья,

шишки, опилки и другие компоненты. Особую позицию составляют опилки, образующиеся при пилке древесной биомассы.

К наиболее значимым поллютантам, попадающим в природные воды в составе недостаточно очищенных сточных вод, относятся ионы тяжелых металлов. Попадание последних в природные водоемы приводит к угнетению, деградации и смерти гидробионтов. Поэтому вопросы извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод с достижением норм для водоотведения являются весьма актуальными.

В мировой литературе имеется некоторое количество публикаций, посвященных изучению процессов адсорбции ионов тяжелых металлов опилками деревьев различных пород. В частности, указывается на удаление ионов  $\text{Cu}^{2+}$  опилками азадирахты индийской (*Azadirachta indica*) [17], манго (*Mangifera indica*) [18], мансонии (*Mansonia altissima*) [19], дуба черешчатого (*Quercus robur*) [20-22], тополя (*Populus alba*) [21], ивы белой (*Salix alba*) [22] и других пород деревьев. Имеются публикации по извлечению ионов  $\text{Ni}^{2+}$  опилками сосны черной (*Pinus nigra*) [23], палисандра (*Dalbergia sissoo*) [24], акации ушковидной (*Acacia auriculiformis*) [25] и других видов деревьев. Ионы  $\text{Cr}^{6+}$  сорбировались на поверхности опилок азадирахты индийской (*Azadirachta indica*) [26], бука восточного (*Fagus orientalis* L.) [27] и других деревьев. Опилки осины обыкновенной (*Populus tremula*), ивы белой (*Salix alba*), ели обыкновенной (*Picea abies*), дуба черешчатого (*Quercus robur*) и робинии ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia*) исследовались в качестве СМ для извлечения из водных растворов ионов  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  (табл. 1) [28].

Таблица 1 - Эффективность удаления ионов тяжелых металлов опилками деревьев различных видов [28]

Опилки деревьев вида	Эффективность удаления ионов тяжелых металлов, %			
	Cu(II)	Zn(II)	Ni(II)	Cd(II)
<i>Populus tremula</i>	22.0	5.1	14.0	2.8
<i>Salix alba</i>	21.6	5.9	10.2	3.5
<i>Picea abies</i>	23.6	6.1	6.5	3.0
<i>Quercus robur</i>	32.7	24.3	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	28.2	16.5	–	–

Как следует из приведенных в таблице 1 данных, эффективность удаления ионов тяжелых металлов опилками названных пород деревьев низка, что предполагает их модификацию различными способами.

Наиболее распространенными в Российской Федерации среди деревьев являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и береза повислая (*Betula pendula*). При распиловке последних образуется большое количество опилок, которые необходимо утилизировать. Публикаций по использованию опилок названных деревьев в качестве сорбционных материалов ионов тяжелых металлов в мировой литературе относительно мало, что делает данное направление исследований актуальным.

В связи с вышеизложенным, на кафедре Инженерной экологии Казанского национального исследовательского технологического университета начались работы по исследованию опилок названных пород деревьев в качестве сорбционных материалов для извлечения ионов металлов из сточных вод гальванических производств, как в нативной форме, так и после модификации химическими и физико-химическими методами.

#### **Библиографический список**

1. Шайхиев И.Г. Использование отходов деревопереработки в качестве реагентов для очистки сточных вод / И.Г. Шайхиев // Все материалы. Энциклопедический справочник. - 2008.-№ 12. - С. 29-42.
2. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 1. Сосновые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 4. – С. 127-141.
3. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 2. Еловые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 5. – С. 161-165.
4. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 3. Пихтовые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 6. – С. 160-164.
5. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 4. Лиственничные / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 11. – С. 199-202.
6. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 5. Кедровые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 16. – С. 177-179.
7. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 6. Кипарисовые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 22. – С. 162-167.

8. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 7. Псевдотсуговые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 2. – С. 165-167.
9. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 8. Араукариевые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 10. – С. 152-154.
10. Alekseeva A. The use of leaves of different tree species as a sorption material for extraction of heavy metal ions from aqueous media / A. Alekseeva, D. Fazullin, D. Kharlyamov, G. Mavrin and ets // International Journal of Pharmacy & Technology. – 2016. - Vol. 8. - No. 2. – P. 14375-14391.
11. Bulgariu L. The utilization of leaf-based adsorbents for dyes removal: A review / L. Bulgariu, L.B. Escudero, O.S. Bello, M. Iqbal and ets. // Journal of Molecular Liquid. – 2019. – vol. 276. – P. 728–747.
12. Saka C. Applications on agricultural and forest waste adsorbents for the removal of lead (II) from contaminated waters / C. Saka, O. Sahin, M.M. Kucuk // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2012. – vol. 9. – P. 379–394.
13. Dawood S. Review on dye removal from its aqueous solution into alternative cost effective and non-conventional adsorbents / S. Dawood, T.K. Sen // Journal of Chemical and Process Engineering. – 2014. – vol. 1. – P. 1-11.
14. Sulyman M. Low-cost Adsorbents Derived from Agricultural By-products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater: A Review / M. Sulyman, J. Namiesnik, A. Gierak // Polish Journal of Environmental Studies. – 2017. - Vol. 26. - № 2. – P. 479-510.
15. Sen A. Heavy metals removal in aqueous environments using bark as a biosorbent / A. Sen, H. Pereira, M.A. Olivella, I. Villaescusa // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2015. – vol. 12. – P. 391–404.
16. Malik D.S. Removal of heavy metals from emerging cellulosic low-cost adsorbents: a review / D.S. Malik, C.K. Jain, A.K. Yadav // Applied Water Science. – 2017. – vol. 7. – P. 2113–2136.
17. Rao P.S. Comparative sorption of copper and nickel from aqueous solutions by natural neem (*Azadirachta indica*) sawdust and acid treated sawdust / K.V. N.Suresh Reddy, S. Kalyani, A. Krishnaiah // Wood Science and Technology. – 2007. – vol. 41. – P. 427-442.
18. Ajmal M. Role of sawdust in the removal of copper(II) from industrial wastes / M. Ajmal, A. H. Khan, S. Ahmad, A. Ahmad // Water Research. – 1998. – vol 32 - № 10. – P. 3085-3091.
19. Ofomaja A.E. Competitive modeling for the biosorptive removal of copper and lead ions from aqueous solution by *Mansonia* wood sawdust / A.E. Ofomaja, E.I. Unuabonah, N.A. Oladoja // Bioresource Technology. – 2010. – vol. 101. – P. 3844-3852.
20. D. Lucaci, Wood waste for Cu<sup>2+</sup> removal from wastewater. A Comparative study, / D. Lucaci, M. Visa, A. Duta // Environmental Engineering & Management Journal. - 10, 2. – 2011. – P. 169-174.

21. D. Lucaci, Adsorption of  $\text{Cu}^{2+}$  on white poplar and oak sawdust. / D. Lucaci, A. Duta, // Environmental Engineering & Management Journal. - 8, 4. – 2009. - 871-876.
22. D. Lucaci, Comparative adsorption of copper, on oak, poplar and willow sawdust / D. Lucaci, A. Duta, // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. - Series I, 2, 51. – 2009. - 143-150.
23. Argun M.E. Nickel adsorption on the modified pine tree materials / M.E. Argun, S. Dursun, K. Gur. C. Ozdemir and ets. // Environmental Technology. – 2005. - Vol. 26. – P. 479-487.
24. Rehman H. Sorption Studies of Nickel Ions onto Sawdust of Dalbergia sissoo / H. Rehman, M. Shakirullah, I. Ahmad, S. Shah, Hameedullah // Journal of the Chinese Chemical Society. – 2006. – vol. 53. - 1045-1052.
25. Denisova T.R. Investigation of nikel ions adsorption by Acacia auriculiformis components / T.R. Denisova, I.Ya. Sippel, Kim Thi Thoa Nguyen, R.Z. Galimova, I.G. Shaikhiev / International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – vol. 12. - № 4. – P. S895-S899.
24. Shukla S.S. Removal of nickel from aqueous solutions by sawdust / S.S. Shukla, L.J. Yu, K.L. Dorris, A. Shukla // Journal of Hazardous Materials. – 2005. – vol. B121. – P. 241-246.
26. Vinodhini V. Packed bed column studies on Cr (VI) removal from tannery wastewater by neem sawdust / V. Vinodhini, N. Das // Desalination. – 2010. – vol. 264. – P. 9-14.
27. F.N. Acar. The removal of chromium(VI) from aqueous solutions by Fagus orientalis L. / F.N. Acar, E. Malkoc // Bioresource Technology. – 2004. – vol. 94 – P. 13-15.
28. Љџибан М. Wood sawdust and wood originate materials as adsorbents for heavy metal ions / М. Љџибан, М. Клаљња // Holz als Roh- und Werkstoff. – 2004. – vol. 62. – № 1. – P.69-73.

### УДК 628.3

**Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,**

*(КНИТУ, г. Казань, Россия)*

**Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАНИНСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ БИОМАССЫ *QUERCUS ROBUR* ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД ОТ ПОЛЛЮТАНТОВ**

*Оценка возможности использования для очистки водных сред отходов древесной биомассы. Большое количество танинов содержится в компонентах деревьев рода Дубы (Quercus). Наличие большого количества – ОН групп в танинах в составе дуб желудей, как можно ожидать, будет способствовать высоким сорбционным характеристикам по отношению к ионам тяжелых металлов.*



*Ключевые слова: сорбционные материалы, очистка сточных вод, тяжелые металлы, танины.*

В настоящее время в мировом научном и промышленном сообществе интенсивно развивается новое инновационное направление в области охраны окружающей среды, так называемая «зеленая химия», которое предполагает любое усовершенствование химических процессов, которые положительно влияют на окружающую среду. Таковым, в частности, является использование в качестве реагентов, применяющихся в процессах очистки водных сред и воздушных потоков от загрязняющих веществ природной биомассы деревьев, кустарников и растений, а также отходов от их переработки.

В мировой литературе имеется значительное количество обзорных публикаций, посвященных использованию в качестве реагентов для очистки природных и сточных вод от загрязняющих веществ биомассы и отходов от переработки сельскохозяйственного сырья [1-5] и древесной биомассы [6-18].

Анализ литературных источников показал, что компоненты и отходы древесной биомассы, имеющие в своем составе танины, имеют большие адсорбционные показатели по сравнению с биомассой деревьев, у которых таковые отсутствуют или присутствуют в небольших количествах [19].

Танины - группа фенольных соединений растительного происхождения, содержащих большое количество –ОН групп. Танины обладают дубильными свойствами и характерным вяжущим вкусом. Дубящее действие танинов основано на их способности образовывать прочные связи с белками, полисахаридами и другими биополимерами. С ионами металлов танины образуют, как правило, нерастворимые в воде соединения [20].

В литературных источниках имеются обзорные статьи по удалению поллютантов из водных сред танинсодержащей биомассой и отходами деревьев и кустарников частности, родов *Camelia* [21], *Acacia* [22, 23], *Coffea* [24], *Picea* [12], *Larix* [14] и другие.

Большое количество танинов содержится в компонентах деревьев рода Дубы (*Quercus*). Использование компонентов последних, в основном, листья, опилки коры и древесины для извлечения поллютантов из водных сред описано в работе [25].

Авторы данной публикации обратили внимание на наличие большого количества желудей в районе произрастания дуба черешчатого (*Quercus robur*).

Жёлудь - сухой односемянный синкарпный нижний плод с жестким кожистым околоплодником, частично или полностью заключённый в плюске. Предполагают, что плюска образуется из сросшихся осей и прицветников редуцированного соцветия. У дуба в плюске только один желудь (рисунок 1) [26].

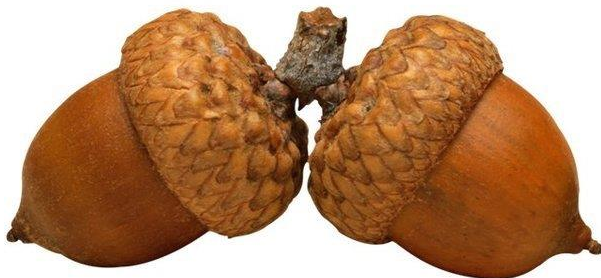


Рис. 1 – внешний вид желудей дуба [26].

Определено количество танинов в желудях различных видов, произрастающих в Польше. Выявлено, что содержание танинов в желудях дуба черешчатого (*Quercus robur*) доходит до 5,7 %, дуба скального (*Quercus petraea*) – до 4,75 %, дуба красного (*Quercus rubra*) – до 4,26 % на сухую биомассу [27]. Соответственно, большое содержание танинов предполагает использование биомассы желудей в качестве источника питания сельскохозяйственных животных (в основном свиней) и человека, в качестве источника дубильных веществ при выделке кожи, для производства биодизеля [28] и др.

Наличие большого количества –ОН групп в танинах в составе дуб желудей, как можно ожидать, будет способствовать высоким сорбционным характеристикам по отношению к ионам тяжелых металлов. В частности, исследовалась адсорбция ионов  $\text{Cr}^{6+}$  отходами от переработки желудей дуба таворского (*Quercus ithaburensis*) [29] в статических условиях. Определено, что максимальная сорбция происходит при  $\text{pH} = 2,0$ . Было установлено, что максимальная адсорбционная емкость составляет 31,48 мг/г при начальном содержании ионов  $\text{Cr}^{6+}$  в растворе 400 мг/дм<sup>3</sup> при 25 °С. Определено, что изотермы сорбции при различных температурах наиболее

адекватно описываются моделями Фрейнлиха и Ленгмюра, а кинетика сорбции описывается моделью псевдо-второго порядка[29].

Также исследована адсорбция ионов  $\text{Cr}^{6+}$  оболочками желудей дуба черешчатого (*Quercus robur*) [30]. Определено, что максимальная адсорбционная емкость составляет 47,39 мг/г при  $\text{pH} = 7$ , дозировке адсорбционного материала 5 г/дм<sup>3</sup> при начальной концентрации ионов хрома 250 мг/дм<sup>3</sup> при 24 °С. Найдено, что изотерма адсорбции при названной температуре наиболее адекватно описывается моделью Ленгмюра ( $R^2 = 0,99$ ), а кинетика сорбции описывается моделью псевдо-второго порядка ( $R^2 = 0,99$ ).

Исследована сорбция ионов  $\text{Cr}^{6+}$  кожурой желудей дуба гиацинтового (*Quercus crassipes*) [31] в статических условиях. Определено, что с понижением значений  $\text{pH}$ , эффективность извлечения ионов хрома увеличивается. Наличие двухвалентных анионов, таких как  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , снижает адсорбционные характеристики, в то время как наличие одновалентных катионов ( $\text{Cl}^-$ ) несущественно влияет на адсорбционный процесс.

В динамических условиях изучалась адсорбция ионов  $\text{Cr}^{6+}$  в концентрации 50-200 мг/дм<sup>3</sup> околоплодниками желудей дуба таворского (*Quercus ithaburensis*) [32, 33]. Определено, что при начальной концентрации ионов  $\text{Cr}^{6+}$  100 мг/дм<sup>3</sup>, высоте слоя адсорбционного материала с размерами 1-3 мм 10 см (10 гр) и при прохождении потока жидкости объемом 10 см<sup>3</sup>/мин, наибольшая степень поглощения названных ионов наблюдается при  $\text{pH} = 2$ . Увеличение  $\text{pH}$  водной среды способствует снижению эффективности удаления поллютанта.

Измельченная биомасса плюски желудей использовалась в качестве адсорбционного материала для извлечения ионов  $\text{Cr}^{6+}$  и красителей марок «Basic Red 18» и «Acid Red 111» [34]. Исследуемый адсорбционный материал предварительно обрабатывался 1 М раствором  $\text{HNO}_3$  в течение 24 ч. Отмечено, что изотермы адсорбции адекватно описываются уравнением Ленгмюра при различных значениях  $\text{pH}$  среды. Значения максимальной сорбционной емкости, вычисленные из уравнений Ленгмюра, составили 156,2, 7,99 и 6,54 мг/г для Basic Red 18, Acid Red 111 и ионов  $\text{Cr}^{6+}$ , соответственно.

Модифицированные околоплодники плодов желудя скального дуба (*Quercus petraea*) исследовались в качестве адсорбционного материала для извлечения красителя «Methylene blue» из модельных растворов [35]. Найдено, что обработка адсорбционного материала формальдегидом позволяет достичь адсорбционной емкости по

названному красителю ~ 100 мг/г, воздействие плазмы позволяет увеличить искомый показатель на 30 мг/г.

Как следует из приведенных выше данных, желуди, включая околоплодники и плюски, исследовались в качестве адсорбционного материала только ионов  $\text{Cr}^{6+}$  и некоторых красителей. Данное обстоятельство, учитывая наличие в желудях дуба черешчатого большого количества танинов, является предпосылкой к проведению исследований по использованию их биомассы в качестве адсорбционного материала для извлечения, в частности, ионов тяжелых металлов из модельных и сточных вод.

### **Библиографический список**

1. Varghese A.G. Remediation of heavy metals and dyes from wastewater using cellulose-based adsorbents / A.G. Varghese, S.A. Paul, M.S. Latha // *Environmental Chemistry Letters*. - 2019. - vol. 17. - P. 867-877.
2. Mo J. A review on agro-industrial waste (AIW) derived adsorbents for water and wastewater treatment / J. Mo, Q. Yang, N. Zhang, W. Zhang and ets. // *Journal of Environmental Management*. - 2018. - vol. 227. - P. 395-405.
3. Singh N.B. Water purification by using adsorbents: A review / N.B. Singh, G. Nagpal, S. Agrawal, Rachna // *Environmental Technology & Innovation*. - 2018. - vol. 11. - P. 187-240.
4. Zhou Y. Recent advances for dyes removal using novel adsorbents: A review / Y. Zhou, J. Lu, Y. Zhou, Y. Liu // *Environmental Pollution*. - 2019. - vol. 252. - P. 352-365.
5. Afroze S. A Review on heavy metal ions and dye adsorption from water by agricultural solid waste adsorbents / S. Afroze, T.K. Sen // *Water Air Soil Pollution*. - 2018. - vol. – 229. - № 225. - 50 p.
6. Шайхиев И.Г. Использование отходов деревопереработки в качестве реагентов для очистки сточных вод / И.Г. Шайхиев // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. - 2008. - № 12. - С. 29-42.
7. Денисова Т.Р. Использование компонентов листовных деревьев средней полосы России в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред. Обзор литературы / Т.Р. Денисова, И.Г. Шайхиев // *Вестник технологического университета*. – 2017. – т. 20. - № 24. – С. 145-158.
8. Abdolali A. Typical lignocellulosic wastes and by-products for biosorption process in water and wastewater treatment: A critical review / A. Abdolali, W.S. Guo, H.H. Ngo, S.S.Chen and ets. // *Bioresource Technology*. – 2014. – vol. 160. – P. 57-66.
9. Ahmad T. Oil palm biomass-based adsorbents for the removal of water pollutants - A review / T. Ahmad, M. Rafatullah, A. Ghazali, O. Sulaiman and ets. // *Journal of Environmental Science and Health, Part C. Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*. – 2011. – vol. 29. - № 3. – P. 177-222.

10. Ahmad T. The use of date palm as a potential adsorbent for wastewater treatment: a review / T. Ahmad, M. Danish, M. Rafatullah, A. Ghazali and ets. // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2012. – vol. 19. – P. 1464-1484.
11. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 1. Сосновые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 4. – С. 127-141.
12. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 2. Еловые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 5. – С. 161-165.
13. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 3. Пихтовые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 6. – С. 160-164.
14. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 4. Лиственничные / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 11. – С. 199-202.
15. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 5. Кедровые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 16. – С. 177-179.
16. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 6. Кипарисовые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 22. – С. 162-167.
17. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 7. Псевдотсуговые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2017. – т. 20. - № 2. – С. 165-167.
18. Шайхиев И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 8. Араукариевые / И.Г. Шайхиев, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2017. – т. 20. - № 10. – С. 152-154.
19. Bacelo H.A.M. Tannin-based biosorbents for environmental applications – A review / H.A.M. Bacelo, S.C.R. Santos, C.M.S. Botelho // *Chemical Engineering Journal*. – 2016. – vol. 303. – P. 575-587.
20. Танины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/tanins>
21. Wasewar K.L. Adsorption of metals onto tea factory waste: a review / K.L. Wasewar // *International Journal of Research Review. Applied Science*. – 2010. – vol. 3. - № 3. – P. 303-322.
22. Шайхиев И.Г. Использование компонентов деревьев рода *Asacia* для удаления поллютантов из природных и сточных вод. 1. Ионы тяжелых

металлов / И.Г. Шайхиев, Нгуен Тхи Ким Тхоа, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 3. – С. 171-179.

23. Шайхиев И.Г. Использование компонентов деревьев рода *Asacia* для удаления поллютантов из природных и сточных вод. 2. Органические соединения/ И.Г. Шайхиев, Нгуен Тхи Ким Тхоа, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 11. – С. 153-155.

24. Anastopoulos I. A review for coffee adsorbents / I. Anastopoulos, M. Karamesouti, A.C. Mitropoulos, G.Z. Kyzas // *Journal of Molecular Liquids*. – 2017. – vol. 229. – P. 555-565.

25. Шайхиев И.Г. Использование компонентов деревьев рода *Quercus* в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из воды. Обзор литературы / И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 5. – С. 151-160.

26. Желудь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/acorn>

27. Luczaj L. Tannin content in acorns (*Quercus* spp.) from Poland / L. Luczaj, A. Adamczak, M. Duda // *Dendrobiology*. – 2014. - vol. 72. – 103-111.

28. Karabas H. Biodiesel production from crude acorn (*Quercus frainetto* L.) kernel oil: An optimisation process using the Taguchi method / H. Karabas // *Renewable Energy*. – 2013. – vol. 53. – P. 384-388.

29. Malkoc E. Determination of kinetic and equilibrium parameters of the batch adsorption of Cr(VI) onto waste acorn of *Quercus ithaburensis* / E. Malkoc, Y. Nuhoglu // *Chemical Engineering and Processing*. – 2007. – vol. 46. – P. 1020-1029.

30. Kuppusamy S. Oak (*Quercus robur*) acorn peel as a low-cost adsorbent for hexavalent chromium removal from aquatic ecosystems and industrial effluents / S. Kuppusamy, P. Thavamani, M. Megharaj, K. Venkateswarlu and ets. // *Water Air Soil Pollution*. – 2016 – vol. 227. -№ 62. - 11 p.

31. Aranda-García E. Effect of pH, ionic strength, and background electrolytes on Cr(VI) and total chromium removal by acorn shell of *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. / E. Aranda-García, L. Morales-Barrera, G. Pineda-Camacho, E. Cristiani-Urbina // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2014 – vol. 186. - № 10. – P. 6207-6221.

32. Malkoc E. Cr(VI) adsorption by waste acorn of *Quercus ithaburensis* in fixed beds: Prediction of breakthrough curves / E. Malkoc, Y. Nuhoglu, Y. Abali // *Chemical Engineering Journal*. - 2006. – vol. 119. – P. 61-68.

33. Malkoc E. Palamut mesesi (*Quercus ithaburensis*) atagi ile sabit yataklı kolonda Cr(VI) biyosorpsiyonu / E. Malkoc, Y. Nuhoglu // *Deu muhendislik fakultesi fen ve muhendislik dergisi*. 2006 – vol. 8. - № 2. – P. 31-45.

34. Berraksu N. Use of forestry wastes for biosorption of dyes and Cr (VI) / N. Berraksu, E.M. Ayan, J. Yanik // *Journal of Chemistry*. – 2013. - Article ID 427586. - 10 p.

35. Saka C. Removal of Methylene blue from aqueous solutions by using cold plasma, microwave radiation and formaldehyde treated acorn shell / C. Saka, Ö. Şahin, H. Adsoy, Ş.M. Akyel // *Separation Science and Technology*. – 2012. – vol. 47. - № 10. – 1542-1551.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕЛИ АДсорБЦИИ ИОНОВ Ni(II) ОБОЛОЧКАМИ СТРУЧКОВ ФАСОЛИ

*Исследовалась адсорбция ионов Ni(II) измельченными оболочками стручков фасоли (*Phaseolus vulgaris*) в статических условиях. Построена изотерма адсорбции ионов Ni(II) оболочками стручков фасоли и обчислена с использованием моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина-Радушкевича и Темкина. Определено, что изотерма адсорбции наиболее точно описывается моделью Ленгмюра, а сам процесс адсорбции имеет физическую природу.*

*Ключевые слова:* ионы Ni(II), оболочки стручков фасоли, изотерма адсорбции, модели адсорбции.

Отходы от переработки сельскохозяйственного сырья широко исследовались в качестве сорбционных материалов (СМ) различных поллютантов, в том числе и ионов тяжелых металлов (ИТМ) из водных сред [1-6].

Одними из значимых поллютантов в составе сточных вод гальванических и других производств являются ионы Ni<sup>2+</sup>. Попадание последних в природные воды, а затем в питьевую воду, оказывает специфическое действие на сердечнососудистую систему, нарушает процессы кроветворения, углеводный и белковый обмены, деятельность центральной нервной системы, вызывает дистрофические изменения в печени и селезенке человека. Никель принадлежит к числу канцерогенных элементов.

В связи с вышеизложенным, представляло интерес исследовать адсорбцию ионов Ni<sup>2+</sup> сельскохозяйственными отходами. Ранее показана возможность извлечения ионов Ni<sup>2+</sup> из водных сред отходами от переработки овса [7], ячменя [8], пшеницы [9, 10], риса [11, 12] и др. В настоящем сообщении определялся механизм адсорбции ионов Ni<sup>2+</sup> на биомассе высушенных и измельченных оболочек стручков фасоли (*Phaseolus vulgaris*).

Первоначально строилась изотерма адсорбции, которая приведена на рисунке 1.

Из изотермы адсорбции очевидно, что максимальная сорбционная емкость шелухи стручков фасоли по исследуемым ионам относительно невелика: и составляет 18 мг/г (0,3 ммоль/г).

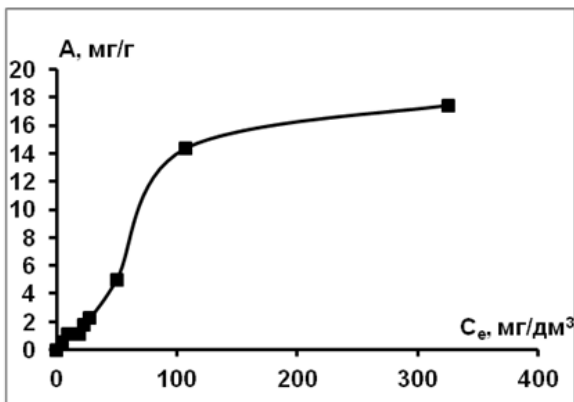


Рис 1. - Изотерма адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли

Очевидно, что изотермы адсорбции относятся к изотермам I типа по классификации Брунауэра, Деминга, Деминга и Теллера (БДДТ) или L-типу, согласно классификации Гильса и описывают мономолекулярную адсорбцию ионов на опилках фасоли.

Для определения механизма процесса адсорбции, полученные изотермы обрабатывались с помощью моделей адсорбции – Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина-Радушкевича и Темкина, согласно уравнений 1-4:

$$\text{Ленгмюра} \quad \frac{1}{A} = \frac{1}{A_{\infty}} + \frac{1}{K_L \cdot A_{\infty} \cdot C_e} \quad 1$$

$$\text{Фрейндлиха} \quad \log A = \log K_F + n \log C_e \quad 2$$

$$\text{Дубинина-Радушкевича} \quad \ln A = \ln A_{\infty} - \left(\frac{R \cdot T}{E}\right)^2 \cdot \left(\ln \frac{C_s}{C_e}\right)^2 \quad 3$$

$$\text{Темкина} \quad A = \frac{R \cdot T}{b_{TE}} \cdot \ln a_{TE} + \frac{R \cdot T}{b_{TE}} \cdot \ln C_e \quad 4$$

Результаты обработки изотерм адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли в рамках вышеназванных моделей представлены на рисунках 2-5, соответственно.



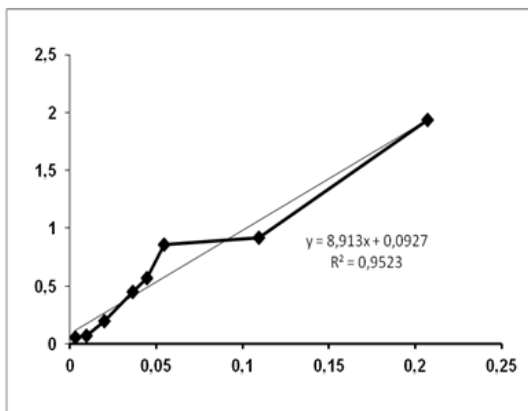


Рис. 2 – График зависимости в координатах  $1/A = f(1/C_e)$  процесса адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли

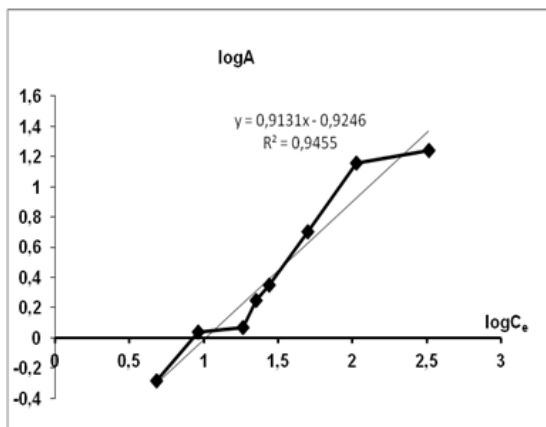


Рис. 3 – График зависимости в координатах  $\log A = f(\log C_e)$  процесса адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли

Критерием соответствия изотермы адсорбции той или иной модели является коэффициент аппроксимации ( $R^2$ ). Если значение  $R^2 = 1$ , то данное обстоятельство означает, что наблюдается полное соответствие процесса данной модели адсорбции. Чем ближе значение коэффициента аппроксимации к единице, тем лучше данная модель описывает исследуемый процесс.

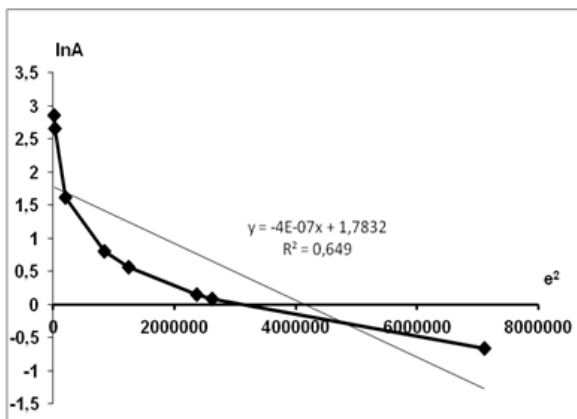


Рис. 4 – График зависимости в координатах  $\ln A = f(e^2)$  процесса адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли

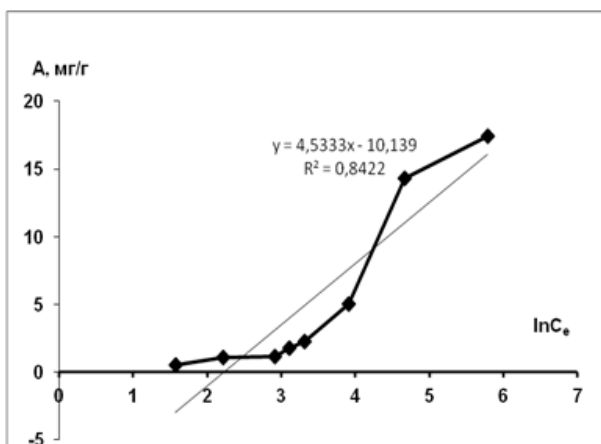


Рис. 5 – График зависимости в координатах  $A = f(\ln C_e)$  процесса адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  оболочками стручков фасоли

Как следует из приведенных данных, процесс адсорбции ионов  $Ni^{2+}$  и нативной шелухой фасоли наиболее точно описывается моделью Ленгмюра ( $R^2 = 0,952$ ), т.е. процесс адсорбция происходит на поверхности твердого тела, которое состоит из элементарных участков, каждый из которых может адсорбировать только одну

молекулу сорбата, независимо от того, заняты соседние участки или нет [13].

### Библиографический список

1. Шайхиев И.Г. Использование растительных сельскохозяйственных отходов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. ч. I. / И.Г. Шайхиев // Все материалы. Энциклопедический справочник. - 2010. – № 3. – С. 15-25.
2. Шайхиев И.Г. Использование растительных сельскохозяйственных отходов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. ч. II. / И.Г. Шайхиев // Все материалы. Энциклопедический справочник. - 2010. – № 4. – С. 30-40.
3. Afroze S. A Review on heavy metal ions and dye adsorption from water by agricultural solid waste adsorbents / S. Afroze, T.K. Sen // Water Air Soil Pollution. - 2018. - Vol. 229: 225. 50 p.
4. Dai Y. Utilizations of agricultural waste as adsorbent for the removal of contaminants: A review / Y. Dai, Q. Sun, W. Wang, L. Lu and ets. // Chemosphere. - 2018. - Vol. 211. - P. 235-253.
5. Acharya J. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified agricultural waste material as potential adsorbent - A review / J. Acharya, U. Kumar, P.M. Rafi // International Journal of Current Engineering and Technology. - 2018. -Vol. 8. - No. 3. - P. 526-530.
6. Шайхиев И.Г. Использование отходов сельского хозяйства для очистки сточных вод гальванических производств / И.Г. Шайхиев // Вестник машиностроения. - 2006. - № 4.- С. 73-77.
7. Шайхиев И.Г. Использование отходов от переработки биомассы овса в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред (обзор литературы). / И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, А.С. Гречина, К.И. Шайхиева. // Экономика строительства и природопользования. - 2018. - № 2(67). - С. 51-60.
8. Шайхиев И.Г. Использование отходов от переработки ячменя в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред (обзор литературы). / И.Г. Шайхиев, О.А. Гальблауб, А.С. Гречина. // Вестник технологического университета. - 2017. - т. 20. - № 23. - С. 110-117.
9. Степанова С.В. Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы / С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова // Вестник Белгородского технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. - № 6. – С. 183-186.
10. Степанова С.В. Отходы переработки зерновых культур в качестве сорбционных материалов ионов никеля / С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 1. – С. 181-183.
11. Bansal M. Use of Agricultural waste for the removal of nickel ions from aqueous solutions: equilibrium and kinetics studies / M. Bansal, D. Singh, V.K. Garg, P. Rose // International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and

Architectural Engineering. – 2009. – Vol. 3. - № 3. - P. 174-180.

12. Farhan A.T.A. Kinetics study of nickel (II) ions sorption by thermally treated rice husk / A.T.A. Farhan, K.K. Ong, W.M.Z. Wan Yunus, M.L. Jabit and ets. // Nature Environment and Pollution Technology. – 2017. – vol. 16. - № 3. – P. 889-892.

13. Галимова Р.З. Обработка результатов исследования процесса адсорбции с использованием программного обеспечения Microsoft Excel: учебное пособие / Р.З. Галимова, И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова // Издательство БГТУ. - 2017. – 60 с.

УДК 66.022.55

666-492

Шаповалов В.А. маг.,

Шкарпеткин Е.А. канд. техн. наук, доц.

(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГРНАУЛИРОВАНИЯ\*

*В данной статье был рассмотрен один из вариантов теоретического подхода определения производительности гранулирующего барабана с учетом его геометрических параметров. Получено уравнение позволяющее учесть взаимосвязь длины конуса, радиуса, степени заполнения и физические свойства материала.*

*Ключевые слова: переработка, агломерация, гранулятор, расчет параметров, производительность, сырьевые и техногенные материалы.*

В настоящее время технологии компактирования материалов широко используются в производственных процессах металлургической, химической, пищевой, строительной и др. отраслей промышленности. Отдельно следует отметить перспективы их применения для хранения, утилизации и переработки техногенных материалов с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду и получения экономического эффекта от расширения ассортимента продукции, например, при производстве топливных гранул и пиллет, аглопорита, пеностекла и др. [1-3]

Эффективность процесса получения агломератов (производимого продукта в виде гранул, брикетов) зависит от технического уровня используемого оборудования, одним из важнейших показателей которого является производительность.

Далее рассмотрим случай расчета производительности (рис. 1). Производительность гранулятора ( $Q$ , м<sup>3</sup>/ч) можно записать в виде обобщенного уравнения:

$$Q = \frac{3600 \cdot V_6 \cdot \varphi \cdot k}{t \cdot k_{\gamma}}, \quad (1)$$

где: 3600 – переводная величина для определения часовой производительности;  $V_6$  – объем барабана,  $\text{м}^3$ ;  $\varphi$  – коэффициент заполнения;  $k$  – коэффициент, характеризующий технологические параметры процесса образования гранул;  $t$  – время прохождения пути гранулируемого материала и гранул от загрузки до выгрузки,  $s$ ;  $k_y$  – коэффициент уплотнения.

Так как определение коэффициента  $k$  представляет собой сложную задачу, обязательно требующую проведения экспериментальных исследований [4], на начальном этапе проще найти отношение  $k/k_y$ .

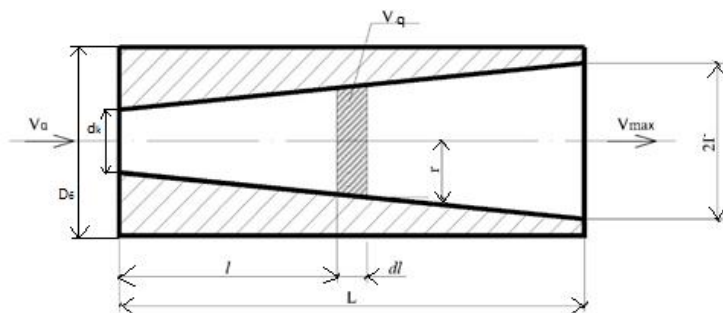


Рис. 1 - Расчетная схема

При исследовании процесса роста и образования гранул можно сделать допущение, что скорость роста  $\frac{dq}{dt}$  пропорциональна достигнутому уровню  $q$ , т.е. относительная скорость роста  $\frac{1}{q} \frac{dq}{dt}$  остается постоянной в установившемся режиме. В этом случае достигнутый уровень количества гранул в зависимости от времени, находится из дифференциального уравнения (2):

$$\frac{1}{q} \frac{dq}{dt} = K, \quad K > 0, \quad (2)$$

где:  $K = \text{const}$  – коэффициент, характеризующий величину прироста объема гранул (средний отклик) по длине барабана.

Решим полученное дифференциальное уравнение  $\frac{dq}{q} = K dt$  с учетом того, что по начальному условию  $t = 0, q = V_a$ :

$$\ln|q| - Kt + C_1, \quad q = Ce^{Kt}, \quad q = V_a \cdot e^{Kt}. \quad (3)$$

где:  $C = \pm e^{C_1}$ ;  $V_a$  – постоянная величина, характеризующая некоторое начальное количество материала и гранул в барабане,  $\text{м}^3$ .

При резком изменении внешних условий закон не может уже сохраниться [5]. Рост уровня ограничивается некоторым его

значением, и механизм роста гранул может быть представлен следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dq}{dt} - K \cdot q(V_{max} - q), \quad (K > V_a, \quad 0 < q < V_{max}), \quad (4)$$

где:  $V_{max}$  – максимально возможное значение величины  $q$ .

Относительная скорость роста  $\frac{1}{q} \frac{dq}{dt} - K(V_{max} - q)$  становится линейной функцией от переменной  $q$ , которая может быть записана в виде дифференциального уравнения с разделяющимися переменными:

$$\frac{dq}{q(V_{max}-q)} - Kdt. \quad (5)$$

Решив уравнение (5) получим:

$$\frac{q}{q-V_{max}} = C e^{KtV_{max}}. \quad (6)$$

Найдем значение  $q$ :

$$q = (q - V_{max}) \cdot C \cdot e^{KtV_{max}} \quad \text{или} \quad q = \frac{C \cdot V_{max} \cdot e^{KtV_{max}}}{C \cdot e^{KtV_{max}} - 1}. \quad (6)$$

Постоянная  $C$  находится по начальному условию.

Для определения  $V_{max}$  предположим, что в начальный момент времени количество материала в барабане (рис. 1) равно  $V_a$ . Количество материала преобразованного в гранулы на некотором расстоянии от загрузки ( $l$ ) равно  $V_q$ , а на выходе -  $V_{max}$ .

Изменение состояния материала можно записать как  $\frac{dV_q}{dl}$ , т.е. получим дифференциальное уравнение:

$$\frac{dV_q}{dl} = kV_q \pi r^2. \quad (7)$$

где:  $k = \text{const}$  – коэффициент пропорциональности;  $r = \frac{R \cdot l}{L}$  – радиус сечения взаимосвязанный с размерами конуса, м.

В результате имеем:

$$\frac{dV_q}{dl} = k\pi \frac{R^2 l^2}{L^2}, \quad (8)$$

Решив уравнение (8) учитывая начальные условия ( $l = 0, V_q = V_a, C = V_a$ ) получим:

$$V_q = V_a \cdot e^{k\pi \frac{R^2 l^3}{3L^2}}, \quad (9)$$

Если  $l = L$  и  $V_q = V_{max}$ , то в данном случае уравнение (9) можно решить не находя значение  $k$ :

$$V_q = V_a \left( \frac{V_{max}}{V_a} \right)^{\frac{3}{L^3}}, \quad (10)$$

где:  $V_a$  - количество материала на входе ( $V_a = V_6 \cdot \varphi$ ), м<sup>3</sup>;  $L$  - длина барабана, м.

Из уравнения (10) выразим  $V_{max}$ :

$$V_{max} = \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}} \cdot K \cdot t \cdot \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}} \quad (11)$$

Объединив выражение (6) и (11) получим:

$$q = \frac{\left[ \frac{V_6 \cdot \varphi}{V_6 \cdot \varphi - \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}}} \right]^{\frac{-3}{L^3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}} \cdot K \cdot t \cdot \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}}}{\left[ \frac{V_6 \cdot \varphi}{V_6 \cdot \varphi - \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}}} \right]^{\frac{-3}{L^3}} \cdot e^{\frac{-3}{L^3} \cdot \sqrt[3]{\frac{\frac{2}{3}V_6 \cdot \varphi}{(V_6 \cdot \varphi)^{1+\frac{3}{L^3}}}}} - 1} \quad (12)$$

Из уравнения (1) видно, что изменение объема, то есть количества материала при переходе в гранулы, зависит от времени его пребывания в барабане. Обычно до стабильного получения гранул заданного размера проходит около 60 с.

Тогда с учетом уравнений (1) и (12) получим частное решение:

$$k/k_y = q/60 \cdot V_6 \cdot \varphi \quad (13)$$

$$Q = 60 \cdot q/t \quad (14)$$

Следует отметить, что коэффициент уплотнения может быть задан как условие получения гранул с требуемыми свойствами, определен с учетом конструктивно-технологических параметров гранулятора или выявлен экспериментально по компрессионным кривым уплотнения для формуемых материалов [6,7].

Приведем пример расчета исходя из следующих данных:

$K = 0,4$ ;  $t = 60$  с;  $\varphi = 0,4$ ;  $V_6 = 0,017$  м<sup>3</sup>;  $L = 0,95$  м;  $k_y = 4$  (для перлитосодержащих смесей),  $k = 0,076$  (с учетом уравнения (15)).

В этом случае получим следующее решение уравнения (1):

$$Q = \frac{3600 \cdot 0,017 \cdot 0,4 \cdot 0,076}{60 \cdot 4} = 0,0078 \text{ , м}^3/\text{ч} \text{ .}$$

Таким образом, в данной работе был рассмотрен вариант определения производительности гранулирующего барабана с учетом его геометрических параметров. Установлена взаимосвязь длины конуса, радиуса, степени заполнения, коэффициента заполнения с производительностью. Предложено уравнение для определения производительности объемной.

\*Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

### **Библиографический список**

1. Семакина О.К. Выбор способа гранулирования сорбентов из отходов производства / О.К. Семакина, Ю.С. Якушева, А.А. Шевченко // *Фундаментальные исследования*. – 2013. - № 8-3. – С. 720-725.
2. Осокин А.В. Анализ существующих способов и технологических средств для компактирования техногенных материалов / А.В. Осокин, М.В. Севостьянов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. – 2013. – № 7. – С. 62-66.
3. Севостьянов М.В. Аналитические исследования процесса формирования вязко-пластичного материала в фильерах плоскоматричного гранулятора / М.В. Севостьянов, А.В. Осокин // *Вестник Тамбовского государственного технологического университета*. – 2019. – №1. С. 98 – 107.
4. Классен П.В. Основы техники гранулирования (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). / П.В. Классен, И.Г. Гришаев – М.: Химия, 1982. – 272с.
5. Кучинскас З. М., Кучинская В.И., Особов В.И., Фрегер Ю.Л. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М. Кучинскас, В.И. Кучинская, В.И. Особов, Ю.Л. Фрегер – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
6. Ильина Т.Н. Конструктивно-технологические совершенствование агрегатов для гранулирования порошкообразных материалов / Т.Н. Ильина, М.В. Севостьянов, Е.А. Шкарпеткин // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. – 2010. – №2. – С. 100-102.
7. Shkarpetkin, E.A. Investigation of methods and equipment for compaction of composite mixtures during their granulation / E.A. Shkarpetkin, A.V. Osokin, V.G. Sabaev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. - 2018. - №327. - 042118.

**УДК 628:1:628:34**

**Шумкова И.Н., соиск.,  
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)  
Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,  
Сапронова Ж.А., д-р техн. наук, доц.  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТХОДА ВОДООЧИСТКИ НА НЕФТЕПОГЛОЩЕНИЕ**

*Изучено влияние температуры обжига отхода, образованного в результате подготовки питьевой воды, на способность поглощать нефтепродукты. Определены значения максимальной маслосъемности и водопоглощения термически модифицированных образцов отхода, построены*



*графики зависимости. Найдено, что термообработка отхода увеличивает его способность поглощать нефтепродукты.*

*Ключевые слова: отход водоочистки, маслосемкость, водопоглощение, термическая модификация, адсорбция, чистые и отработанные масла.*

В процессе подготовки питьевой и технической воды образуются отходы (шлам), который только в России исчисляется миллионами тысяч тонн в год. Этот отход занимает огромные территории, тем самым способствует отторжению сельскохозяйственных земель.

Другой проблемой современности, уже доросшей до мировых масштабов, является загрязнение природных вод органическими токсикантами в результате некачественной очистки сточных вод [1, 2].

Объединив эти проблемы, возможно решить сразу две задачи – вторично использовать отходы производства и производить очистку химически загрязнённых сточных вод.

В настоящее время активно исследуется возможность использования шлама водоподготовки ТЭЦ в роли адсорбционного материала для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов [3-5], нефти и нефтепродуктов [6-9] и других поллютантов.

В данной работе в качестве адсорбента нефтепродуктов использовался отход, образованный в результате подготовки питьевой воды для населения г. Нижнекамск, состав которого принципиально отличается от состава шлама ТЭЦ в виду различия применяемых технологий очистки воды.

Ранее нами был определен состав образующегося немодифицированного отхода водоочистки и его максимальная маслосемкость в статических и динамических условиях.

Основными неорганическими компонентами исследуемого материала являются кварц ( $\text{SiO}_2$ ), сепиолит ( $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{11}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), каолинит ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и анортит ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ).

В проведенных исследованиях в качестве исходного материала использовался отход водоочистки, высушенный в сушильном шкафу в течение 8 часов при температуре  $105^\circ\text{C}$ .

Для определения значения максимальной маслосемкости в статических условиях и водопоглощения, в чашку Петри заливался нефтепродукт (НП) или вода и помещалась латунная сеточка с размером ячеек 0,5 мм. Затем на поверхность насыпался 1 г исследуемого адсорбционного материала (СМ). Через определенные промежутки времени после начала опыта, сеточка извлекалась вместе с СМ, насыщенным НП или водой. После стекания избыточного количества масла (воды) образец взвешивался на весах. Максимальная

маслоемкость (водопоглощение) определялась как отношение поглощённого НП или воды к массе исходного СМ.

При определении маслоемкости в динамических условиях в стеклянную колонку загружалось 3 г образца СМ, через которую пропусклось 6 г масла с расходом 1 капля в секунду. Весовым методом определялась масса прошедшего через слой СМ НП, а затем расчетным - количество поглощенного масла.

В качестве сорбатов использовались чистые и отработанные масла марок 5W40, 15W40, И-20А.

Таблица 1 - Значения максимальной маслоемкости исходного отхода водоочистки в статических и динамических условиях

Условия проведения эксперимента	Значения максимальной маслоемкости, г/г		
	5W40 <sub>чист./отраб.</sub>	15W40 <sub>чист./отраб.</sub>	И-20 <sub>чист./отраб.</sub>
Статические условия	1,55/1,50	1,49/1,46	1,52/1,49
Динамические условия	0,50/0,65	0,47/0,56	0,43/0,46

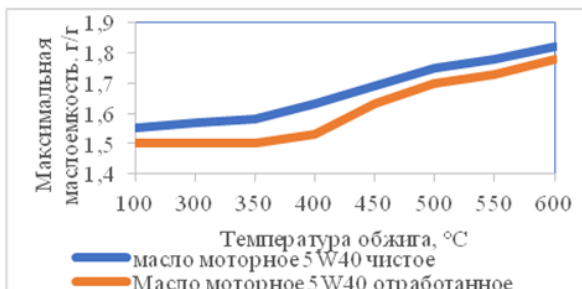
По полученным результатам (таблица 1) определено, что немодифицированный отход водоочистки (далее ОВ) имеет невысокие значения маслоемкости. Максимальная маслоемкость наблюдается при адсорбции чистого масла марки 5W40 – 1,55 г/г. Водопоглощение исследуемого материала составляет 1,85 г/г.

Для определения протекающих термодинамических процессов и изменения массы ОВ, при постепенном повышении температуры проведен дифференциальный термический анализ, согласно которому масса исследуемого образца ОВ интенсивно снижается с увеличением температуры нагрева до 600 °С. Дальнейшее увеличение температуры не приводит к значительному изменению массы. Этот факт объясняется разложением органических веществ, входящих в состав ОВ. Содержание влаги и органических веществ в исследуемом образце составляет 46,08%, остаточная масса (зольность) – 53,92%.

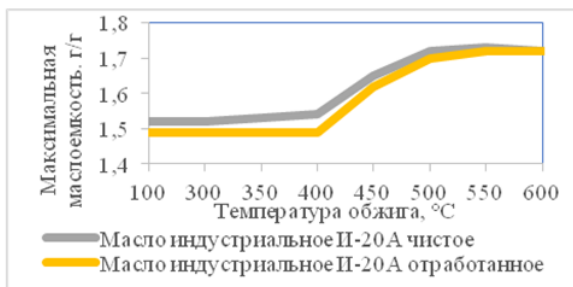
Для получения термически модифицированных отходов водоочистки (ТМОВ) исходный отход водоочистки (ИОВ) подвергался прокаливанию в муфельной печи в течение 1 часа при температурах от 300°С до 600°С с интервалом 50°С.

С повышением температуры обжига замечено изменение окраски: с коричневого для ИОВ до черного для ТМОВ<sub>450-600</sub>. Данное обстоятельство объясняется разложением органических веществ, сопровождающееся образованием углерода.

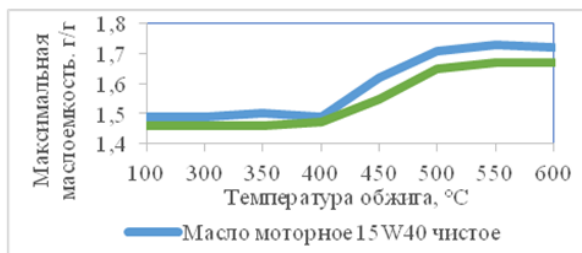
По результатам проведенных исследований построены графики зависимости максимальной маслоемкости от температуры обжига ОВ (рисунк 1).



а



б



в

Рис.1 - Зависимость изменения максимальной маслосъемкости от температуры обжига ОВ при контактировании с: а) маслом моторным 5W40 (чистым и отработанным), б) маслом индустриальным И20-А (чистым и отработанным); в) маслом моторным 15W40 (чистым и отработанным)

Как видно из графиков, значения максимальной маслосъемкости для ТМОВ резко увеличиваются при температурах обжига свыше 400 °С. Максимальное значение маслосъемкости в статических условиях наблюдается у ТМОВ<sub>600</sub> при использовании в качестве собрата чистого масла 5W40 – 1,83 г/г, а минимальное - для этого же образца отхода у масла 15W40 – 1,67 г/г.

Максимальная маслоемкость в динамических условиях также увеличивается в среднем на 28 %. Наибольшее значение зафиксировано у ТМОВ<sub>600</sub> с использованием в качестве сорбата чистого масла 5W40 – 0,77 г/г.

Максимальное водопоглощение ТМОВ<sub>600</sub> составило 2,05 г/г.

Таблица 2 - Максимальные значения маслоемкости в динамических условиях

	Максимальная маслоемкость, г/г		
	5W40 <sub>чист./отраб</sub>	И20-А <sub>чист./отраб</sub>	15W40 <sub>чист./отраб</sub>
ИОВ	0,50/0,65	0,43/0,46	0,47/0,56
ТМОВ <sub>600</sub>	0,77/80,67	0,68/0,73	0,69/0,74

Полученные результаты показали, что с увеличением температуры обжига ОВ способность отхода водоочистки поглощать НП увеличивается, однако, полученные образцы имеют еще недостаточно высокие значения маслоемкости, позволяющие использовать этот вид отхода в производственных масштабах, в связи с этим необходимо дальнейшее изучение возможных способов его модификации.

*Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г.Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высочких технологий им. В.Г. Шухова.*

#### **Библиографический список**

1. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводов в окружающей среде / Ю. И. Пиковский. - М.: Изд-во МГУ, 1993. – 206 с.
2. Мухутдинов А.А. Основы и менеджмент промышленной экологии / А.А. Мухутдинов, Н.И. Борознов, Б.Г. Петров, Т.З. Мухутдинова, Д.К. Шаяхметов/ - Казань: Магариф. – 1998. – 404 с.
3. Свергузова С.В. Использование шлама Белгородской ТЭЦ в водоочистке от ионов никеля / С.В. Свергузова, М.Ф. Сахаб, И.Г. Шайхив // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 8. – С. 138-140.
4. Свергузова С.В. Исследование физико-химических свойств шлама водоочистки Белгородской ТЭЦ / С.В. Свергузова, А.А. Внуков, В.А. Юрченко, И.Г. Шайхив // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 18. – С. 164-166.
5. Свергузова С.В. Модифицированный шлам химводоподготовки как реагент для очистки сточных вод от ионов Fe(III) / С.В. Свергузова, А.А. Внуков, К.И. Шайхива // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 22. – С. 226-268.
6. Николаева Л.А. Сорбционные свойства шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 1-2. – С. 132-136.

7. Николаева Л.А. Повышение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 3-4. – С. 112-116.

8. Николаева Л.А. Изучение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод ТЭС от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 1-2. – С. 132-136.

9. Николаева Л.А. Очистка оборотных и сточных вод ТЭС от нефтепродуктов модифицированным шламом водоподготовки / Л.А. Николаева, Р.Я. Исхакова // Теплоэнергетика. – 2017. - № 6. – С. 72-78.

## СЕКЦИЯ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

УДК 57.043

Арефьева О.А., канд. биол. наук, доц.,  
Ольшанская Л.Н., д-р. хим. наук, проф.  
(СГТУ им. Гагарина Ю.А., г.Саратов, Россия)  
Полигаева Н.А., д-р. техн. наук, проф.  
(СПбПУ Петра Великого, г.Санкт-Петербург, Россия)

### ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РОСТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛА СОРОКИНИАНА

*Воздействие внешних физических факторов изучалось с целью ускорения процессов роста биомассы клеток микроводорослей хлореллы. Показано, что постоянное магнитное поле напряженностью 2 кА/м воздействует на процессы роста, способствует агрегированию клеток и уменьшению их размеров.*

*Ключевые слова: хлорелла сорокиниана, постоянное магнитное поле, биомасса, клетки.*

В последнее время для интенсификации процесса роста клеток используют различные физические факторы [1-3], поэтому целесообразно было провести эксперимент по влиянию магнитного поля на прирост биомассы сорокинианы, поскольку данный фактор в объемах производства не является энергозатратным. Для проведения эксперимента по воздействию постоянного магнитного на прирост биомассы хлореллы использовались:

- источник питания постоянного тока Б5-43, подключенный к медной катушке (рисунок 1). Напряженность постоянного магнитного поля (ПМП) (Н, кА/м: 0,5; 1,0; 2,0);
- лампы дневного света (ЛДС), интенсивность освещенности 1300 Лк;
- контрольный образец (культивирование без воздействия магнитного поля).

Подача воздуха (аэрация) осуществлялась с помощью аэратора с расходом 1,5 л/мин. Культивирование проводилось в фотобиореакторе, представляющий собой стеклянный сосуд цилиндрической формы, высотой 380 мм, диаметром 50 мм, объемом 500 мл, в режиме «день/ночь». Температура раствора суспензии составляла  $26 \pm 0^{\circ}\text{C}$ , в зависимости от воздействия физического фактора.

Рост популяции оценивали по оптической плотности суспензии *Chlorella*, с помощью спектрофотометра, при длине волны 750 нм и

дальнейшего пересчета по камере Горяева на количество млн клеток в мл.

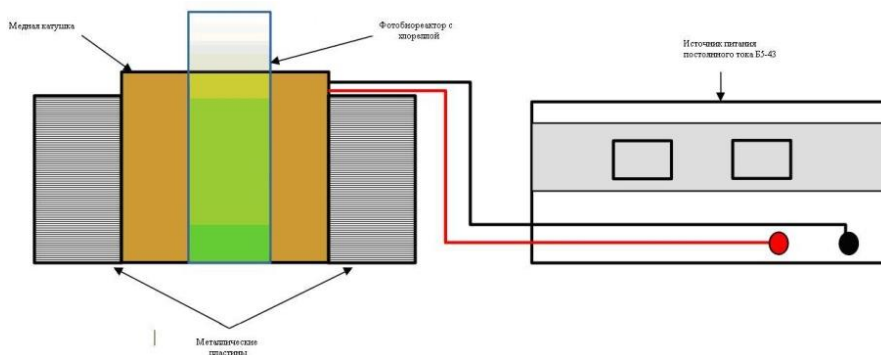


Рис. 1 - Схема установки с постоянными магнитными полями

Начальная оптическая плотность суспензии микроводорослей составляла 0,146 при длине волны 750 нм, и 0,087 в опытах с аэрацией. При пересчёте по камере Горяева количество клеток в начальной суспензии составляло 2,5 млн кл/мл и 2,0 млн кл/мл. При воздействии постоянного магнитного поля напряженностью 2,0 кА/м интенсивный рост наблюдался в первые 3 дня культивирования, биомасса увеличивалась в 8,5 раз и достигала значения  $17 \times 10^6$  кл, по истечении 3 дней наступает фаза стабилизации (рисунок 2). Визуально наблюдалась агглютинация и осаждение клеток.

При воздействии постоянным магнитным полем напряженностью 1,0 кА/м стимуляции роста клеток магнитным полем не наблюдали. Концентрация клеток в течение всего периода культивирования практически не увеличивалась. Аналогичные результаты получены при воздействии постоянным магнитным полем напряженностью 0,5 кА/м.

В условиях воздействия ПМП напряженностью 2,0 кА/м при аэрации интенсивный рост наблюдался на третьи сутки культивирования и достигал максимума на пятые сутки, биомасса возрастала с 2,0 млн кл/мл до 4,0 млн кл/мл. Изменения рН показаны на рисунке 3.

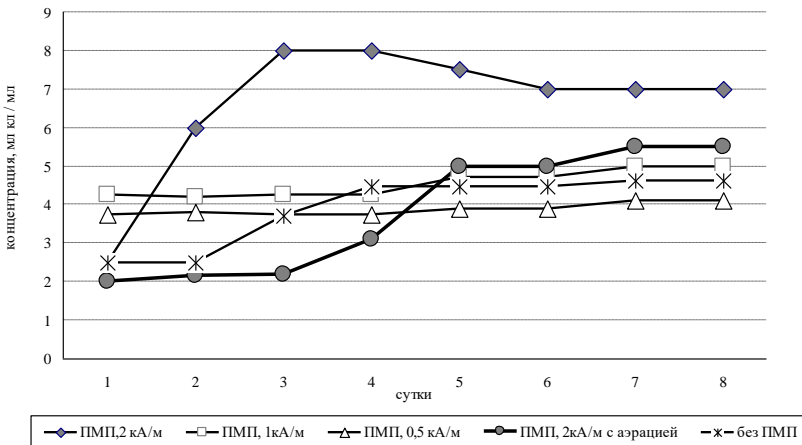


Рис. 2 - Зависимость концентрации клеток *C. sorokiniana* при воздействии ПМП (H=0,5;1;2 кА/м)

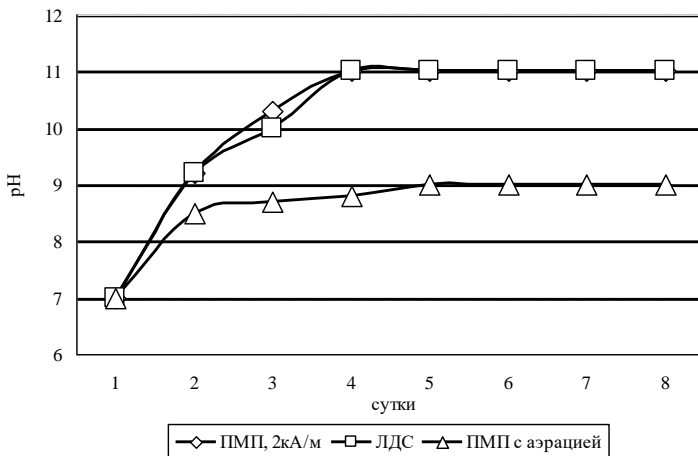


Рис. 3 - Значения pH среды при культивировании *C. sorokiniana* при воздействии различных факторов (ПМП, ЛДС, аэрации)

Математическая обработка данных в среде R на основе микроскопической картины показала, что под воздействием



постоянного магнитного поля не происходило значимого изменения клеток хлореллы, но возросла степень их агрегирования (рисунок 4). Средние значения для контроля (клетки без воздействия магнитным полем) — 3,74 мкм, под воздействием ПМП с аэрацией — 3,27 мкм.

Дисперсии в выборках равны: Bartlett's K-squared = 2.7914, df = 1, p-value = 0.09477, величина распределена в выборках нормально: МП+аэрация: Shapiro-Wilk normality test W = 0.93997, p-value = 0.5527; контроль+аэрация: Shapiro-Wilk normality test W = 0.92762, p-value = 0.4249. Значимость различий оценивалась по критериям Стьюдента и Крускала-Уоллиса: t = 1.0761, df = 18, p-value = 0.2961; Kruskal-Wallis chi-squared = 0.46286, df = 1, p-value = 0.4963. p-value больше 0,05, следовательно, различия статистически незначимы.

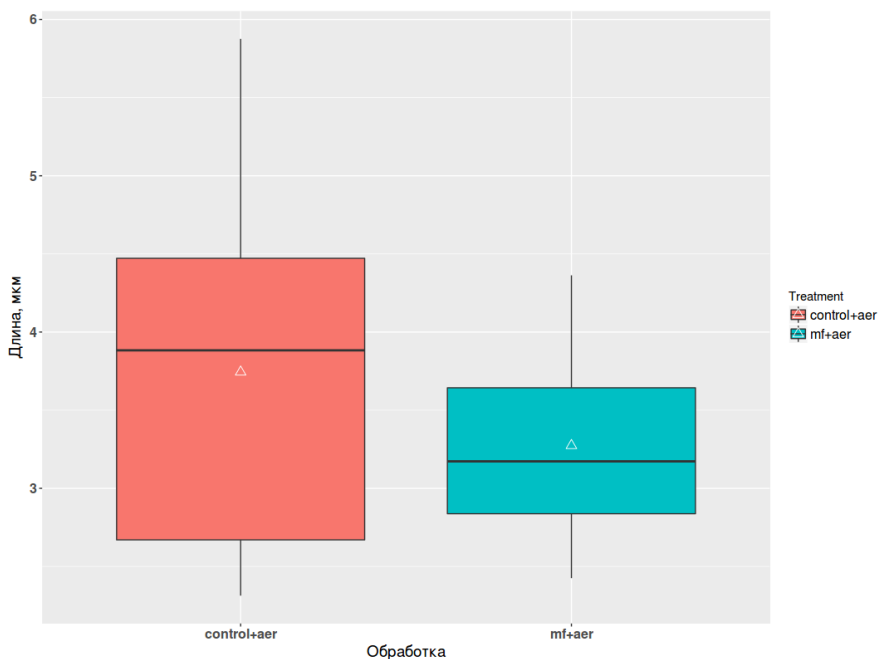


Рис. 4 - Диаграмма размахов (боксплот график). Треугольниками обозначены средние значения, n = 10

В результате проделанной работы было выявлено, что наибольший рост биологической массы клеток *S. sologiniana* происходил при освещении лампами дневного света в сочетании с аэрацией и воздействием постоянного магнитного поля напряженностью 2 кА/м. Показано, что ПМП способствовало агрегированию клеток и

уменьшению их размеров. Хлорелла сорокиниана хорошо адаптируется к культивированию в естественных природных условиях Саратовской области, что может быть применено на практике для создания биофермы по получению биогаза и выделению биологически активных веществ.

### Библиографический список

1. Ольшанская, Л.Н. Влияние геомагнитного поля на процесс фиторемедиации / Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда, А.В.Стоянов, М.Л. Кулешова // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів. Львів: Видавництво Національного ун-ту "Львівська політехніка". - 2009. - С. 71-72.

2. Ольшанская, Л.Н. Воздействие слабых электрических полей на процесс фиторемедиации /Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда, А.В.Стоянов // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник матеріалів наукових статей V Міжнародна науково-практична конференція 7-11 вересня 2009 р., м.Алушта АР Крим, Україна.. Укр. НДІЕП. Х.: Райдер. - 2009. - Том 2. - С. 278-281.

3. Weaver, J.C. Theory of electroporation: A review / J.C. Weaver, Y. Chizmadzhev // Bioelectroch Bioener. - 1996. - Vol. 41. - P. 135-160.

4. Weaver, J.C. Electroporation – a general phenomenon for manipulating cells and tissues / J.C. Weaver. J Cell // Biochem. - 1993. - Vol. 51. - P. 426-435.

УДК 614.8.084

Андреева Г.М., маг.,  
Лопанов А.Н., д-р техн. наук., проф.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород)

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*В данной работе предложена интегрированная система безопасности на предприятиях, показано, как с ее помощью можно снизить риск летальности гибели людей и предотвратить аварии и чрезвычайные ситуации, которые ухудшают экологическую обстановку в регионах.*

*Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, анализ риска, интегрированная система, цифровая экономика, нефтяная промышленность, риск, гибель, технологический процесс, охрана труда.*

Технологический процесс оказывает огромное влияние на охрану и безопасность труда, а также на производственные объекты. Для того, чтобы управлять изменениями в условиях труда и предупреждать все возможные риски и опасности на объекте вводится интегрированная система безопасности. В настоящее время вопросы

производственной безопасности являются очень серьезными, так же, как и вопросы об охране труда и улучшении экологии.

Ведь болезни и травмы – это неизбежные случаи, которые могут возникнуть на объектах. Воздействие интегрированных систем по безопасности, охране труда на уровне предприятия как в области снижения рисков, опасностей, так и повышения производительности сегодня признано многими работодателями и даже на уровне правительств. Вследствие этого большинство организаций заинтересовано во внедрении эффективной системы.

Следует отметить, что аварии и чрезвычайные ситуации в любой отрасли были, есть и будут. Для предприятий нефтяной промышленности риски гибели людей и риски возникновения чрезвычайных ситуации представляют собой особо серьезную проблему, прежде всего вследствие большого потенциала опасности на нефтяных предприятиях любого типа и масштаба возможных потерь. Поэтому на каждом предприятии нефтяной промышленности, в любой нефтяной компании обеспечение промышленной безопасности, охраны окружающей среды и труда, защиты от чрезвычайных ситуаций традиционно занимали и занимают важное место.

Миновать возникновения чрезвычайных происшествия целиком и полностью не удастся, но можно снизить урон от них путем реализации и разработки определенных мер по предупреждению[1]. Поэтому мы разработали интегрированную систему безопасности труда, которая представлена на рисунке 1.

Данная система существенно повлияет на жизнедеятельность людей, в связи с ее внедрением мы частично осуществляем переход на цифровую экономику в области безопасности труда на объектах нефтяной промышленности.

Как видно из рисунка 1 интегрированная система безопасности включает в себя следующий функции:

- Обучение.

Для обучения применяют smart и IT-технологии, что позволяет выделить две формы использования: самостоятельная работа обучаемого с самой программой или проведения занятий с инженером по охране труда. Каждая из этих программ включает в себя модули:

1. Электронные пособия для изучения безопасности, т.е. использование компьютерной графики, анимации, видеоизображений и других медийных компонентов, что дает уникальную возможность сделать изучаемый материал более наглядным, а потому и запоминаемым, и понятным.



Рис. 1 - Интегрированная система безопасности

## 2. Модуль самоконтроля знаний.

- Контроль уровня знаний, допуск к работе.

Предлагаем создать официальный сайт, где можно будет проходить контроль знаний. Там необходимо разместить материал, который будет доступен с любого устройства. Специалист просто регистрируется, проходит тесты, нажимает на кнопку и получает удостоверение с уникальным ID-кодом. Все это будет храниться в централизованной базе, где надзор и работодатель могут посмотреть информацию о работнике – кто прошел, кто просрочил. Такая стратегия – это эффективное, комплексное и рациональное решения для проведения тестирования на объектах нефтяной промышленности.

Допуск к работе, осуществляется после прохождения инструктажей, а также после медицинского освидетельствования, которое можно будет проводить с использованием специальных приборов[2].

- Прогноз травматизма, летальности.

Риски, свойственные деятельности предприятий нефтяной промышленности определяются самим содержанием этой деятельности. Любая деятельность потенциально опасна, так как ни в одном виде работ нельзя достичь абсолютной безопасности[3].

Если выделять чрезвычайные происшествия из 100%, то 20% - это случаи которые мы не можем предотвратить или избежать на объектах, а 80% - это несчастные случаи, которые происходят из-за

определенных движений и действий, которые являются ошибочными. Ошибочные действия вызываются различными причинами, наиболее частыми являются: отсутствие или недостаточность знаний и навыков, утомленность и усталость несоответствия индивидуально-психологических качеств требованиям трудовой деятельности, неправильное устройство оборудования, неудовлетворительная санитарно-гигиеническая среда и др.

Но мы сможем это спрогнозировать, благодаря внедрению интегрированной системы и уменьшить их.

### 3. Прогноз аварии, чрезвычайных ситуации.

Причины аварий в нефтяной отрасли зависят от того, насколько эффективно отработана технология процесса производства нефтяной промышленности. Проблема заключается в том, что в отрасли неэффективная система контроля над производством в части обеспечения и соблюдения требований промышленной безопасности. Более того на опасных производственных объектах нефтяных предприятий зачастую нарушается технологический процесс, оборудование содержится в ненадлежащем для эксплуатации состоянии и, кроме того, игнорируются нормативные регламенты безопасности.

Для оценки риска применяют некоторые модели теории надежности. Среди них это модели высоконадежных систем, для которых аварийные ситуации представляют редкие события, а также это модели стареющих систем, качество которых в процессе эксплуатации ухудшается вследствие ползучести, различных видов усталости, износа и других видов повреждений. Также аварийные ситуации влияют на экологическую обстановку, что существенно сказывается на состоянии здоровья людей. Игнорирование этого фактора может привести к глобальным проблемам[4].

Анализ риска чрезвычайных ситуации объектов нефтяной промышленности производится совместной оценки тяжести прогнозируемой чрезвычайной ситуации и вероятности ее возникновения, а также является обязательным и важнейшим требованием «Декларации безопасности промышленного объекта».

Спрогнозировать аварийные ситуации возможно на основе дискретного распределения Пуассона (формула 1.1). Распределения Пуассона используется в разнообразных областях техники и природных процессов.

$$Q(N, \lambda\tau) = \frac{(\lambda\tau)^N}{N!} \times \exp(-\lambda\tau) \quad (1.1)$$

Благодаря этому распределению можно узнать сколько может выйти из строя оборудования и в последствии уменьшить аварии и наносящий вред окружающей среде.

В заключении можно сказать, что проводимые функции позволяют предприятию эффективно поддерживать уровень знаний персонала в области обеспечения безопасной работы на предприятии, а также контролировать осведомленность работников относительно правил безопасности на производстве.

Внедрение интегрированной системы является целесообразным, так как благодаря этой разработке существенно снижается показатель травматизма и гибели людей. Можно сказать, что это основа перехода к цифровой экономики в области безопасности объектов нефтяной промышленности.

### **Библиографический список**

1. Портал безопасности и анализа риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://i-risk.ru/> (дата обращения: 04.10.2019).
2. ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. проф. Э.А. Арустамова. 18 изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К, 2014. - 360 с.
4. Лопанов, А.Н. Основы безопасности жизнедеятельности / А. Н. Лопанов, Е. А. Фанина, О. Н. Гузеева. - БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. - 222 с.

**УДК 622.807**

**Артёмова В.А.,  
Лемехова А.А.,  
Пендюрин Е.А., канд. с.-х. наук, доц.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород)**

### **ПЫЛЬ КАК СЕРЬЕЗНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА**

*В статье рассмотрены основные причины пыления, способы и методы пылеподавления, а так же результаты негативного влияния на окружающую среду и человека. На основании проведенных опытов установлено что биополимерный концентрат “Беспылин” закрепляет пылящие поверхности разного механического состава, чем улучшает качество атмосферного воздуха.*

*Ключевые слова: пыль, взвешенные частицы, гигиенические нормы, атмосферный воздух, пылеподавление, экологическая проблема, загрязнение воздуха, пылеунос, пылящая поверхность.*

Всемирно известно, что пыль вредна как для здоровья человека, так и для состояния окружающей среды. Но откуда же она появляется и чем

опасна? Пыль представляет собой мелкие твердые частицы(до 0,1 мм) минерального или органического происхождения. Источники ее происхождения разнообразны: почва( под воздействием ветра пыль поднимается и разносится повсюду); сжигание угля, дерева, нефти и другого топлива; вулканы(даже из неактивных вулканов выделяется дым, из которого в последствии и появляется пыль); пустыни; токсичные выбросы автомобилей; человеческая кожа (преимущественно из ее частичек состоит домашняя пыль)[2].

Борьба с пылью является гигиенической и социально-экономической проблемой. Качество атмосферного воздуха является важным условием для нормального существования людей. Две трети нашей страны проживает на территориях, где уровень загрязнения воздуха не соответствует гигиеническим нормам. Находясь во взвешенном состоянии, пыль может проникать в организм человека через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, проникать через кожные покровы и слизистую оболочку, вызывая аллергические реакции и острые хронические отравления. Некоторые виды пыли (цементная, сахарная, мучная и др.) представляют ценность как продукт производства, потеря которого приносит экономический ущерб. Помимо этого она выводит из строя оборудование, снижает качество продукции, ухудшает освещенность помещений, при определенных условиях возможны взрывы пыли.

В следствии попадания взвешенных частиц на растения нарушаются различные биохимические и физиологические процессы, структурная организация клеток. В первую очередь поражаются ель, сосна, дуб, липа. Среди последствий загрязнения можно выделить появление сухостоя и ослабление растений. Ошибочным считается мнение, что до появления видимых симптомов растения не повреждаются, в первую очередь это проявляется на биохимическом уровне (фотосинтез, дыхание и др.), затем распространяется на ультраструктурный (деструкция клеточных мембран) и клеточный (деструкция ядра, клеточных мембран) уровни. Только после этого появляются видимые повреждения [3].

В настоящее время существуют эффективные методы очистки атмосферы от пыли, к ним относятся: озонный метод (проводят метод путем введения озона, который ускоряет окислительные реакции; время контакта загрязнителя с озоном составляет 0,5-0,9 секунды, после чего вредный компонент считается обезвреженным), термokatалитический метод (в качестве очистителя используется катализатор (минералы, металлы, обладающие сильными межатомными полями), который должен иметь устойчивую

структуру), абсорбционный метод (сущность данного метода заключается в поглощении газовых смесей в объеме жидкого абсорбента), адсорбционный метод (является самым распространенным методом, в котором очищение воздуха происходит в специальных системах, где адсорбентами являются в основном сорбенты, оксиды и активированные угли, очищающие воздух не только от плохих запахов, но и от снижающие содержание вредных веществ, с последующим термическим дожиганием), термическое дожигание (высокотемпературное сжигание (от 750 до 1200 °С) вредных примесей при больших концентрациях, находящихся в газообразном состоянии), плазмокаталитический метод (происходит двухступенчатая очистка через реакторы-плазмохимический и каталитический), фотокаталитический метод (подразумевается применение аппарата для очистки воздуха на основе катализаторов из оксида титана, облучаемых ультрафиолетом) [1].

Основными способами очистки атмосферного воздуха являются: внедрение экологически безопасных технологических процессов на производстве, создание безотходных технологических циклов, предварительное очищение используемого сырья (для снижения содержания в них вредных примесей), переход на альтернативные источники энергии (использование электродвигателей, гибридных или водородных моторов вместо двигателей внутреннего сгорания), внедрение очистных сооружений, внедрение санитарно защитных зон (их размеры определяются исходя из количества выделяемых примесей), внедрение правильного архитектурно-планировочного разделения (расположение промышленных предприятий и жилых зданий, с учетом рельефа местности, направления ветра, автомобильных дорог).

Экологическая проблема всех крупных городов- дорожная пыль, которая является очень токсичной и пагубно влияет на природную среду вблизи автомобильных дорог. Эта проблема обусловлена не только вредными выбросами машин, но и попаданием пыли со строительных площадок, земли с газонов и высохшей весенней грязи. Для решения данного вопроса на кафедре промышленной экологии Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г.Шухова были проведены опыты по закреплению пылящей поверхности (размер фракций от 0.08 до 0.5мм) специальным биополимерным раствором- “Беспылин”, представляющий собой липкую темную массу и имеющий сладковатый запах. Для определения пылеуноса была смонтирована экспериментальная установка, состоящая из аэродинамической трубы (рисунок 1),



обратного насоса и электродвигателя. Оценка пылеуноса осуществлялась через день, неделю и месяц после обработки. Опыты проводились с исходным препаратом, а так же при разбавлении его в соотношении с водой 1:1, 1:2 и 1:3. В последнем случае разбавления структура препарата изменилась, он стал менее “липким”. Расход препарата был примерно одинаков и составлял 300 мл/м<sup>2</sup>.

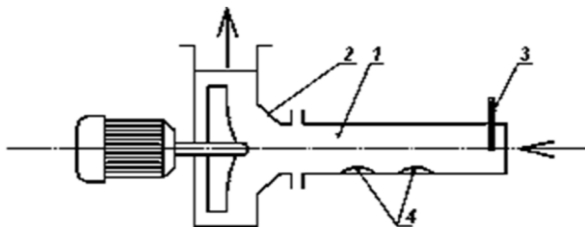


Рис. 1 - Лабораторная установка: 1-аэродинамическая труба; 2-вентилятор; 3-заслонка; 4-анализируемые образцы

Опыт показал, что при различной скорости ветра (от 4 до 10 м/с), пылеунос снижается с 2.5-10.8% до 0.05-0.18% (в 50-60 раз) от всей массы исследуемой пыли. Беспылин может быть использован для закрепления пылящей поверхности при минимальной концентрации 1:3, что является экономически выгодным. При таком способе пылеосаждения препарат образует устойчивую корку, которая обладает внешней устойчивостью и препятствует пылению. Корка разрушается при механическом воздействии. Так же выявлено, что препарат не оказывает влияния на состояние растительного покрова. Данный способ является наиболее приемлемым и экологичным для решения вопроса с пылью на дорогах.

Зная и понимая суть проблемы, заключающейся в загрязнении атмосферы, нужно комплексно подходить к ее решению. Только сообща у человечество есть шанс улучшить экологическое состояние нашей планеты, а следовательно и качество жизни на ней.

#### Библиографический список

1. Промышленная и бытовая очистка воздуха. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vtorothodi.ru/ecology/ochistka-vozduxa> (дата обращения 21.05.2018)
2. Из чего состоит пыль? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1-vopros.ru/463-iz-chego-sostoit-pyl.html> (дата обращения 21.05.2018)
3. Загрязнение воздуха-серьезная экологическая проблема. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vtorothodi.ru/ecology/zagryaznenie-vozduxa> (дата обращения 21.05.2018)

Артёмова В.А.,  
Лемехова А.А.,  
Пендюрин Е.А., канд. с-х. наук, доц.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород)

## ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУТНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛИЗИН СУЛЬФАТА

*В статье рассматривают аминокислоту – лизин сульфат и непосредственно его влияние на растения, животных и окружающую среду. В результате проделанных опытов, можно утверждать, что побочные отходы производства сульфат лизина, относящиеся к третьему классу опасности, могут ограниченно использоваться как подкормки и добавки для сельскохозяйственных животных. А так же, возможно использование некоторых попутных отходов в качестве удобрений.*

*Ключевые слова: лизин, аминокислота, методика, побочные продукты, отход, осадок, попутный отход, окружающая среда.*

Одной из незаменимых аминокислот, применяемой в качестве кормовой добавки в животноводстве является лизин. На самом деле это аминокислота (химическая формула  $C_6H_{14}N_2O_2$ ), находящаяся в составе почти всех белков. Основное ее действие направлено на рост и восстановление тканей, выработку антител, ферментов, гормонов и альбуминов. Депривации или побочных действий при использовании лизина в качестве кормовой добавки не наблюдается. С его помощью можно увеличить привес животных и птиц на 10-30%, повысить надой молока на 12%, увеличить яйценоскость кур на 10%. По мимо, положительного эффекта, есть и недостаток - у животных может вызвать иммунодефицитное состояние. Дозировка назначается согласно установленным нормам к питанию животных. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Установленные нормы лизина к питанию животных

Животные и птицы	Суточные нормы
Все птицы (молодняк)	0,5 – 1,0 %
Утки, куры, гуси (взрослые)	1,5 – 2,5 %
Свиноматки	0,5 – 1,0 %
Подсвинки	1,5 – 2,5 %
Овцематки	1,0 – 1,5 %
Ягнята	1,5 – 2,0 %

Емкость российского рынка чистого лизина эксперты Abercade Consulting оценивают в 8-8,5 тысяч тонн эквивалента монохлориду лизина. Потенциальный спрос на лизин в России, по прогнозам экспертов, может достичь 80 тысяч тонн в год.

При выполнении исследований на кафедре промышленной экологии БГТУ им В.Г. Шухова по определению класса опасности были использованы побочные продукты производства лизин сульфата (кукурузный экстракт, перлит, кег и флотационная очистка) поступившие с ЗАО «Завод Премиксов №1» расположенный в Белгородской области Шебекинского района, по методике МР 2.1.7.2297-07 «Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности».

В настоящее время, ЗАО «Завод Премиксов №1» является современным предприятием, производственные мощности которого позволяют устранить зависимость российских потребителей лизина от импорта на начальном этапе не менее чем на 65%. Данное предприятие объединяет два направления производственной деятельности: производство премиксов для всех видов животных, птиц и рыбы; производство аминокислот (L-лизин сульфата мощностью 57 тыс. тонн в год) и дополнительных продуктов (мука, отруби, глютен пшеничный, патока крахмальная) на основе глубокой переработки зерна.

Производство лизина основано на ферментации сахаросодержащего сырья специализированными штаммами микроорганизмов. Принимая решение о выборе технологии и штамма для производства лизина, предприятие в первую очередь руководствовалось требованиями безопасности продукции для здоровья животных и человека. Именно поэтому за основу взят штамм-продуцент лизина *Corynebacterium glutamicum* (коринебактериум глютамикум). Штамм не является зоопатогенным, фитопатогенным и не представляет опасность по каким-либо другим причинам. Штаммы *Corynebacterium glutamicum* – отнесены к группе GRAS (Generally recognized as safety) – общепризнанно безопасными.

ЗАО «Завод Премиксов №1» занимает лидирующее место среди производителей аминокислоты L-лизин сульфат. Благодаря постоянному совершенствованию технологий, заводу удалось первым представить рынку лизин 75% – LPremiUM.L-Лизин сульфат 75% – это новая форма высококонцентрированного качественного продукта с устойчивыми качественными характеристиками, с содержанием свободного лизина, в пересчете на с.в., не менее 59%. Так же ЗАО «Завод Премиксов №1» развивает новое перспективное направление – применение и внедрение в кормопроизводство жидких форм лизина [1].

В декабре 2018 г. "Завод Премиксов №1" успешно прошел аудит компании SGS и получил престижный сертификат FSSC 22000 «Food Safety System Certification 22000».

Выбранный метод оценки сопутствующих отходов является модификацией "Биотеста, основанного на проращивание семян", рекомендованного для оценки фитотоксического действия химических веществ при обосновании их ПДК в почве.

«Фитотест» является унифицированным методом и подразумевает использование единого модельного тест-растения и единого способа воздействия побочных продуктов производства на семена, что позволяет увеличить достоверность результатов при сравнении степени опасности отходов с учетом их разнообразия и вариативности химического состава[2].

В соответствии с данной методикой установление класса опасности и уровня безвредности отхода по фитотоксическому действию осуществляется по параметрам фитотоксичности: средне-эффективному и пороговому разведениям экстракта.

Алгоритм прогнозирования параметров фитотоксичности включает использование математической модели, описывающей взаимосвязь разведения экстракта отхода с величиной фитоэффекта в виде регрессионного уравнения типа:

$$\text{Lg}R = -mE_T + b \quad \text{формула (1)}$$

где  $E_T$  - фитоэффект;  $R$  - разведение;  $m$  - коэффициент, соответствующий каждому значению 7 фитоэффекта;  $b$  - коэффициент регрессии.

Опасность отхода в отношении фитотоксической активности оценивается по показателю  $ER_{50}$ .

Результаты проведенных исследований показали, что побочные отходы производства сульфат лизина с ЗАО "Завод Премиксов №1" относятся к отходам 3 класса опасности. В данную группу входят отходы, возможный урон окружающей среде от которых квалифицируется как умеренно опасный, в случае поражения ими экосистема нарушается, время восстановления занимает в среднем 10 лет с момента принятия мер по уменьшению вредного влияния. Результаты представлены в таблице 2 [1].

Методикой уменьшения вредного воздействия является утилизация отходов (новая редакция Федерального закона №89-ФЗ(ст.1)-использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после

соответственной подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного использования(рекуперация) [3].

Таблица 2 - Характеристика влияния отхода на семена

Разведение (R)	Средняя длина корней ( $L_{cp}$ ), мм	Средняя длина корней, % к контролю ( $L_{\phi}$ )	Фитоэффект, %	Тест-реакция
Осадок флотационная очистка				
100	60	139	0	Норма
50	50	116.3	0	Норма
25	30	69.76	31	Эффект торможения
1	0	0	100	Гибель семян
Перлит				
100	40	93	7	Эффект торможения
50	50	116.3	0	Норма
25	70	162.79	0	Норма
1	20	44.4	55.6	Эффект торможения
Кукурузный экстракт				
100	40	93	7	Эффект торможения
50	20	44.4	55.6	Эффект торможения
25	5	11.63	88.37	Эффект торможения
1	7	16.28	83.72	Эффект торможения
Кег				
100	5	11.62	88.37	Эффект торможения
50	25	58.11	41.89	Эффект торможения
25	50	116.3	0	норма
1	5	11.62	88.37	Эффект торможения
Контроль				
	43	100	0	норма

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод что, побочные отходы производства сульфат лизина, относящиеся к третьему классу опасности, могут ограниченно использоваться как подкормки и добавки для сельскохозяйственных животных. А так же, возможно использование некоторых попутных отходов в качестве удобрений.

#### **Библиографический список**

1. Лизин сульфат 75%-ЗАО Завод Премиксов №1 [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.lysine31.ru/shop/products/product/lizin-sulfat/>. Дата обращения 05.10.2019г.
2. МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [Электронный ресурс] Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200061157>. Дата обращения 05.10.2019г.
3. Обращение с отходами :новая терминология и новые концепции [Электронный ресурс] Режим доступа [https://www.profiz.ru/eco/2\\_2015/458-FZ/](https://www.profiz.ru/eco/2_2015/458-FZ/). Дата обращения 05.10.2019г.

**УДК 628.31:666.291.3**

**Бабаев З.К., канд. техн. наук, проф.,  
Маткаримова Д.Б.**  
(УрГУ, г. Ургенч, Узбекистан)

### **ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ И НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Изучены показатели сточных вод красильного цеха текстильного производства и предложены их обеззараживание механическими и физико-химическими методами. Для обеззараживания предлагается подкисления красителесодержащего стока с последующим нейтрализацией. В качестве сорбента нейтрализатора предложен фильтрационный осадок сахарного производства-дефекат.*

*Ключевые слова: красительсодержащие стоки, показатели красительсодержащих вод, флотационные и сорбционные методы, дефекат, подкисления, нейтрализация, сорбент, пенная флотация, обесцвечивание сточной воды, рН-среды.*

Одним из актуальных задач современности в сфере экологии является утилизация промышленных отходов. К таким отходам относятся сточные воды, содержащие в своем составе различные канцерогенные, токсические, ядовитые вещества и радиоактивные элементы. Сточные воды текстильного производства, содержащие в

своем составе красителей, ПАВ, силикагель и др. веществ, тоже относятся к такому роду отхода. О влияние этих веществ на окружающую природу имеются достаточные сведения [1-3].

Выбор соответствующего метода очистки сточных вод, загрязненных красителями, определяется концентрацией красителей, их химическим строением, качеством и количеством примесей, а также требованиями, предъявляемыми к очищенной воде. В настоящее время одним из перспективных методов очистки сточных вод, загрязненных текстильными красителями, является флотационные и сорбционные методы. Простота, экономичность и высокая производительность этих методов делают их применение в практике водоочистки особенно целесообразным[2,3]. Известно, что сорбенты различаются по активностью, соответственно и сорбционной способностью.

В настоящих исследованиях изучались возможности обесцвечивания сточных вод красильного цеха ООО «УРГАНЧ БАХМАЛИ» с использованием комбинированного метода – флотационного и сорбционного. В литературе имеются ряд методов обесцвечивания подобных сточных вод, но все известные методы имеют своих недостатков: является сложным, многостадийным и многокомпонентным, что отражается на экономических показателях производства [1].

Анализ показателей сточных вод приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели сточных вод красильного цеха ООО «УРГАНЧ БАХМАЛИ»

№	Наименование показателей	Показатели
1	Расход, м <sup>3</sup> /сут	250
2	Температура (летн.время), °С	30-35
3	Запах	Слабый спец.
4	Цветность по разбавлению	1:200–1:400
5	Прозрачность по Снеллену, см	8–10
6	рН	8,0-9,5
7	Содержание: мг/л	
	-взвешенных веществ	400–800
	-красителей	50–60
	-ПАВ	200–220
	-минеральных солей, из них	
	- хлориды	305–490
	- сульфаты	210–400
8	ХПК, мг О <sub>2</sub> /л	800–820
9	БПК, мг О <sub>2</sub> /л	240–320
10	БПК/ХПК	0,3ч0,4

В качестве сорбентов применены местные сырьевые ресурсы и отходы производства. Среди этих отходов наиболее приемлимым оказался «дефекат» - отход сахарного производства. Нами выявлены, что «Дефекат» в отличие от других изученных сорбентов обладает универсальным действием комплексного характера, т.е. она одновременно обесцвечивает и нейтрализует сточных вод. Использование дефеката в обесцвечивании сточной воды показано впервые в настоящей работе. С введением дефеката в состав окрашенных вод скорость сорбции красителей на поверхности дефеката не значительна. Для увеличения скорости сорбции нами применен способ пенной флотации. В целях образовывать в составе сточной воды газовых потоков нами предпринят способ подкисления воды, с последующем введением дефеката. В качестве подкисляющего реагента была принята кислая сточная вода АО «Ургенч ЁГ» с показателем  $pH=2,5$ . Для достижения  $pH$  окрашенных сточных вод до значений  $pH=2,5$  расход подкисляющего реагента определялось экспериментально. В ходе эксперимента установлена, что расход подкисляющего реагента зависит от значения  $pH$  стока. Данные о роле дефеката в процессе нейтрализации приведены в работе [4]. Появляющиеся газовые потоки, контактируясь с ПАВ, которые присутствующей в составе сточных вод, образуют устойчивую обильную пену. С увеличением кислотности окрашенных вод изменение цвета не наблюдалось. При введении дефеката в состав после подкисления стоков происходит одновременно такие химические процессы как, адсорбция, пенная флотация и нейтрализация среды. В процессе взаимодействия кислых стоков с дефекатом из состава дефеката выделяется  $CO_2$ , за счёт искусственной дроблении поверхность гранул увеличивается и повышается в несколько раз его шероховатость. По нашему мнению, именно в таких местах происходит сорбция красителей.

В ходе эксперимента выявлены, что на показатель степени адсорбций влияет также дисперсность порошка адсорбента, которые установлены, что с увеличением поверхности порошка увеличивается значение степени адсорбции. Также установлены, что в процессе нейтрализации и обесцвечивания сточной воды образуется хлопвидный осадок в виде гели свойственный к растворам органических полимеробразных или аморфных веществ. Присутствие частиц природных полимеров в стоках неизбежно, так как в данной предприятии подвергается к технологической обработке ткани на основе природного волокна. Наличие частиц



полимеробразных и других органических веществ в стоках по-видимому препятствует выпадению прочных твердых осадков неорганического происхождения. Образовавшийся осадок по-видимому является сложной дисперсионной системой коллоидного характера и не имеет отрицательных воздействий к другим фазам, легко подвижный по тракту канализационной сети. При этом каких-либо достойных явлений не наблюдались.

Процессы обесцвечивания и нейтрализации сточной воды проводили по общей схеме в нижеследующей последовательности (рисунок 1):

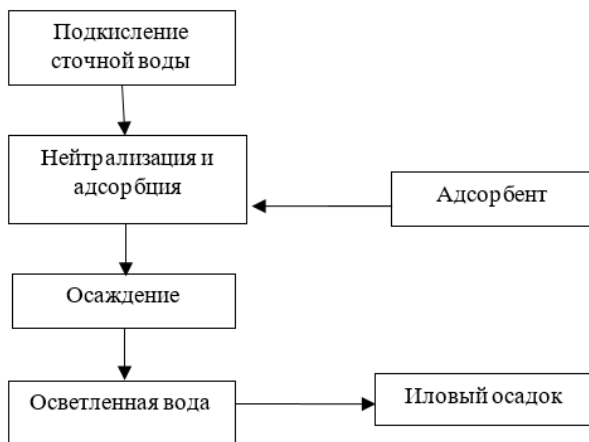


Рис. 1 - Упрощенная схема очистки красительсодержащих сточных вод

Сточная вода по трубопроводу подается в узел подкисления, где с помощью расходомера добавляется подкисляющий агент. Расход агента определяется в зависимости рН подаваемой сточной воды. После достижения необходимых значений рН, сточная вода подается в узел нейтрализации и адсорбций. Из расходного бункера через порционный дозатор добавляется необходимое количество дефекаата. В узле нейтрализации и адсорбции установлены пропеллерная мешалка для перемешивания среды. Скорость вращения вала 50 об/мин. Обработанная сточная вода передается в отстойник, где происходит их осаждения и осветления. Осаждённые отложения периодически удаляются из отстойника с помощью насоса. Иловый осадок рекомендуется осушить естественным путём. В наших дальнейших исследованиях изучаются возможные варианты использования полученного илового осадка. Одним из возможных вариантов

использования илового осадка является строительная промышленность, в качестве наполнителя строительных смесей, а также в сельском хозяйстве в качестве минеральных удобрений мелиоранта. Осветлённую воду из отстойника можно направить в канализацию или в сборник для повторного использования в хозяйственно-бытовых циклах.

### **Библиографический список**

1. Родионов А.И Техника защиты окружающей среды. / А.И. Родионов и др. - М. Высшая школа, 1989.-512 с.
2. Мотузова Г.В., Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия/ Мотузова Г.В., Карпова Е.А. - Из-во Московского университета, 2013.-304 с.
3. Питулько В.М., Техногенные системы и экологический риск / Питулько В.М., Кулибаба В.В., Растоскуев В.В. - Из-во Академия, 2013. -352 с.

**УДК 699.8**

**Булах Р.В., маг.,  
Кирюшина Н.Ю. канд. техн. наук, доц.**  
(Россия, Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова)

## **К ВОПРОСУ О КОМФОРТНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*В работе описаны основные нормативные требования, предъявляемые к комфортности зданий, в том числе приведены требования энергетической эффективности сооружений. Также в работе рассмотрены требования безопасности при опасных природных процессах, явлениях и техногенных воздействиях, а также требования безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду и других факторов, определяющих безопасность и комфортность зданий и сооружений.*

*Ключевые слова: безопасность, безопасный уровень воздействия зданий и сооружений.*

Основные нормативные требования безопасности и комфортности зданий и сооружений устанавливаются и регулируются сводами правил и Федеральными законами, а также стандартами серии ГОСТ Р 53195 и др (рисунок 1) [1].

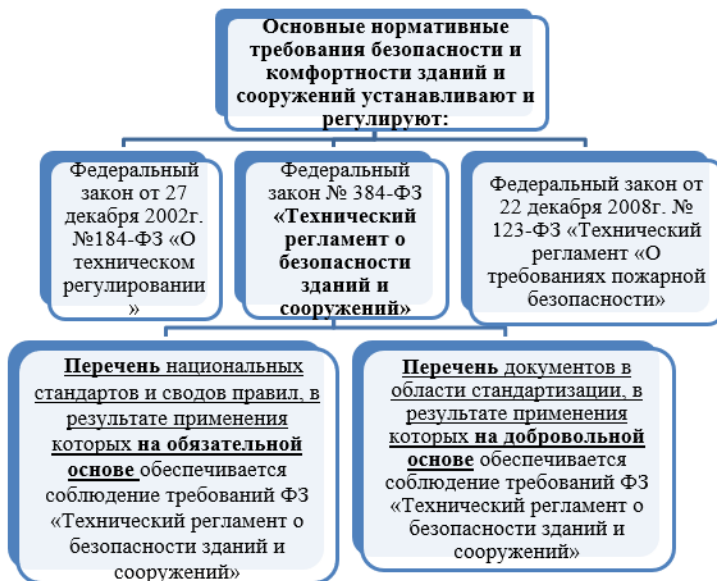


Рис. 1 – Основные нормативные требования безопасности и комфортности зданий и сооружений

Основным документом, устанавливающим нормативные требования безопасности и комфортности зданий и сооружений является ФЗ № 384 - «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

ФЗ № 384 устанавливает требования по безопасности и комфортности зданий и сооружений в целях:

- 1) защиты жизни и здоровья граждан, а также сохранности имущества;
- 2) охраны окружающей среды;
- 3) обеспечение безопасности техносферы;
- 4) предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;
- 5) обеспечения энергетической эффективности [2].

*Требования безопасных для здоровья человека условий проживания и комфортного пребывания в зданиях и сооружениях*

Здания и сооружения должны быть спроектированы и построены так, чтобы в процессе пребывания человека в помещении не возникало вредного воздействия в результате физических, биологических, химических, радиационных и иных воздействий.

Здания и сооружения должны быть спроектированы и построены так, чтобы в процессе их эксплуатации достигалось обеспечение безопасных условий для проживания и комфортного пребывания человека в зданиях по следующим основным показателям:

- 1) качество воздуха в помещениях зданий и сооружений;
- 2) качество воды, которое используется в качестве питьевой, а также для хозяйственно-бытовых нужд;
- 3) солнцезащита и инсоляция помещений зданий и сооружений;
- 4) искусственное и естественное освещение помещений;
- 5) защита от шума в помещениях жилых и общественных зданий и сооружений, а также в рабочих зонах производственных объектов;
- 6) микроклимат помещений зданий и сооружений;
- 7) регулирование влажности внутри и на поверхности строительных конструкций;
- 8) уровень вибрации в помещениях жилых и общественных зданий и сооружений и уровень технологической вибрации в рабочих зонах производственных объектов;
- 9) уровень напряженности электромагнитного поля в помещениях жилых и общественных зданий и сооружений, в том числе и на прилегающих к ним территориях, а также в рабочих зонах производственных объектов;
- 10) уровень ионизирующего излучения в помещениях жилых и общественных зданий и сооружений и в рабочих зонах производственных объектов, а также на прилегающих территориях [2-6].

Оптимальных показателей комфортности зданий и сооружений можно достичь благодаря инженерным системам искусственного микроклимата, а также системам вентиляции и кондиционирования, которые в упрощенном виде представлены на рисунке 2.

*Требования доступности зданий и сооружений для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения*

Жилые здания, а также объекты инженерной, транспортной и социальной инфраструктур должны быть спроектированы и построены таким образом, чтобы обеспечивалась их доступность для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения.

Объекты транспортной инфраструктуры должны быть оборудованы специальными приспособлениями, которые позволяют инвалидам и другим группам населения с ограниченными возможностями передвижения беспрепятственно пользоваться услугами, которые предоставляются на объектах транспортной инфраструктуры [2-4,7].

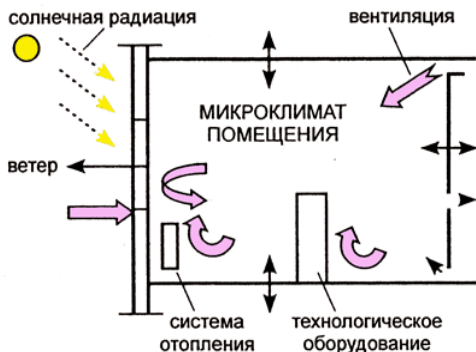


Рис. 2 - Обеспечения надлежащего микроклимата помещения

Достигаются объемно-планировочными решениями зданий и сооружений, а также благоустройством территории с учетом доступа для инвалидов, специальными приспособлениями, представленными на рисунке 3.

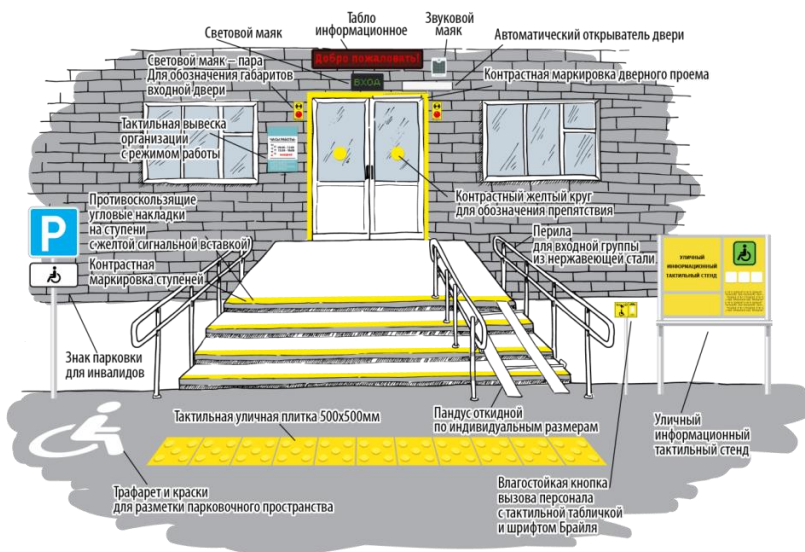


Рис. 3 - Элементы инженерного благоустройства территории, обеспечивающие доступность зданий и сооружений для инвалидов и маломобильных групп населения

### *Требования энергетической эффективности зданий и сооружений*

Определяются как отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам таких ресурсов.

Таким образом, здания и сооружения должны быть спроектированы и построены так, чтобы в процессе их эксплуатации соблюдалось обеспечение эффективного использования энергетических ресурсов, а также исключался нерациональный расход этих ресурсов.

Достигается эффективным инженерно-техническим обеспечением объекта, а также посредством внедрения специальных проектных и объемно-планировочных решений, которые позволяют более рационально использовать защитные свойства материалов ограждающих конструкций [8-11].

Кроме того следует отметить, что безопасность и комфортность зданий и сооружений достигается благодаря соблюдению нормативных требований по функциональной безопасности систем объекта, которые устанавливаются стандартами серии ГОСТ Р 53195.

В стандартах здание рассмотрено как сложная система, общая схема которой представлена на рисунке 4. Согласно этой схеме система строительных конструкций, а также отдельные инженерные системы и подсистемы взаимосвязаны между собой, окружением и средой и действуют совместно как единое целое.

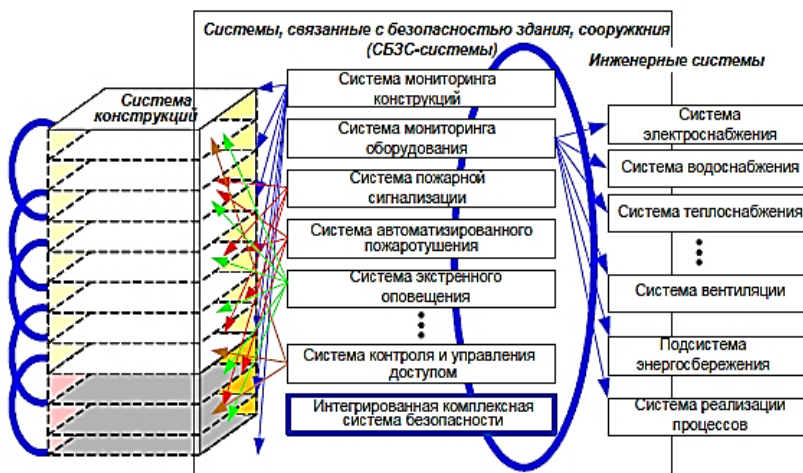


Рис. 4 - Схема «Здание как сложная система»

### Библиографический список

1. СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с.
2. О техническом регулировании: федер. закон от 27 декабря 2002г. № 184-ФЗ. – Введ. по истечении 6 мес. со дня его официального опубликования. – М.: Кремль, Президент Российской Федерации, 2002. – 46 с.
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон от 30 декабря 2009г. № 384-ФЗ. – Введ. по истечении 6 мес. со дня его официального опубликования. – М.: Кремль, Президент Российской Федерации, 2009. – 24 с.
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федер. закон от 29.12.2004г. № 190-ФЗ. – Введ. со дня его официального опубликования. М.: Кремль, Президент Российской Федерации, 2004. – 271 с.
5. ГОСТ 27751-2014. «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения». – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 17 с.
6. ГОСТ 31937-2011. «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 64 с.
7. Кузнецова Г.Ф. Здания и сооружения: Учебное пособие / СПбГИЭУ. – СПб.: СПбГИЭУ, 2010. – 292 с.
8. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 144 с.
9. Рогонский В.А., Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. / Рогонский В.А., Костриц А.И., Шеряков В.Ф. и др. - С-Петербург: ОАО Издательство «Стройиздат СПб», – 2004. – 172 с.
10. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»
11. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ.: принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 г. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2009. – 49 с.

## ОЦЕНКА РЕКОНСТРУИРУЕМОЙ ЗАСТРОЙКИ ПО УРОВНЮ ЗАШУМЛЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

*В связи с непрерывно возрастающим количеством источников и уровнем шума, а также потенциальным превышением ареалов шумового воздействия непосредственно на территории городов и населенных мест, проблема понижения шумности реконструируемых территорий является весьма актуальной проблемой. Данное обстоятельство аргументируется тем, что высокие уровни городских шумов препятствуют протеканию нормального уровня жизнедеятельности в городах и крупных мегаполисах, тем самым нарушая процессы трудовой деятельности населения, а также оказывающие негативное влияние на осуществление досуга и нормального отдыха людей и порой являющихся причиной возникновения весьма серьезных заболеваний.*

*Ключевые слова: шум, защита от шума, нормы шумности.*

В настоящее время городские территории насчитывают более сотни тысяч всевозможных мобильных, а также стационарных источников внешних шумов, находящихся по большей части в непосредственной близости от мест временного или же постоянного пребывания людей и создающих неблагоприятные условия, вызывающие акустический дискомфорт для порядка 45 % населения [1].

Таким образом, решение вопросов шумозащиты на территории субъектов Российской Федерации является неотъемлемым условием и гарантом современного градостроительства. Помимо этого, снижение уровня шумности является важной составной частью общей проблемы по оздоровлению городской среды [2].

Настоящая работа содержит результаты исследования основных средств и методов снижения уровня шумности городских территорий, а также общие сведения о принципах шумозащиты и источниках шума на территории проектируемой и реконструируемой застройки.

*Общие положения о шумности городской застройки*

В населенных пунктах и городах за основные источники шумности на реконструируемых территориях принято считать все виды потоков наземного транспорта (рельсового и автомобильного); авиационный транспорт в зонах воздушных подходов к аэродромам и в аэропортах; площадки погрузо-разгрузочных работ объектов предприятий торговли, а также транспорта или же других



коммунально-бытовых учреждений обслуживания; промышленные и производственные предприятия, а также отдельные агрегаты и установки; открытые игровые, а также спортивные площадки и сооружения; различные механизмы и прочие установки, которые выполняют работы по благоустройству территорий, их уборке или же строительству [1,2].

Основные мероприятия по борьбе с зашумленностью городской застройки и территорий населенных пунктов заключаются в осуществлении следующих направлений:

1) использование малозумных экипажей и агрегатов, а также регламентация времени работы данных элементов непосредственно на источниках шума, то есть применение конструктивных и административных методов;

2) создание архитектурно-планировочными и методами и средствами инженерно-строительными шумозащиты непосредственно на пути распространения шума от источника до объектов;

3) осуществление конструктивно-строительных мероприятий на защищаемом от шума объекте, заключающихся в обеспечении повышения звукоизолирующих качеств ограждающих конструкций и рационализации внутренней планировки зданий или сооружений [2,3].

При разработке проектных решений, с целью обеспечения нормативных уровней звука как в здании, так и непосредственно на территории объекта необходимым условием на всех стадиях градостроительного проектирования является соблюдение следующих рекомендаций:

1) понижение уровня зашумленности достигается за счёт удвоения расстояния от источника шума, при этом данный показатель может быть снижен порядком на 4-5 дБА;

2) понижение уровня зашумленности на 5-25 дБА достигается за счёт расположения на пути распространения шума специальных экранов, откосов, стенок, специальных зеленых насаждений и прочих препятствий, при условии, что показатели их высоты и длины превышают значения от 6 до 10 метров;

3) понижение уровня зашумленности порядком до 50 дБА можно достичь при помощи звукоизоляции специальными ограждающими конструкциями либо защищаемого объекта, либо же самого источника шума;

4) дополнительное снижение уровня зашумленности до 20 дБА достигается благодаря поглощению шума поверхностью земли, а также различных объектов, над которыми протекает его распространение [1,3].

Основные методы и средства шумозащиты, которые обеспечивают нормативный уровень шума в проектах планировки, а также застройку городской территории и населенных мест следует разрабатывать по результатам оценки обеспеченности защищаемого объекта акустическим комфортом, а также на основании результатов проведенных акустических расчетов уровня шума источников и ожидаемого шумового режима в характерных точках защищаемого объекта [4].

Следует отметить, что на всех этапах градостроительного проектирования в состав проектной документации по планировке, а также застройке населенных пунктов и городских территорий рекомендуется включать необходимые акустические расчеты и предложения по обеспечению нормативных уровней звука [3].

Создание нормальных условий акустического комфорта на стадии районной планировки достигается благодаря осуществлению следующих мероприятий:

1) структурное членение и функциональное зонирование территории, представленное на рисунке 1 (секторное, поясное, смешанное и т.д.), которое направлено на выделение, а также изоляцию зон и ареалов с повышенным уровнем звука;

2) взаиморазмещение зон с соблюдением всех требуемых территориальных разрывов между населенными пунктами и городами, промузлами, лечебно-курортными и рекреационными зонами и аэродромами, грузоемкими складскими зонами, трассами воздушного, наземного и водного видов транспорта;

3) рациональная транспортно-планировочная структура территории, которая предусматривает совмещенную трассировку в транспортных коридорах железнодорожных путей и скоростных автомобильных дорог в обход городской застройки, территории населенных пунктов, а также рекреационных и лечебно-курортных зон [3-6].

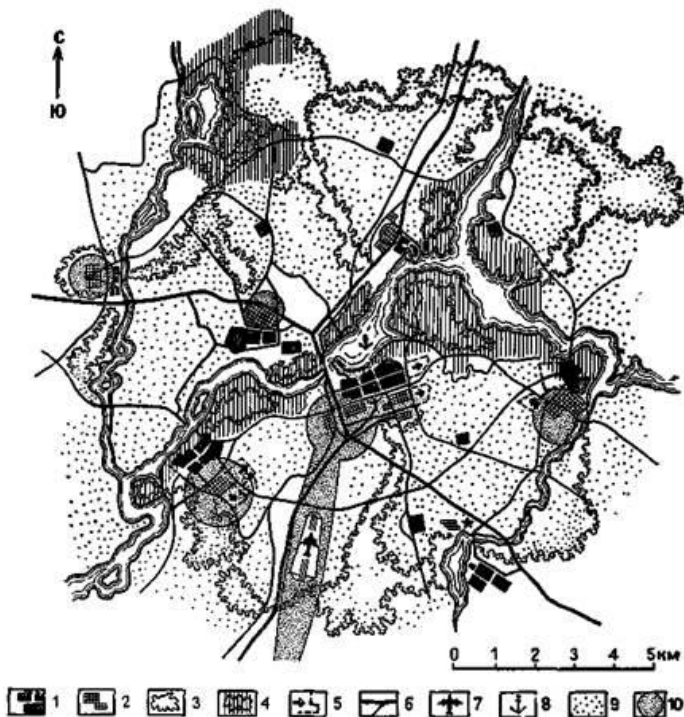


Рис. 1 - Взаиморазмещение источников шума и объектов шумозащиты с учетом зон зашумленности:

- 1 - селитебные территории; 2 - промышленные территории;
- 3 - лесопарковые зоны; 4 - зоны массового отдыха;
- 5 - развитие селитебных и промышленных территорий;
- 6 - система дорог; 7 - аэропорт; 8 - речной порт;
- 9 - сельскохозяйственные территории; 10 - зоны зашумленности

Обеспеченность акустическим благоустройством зданий, сооружений и прилегающих территорий объекта шумозащиты может быть установлена при помощи зон акустического дискомфорта или же ареалов зашумленности (таблицы 1,2).

Таблица 1 - Нормы допустимой зашумленности реконструируемой застройки

Назначение помещений или территорий	Допустимые уровни зашумленности $L_{экв,доп}$ дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
<b>Лечебно-оздоровительные учреждения</b>		
Палаты больниц, санаториев, операционные больницы	35	25
Кабинеты врачей больниц, санаториев, поликлиник	35	35
Территории больниц и санаториев	45	35
Жилые помещения домов отдыха и пансионатов	40	30
<b>Жилые здания</b>		
Жилые комнаты квартир	40	30
Жилые комнаты в общежитиях и гостиницах	45	35
Территории жилой застройки в 2-х м от зданий	55	45
<b>Места отдыха</b>		
Площади отдыха в микрорайоне, сады, парки	45	-
<b>Детские дошкольные и школьные учреждения</b>		
Спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	40	30
Классы в школах	40	-
Игровые площадки детских дошкольных учреждений	45	-
Пришкольные участки	50	-
<b>Зрелищные учреждения</b>		
Зрительные залы концертных залов и театров	35	-
Зрительные залы кинотеатров	40	-
Фойе театров и кинотеатров	55	-
Летние кинотеатры	45	-
<b>Спортивные сооружения в микрорайонах</b>		
Спортивные площадки	55	-
Спортивные залы	50	-
Стадионы	60	-
<b>Учебные заведения, проектные и научно-исследовательские учреждения, административные здания</b>		
Конференц-залы, аудитории	40	-
Помещения управлений и конструкторских бюро в административных зданиях	50	-
<b>Учреждения торговли и общественного питания</b>		
Залы кафе, ресторанов, столовых	55	-
Торговые залы магазинов, летние кафе	60	-
<b>Учреждения обслуживающего назначения</b>		
Приемные пункты предприятий бытового обслуживания	60	-

Таблица 2 - Допустимые уровни зашумленности  $L_{\text{Аэкв,доп}}$

Назначение района застройки, территорий	Допустимые уровни зашумленности $L_{\text{Аэкв,доп}}$ , дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Курортные и лечебно-оздоровительные районы	40	30
Территории больниц и санаториев	45	35
Территории и зоны массового отдыха	50	-
Новый проектируемый жилой район города	55	45
Реконструируемый жилой район, жилой район города (населенный пункт), со сложившейся застройкой	60	50
Промышленные районы или зоны, включающие жилую застройку	65	55

### Библиографический список

1. Овсянников С.Н., Оценка шумовых характеристик транспортных развязок / Овсянников С.Н., Котова Е.М. // Инвестиции в недвижимость как материальный базис модернизации инновационного развития экономики: Мат. III Всеросс. науч.-практ. конф. Томск: ТГАСУ, 2013. - С. 264–269.
2. Овсянников С.Н. Защита жилой застройки от шума при реконструкции транспортных магистралей г. Томска / Овсянников С.Н. // Academia. Архитектура и строительство. - 2009. - № 5. - С. 128–131.
3. Осипов Г.Л., Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика. / Осипов Г.Л., Коробков В.Е., Климухин А.А. и др. Под ред. Г.Л. Осипова. - М.: Стройиздат, 1993. - 96 с.
4. СП 42.13330.2011. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*». – М.: ФГУ ВНИИПО, 2011. – 84 с.
5. СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003». – М.: ФГУ ВНИИПО, 2010. – 42 с.
6. Рекомендации по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий: НИИСФ. М.: Стройиздат, 1989. - 8 с.

<sup>1</sup>Буханов В.Д., канд. вет. наук, доц.,

<sup>2</sup>Везенцев А.И., д-р техн. наук, проф.,

<sup>1</sup>Лопанов А.Н., д-р тех. наук, проф.,

<sup>1</sup>Карайченцев В.Н., д-р вет. наук,

<sup>2</sup>Арсенко Е.А., канд. пед. наук, доц.,

<sup>2</sup>Оспищев В.П., ассистент.

(1–БГТУ им.В.Г.Шухова, г. Белгород, Россия;

2 - НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ БЕНТОНИТОПОДОБНЫХ ГЛИН

*Препарат, полученный на основе монтмориллонит содержащих глин, наряду с высокими сорбционными характеристиками не обладает местно-раздражающим, аллергизирующим, тератогенным, токсическим и канцерогенным действием, не оказывает отрицательного действия на функции и структуру жизненно важных органов и не вызывает изменений в составе клеток периферической крови.*

*Ключевые слова: экологическая безопасность, бентонитоподобные глины, препарат «Сорбент», детоксикация, антиязвенное, местно-раздражающее, аллергизирующее, тератогенное, токсическое и канцерогенное действие.*

Введение и актуальность темы. Постоянно возрастающее загрязнение окружающей среды предопределяет избыточное содержание токсичных веществ в питьевой воде, продуктах питания, кормах и животноводческой продукции. В сложившейся ситуации особую актуальность принимает поиск способов снижения содержания потенциально опасных для здоровья веществ путем связывания и выведения из организма различных ксенобиотиков, микроорганизмов, их токсинов, эндогенных промежуточных и конечных продукты обмена, способных накапливаться или проникать в полость желудочно-кишечного тракта в ходе течения различных заболеваний [1].

Особый интерес в этом отношении представляют минералы монтмориллонитовой группы, проявляющие детоксицирующую функцию, адсорбируя и выводя из кишечника токсины, продукты незавершенного метаболизма, патогенные и условно-патогенные бактерии, аллергены.

Минералогический состав бентонитоподобных глин представлен преимущественно водными алюмосиликатами (т.е. глинообразующий минерал) и кварцем в виде кварцевого песка. Их химический состав колеблется в широких пределах:  $\text{SiO}_2$  – 45-80%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 3-15%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 10-40%.

Однако, основываясь на неоднократно проводимых оценках токсичности алюминия, входящего в состав монтмориллонит содержащих глин, требованиями Постановлений ЕС № 1129/2011, ЕС № 380/2012, было решено исключить из перечня разрешенных для использования ряд алюминий содержащих пищевых добавок E554 (алюмосиликат натрия), E555 (алюмосиликат калия), E556 (алюмосиликат кальция), E558 (бентонит), E559 (каолин) и др.

На данный период времени согласно Постановлению ЕС № 380/2012 пищевые добавки бентонит (E558), алюмосиликат кальция (E556), алюмосиликат (каолин) (E559) исключены из перечня разрешенных для использования в Европейском Союзе пищевых добавок, а пищевые добавки алюмосиликат натрия (E554) и алюмосиликат калия (E555) используются ограниченно. В связи с этим представляется целесообразным исключение пищевых добавок E 554, E 555, E556, E 558 и E 559 из перечня Приложения 2 ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». В итоге, принимая во внимание полученные данные, из перечня разрешенных для использования в пищевой промышленности Российской Федерации исключены вышеуказанные алюминий содержащие пищевые добавки [2, 3].

По нашему мнению структура монтмориллонитового минерала, представленная трехслойным пакетом типа (2:1): два слоя кремнекислородных тетраэдров  $[\text{SiO}_4]_4$ , обращенных вершинами друг к другу, с двух сторон покрывающих слой алюмогидроксильных октаэдров  $[\text{Al}(\text{O},\text{OH})_6]_3$ , достаточно устойчивая и при воздействии пищеварительных ферментов в желудочно-кишечном тракте не разрушается и ионы алюминия не поступают в просвет кишечника [4, 5]. Таким образом, поступающий в организм оксид алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в составе монтмориллонит содержащих глин в виде энтеросорбента, пищевой или кормовой добавки по пищеварительному каналу проходит транзитом.

Поэтому целью данного исследования является установление безвредности для человека и животных разработанного монтмориллонит содержащего препарата «Сорбент», а именно: определение его специфического, местно раздражающего, алергизирующего, тератогенного, канцерогенного и токсического действия и биосовместимости для подопытных животных при длительном его использовании.

Материал и методы исследований. Объектом исследования служил разработанный препарат «Сорбент» [6] на основе монтмориллонита. Опытный образец энтеросорбента представляет собой порошок от

желтовато- или серовато-белого цвета до серовато- или коричневатого желтого цвета без запаха. Размер наиболее часто встречающихся частиц в суспензии составляет 5,05-8,00 мкм. Химический состав «Сорбента» определяли методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии (рентгеновский спектрометр ARL OPTIM'X): SiO<sub>2</sub> - 60,12; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 19,36; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,27; TiO<sub>2</sub> - 0,94; MgO - 3,04; CaO - 8,87; K<sub>2</sub>O - 2,40 масс. %.

Анализ порошковой рентгеновской дифрактограммы «Сорбента» показал, что данный образец включает следующие фазы: монтмориллонит, кварц, иллит, каолинит, мусковит, кальцит и полевые шпаты. Массовая доля монтмориллонита в препарате «Сорбент» составляла 65-70 масс. %. Вычисленное по уравнению Брунауэра, Эметта и Теллера (БЭТ) значение его удельной поверхности составило 123 м<sup>2</sup>/г.

Опыты по выяснению раздражающего и токсического действия препарата «Сорбент» проводили на белых крысах и морских свинках, содержащихся индивидуально в отдельных клетках на обычном рационе в соответствии с санитарными правилами (№ 1045-73), утвержденными МЗ СССР 06.04.73 г., приказом МЗ СССР №755 от 12.08.77 г. и ГОСТ Р 53434-2009. В исследовании использовали крысы линии Wistar массой 210±20 г и аутбредных морских свинок – 480±520 г. Животные были получены из вивария НИУ «БелГУ». Опыты были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, ГОСТ Р ИСО 5725-2002 и «Правилами лабораторной практики», утвержденными приказом Минздравсоцразвития РФ от 23.08.2010 № 708н, с соблюдением «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» [Directive 2010/63/EU].

Язвенные поражения слизистой желудка у подопытных животных вызывали следующими методами: нейрогенного характера (путем обездвиживания животного); резерпиновым и бутационом. В то же время животным опытной группы непосредственно в желудок однократно вводили исследуемый «Сорбент» в дозе 600 мг/кг массы тела. Через 24 часа животных обеих групп умерщвляли, извлекали желудок и макроскопически оценивали состояния его слизистой оболочки.

Возможное аллергизирующее действие препарата «Сорбент» изучали на классической модели анафилактического шока, вызываемого у морских свинок при введении сенсибилизирующей и разрешающей доз лошадиной сыворотки. В опытных группах



животным принудительно в желудок вводили препарат «Сорбент» в дозе 200 мг/кг массы тела.

В опытах по изучению тератогенных свойств препарата «Сорбент» использовали самок белых крыс, которым ежедневно внутрижелудочно, начиная с первого дня случки, вводили исследуемый препарат в дозе, превышающей терапевтическую в 7,5 раз. Контрольной группе животных вводили изотонический раствор натрия хлорида в объемах, соответствующих водной фазе исследуемого препарата.

Выяснение канцерогенности препарата «Сорбент» проводили на белых крысах, в стерильных условиях им была произведена перевивка карциномы Герена. В течение последующих 30-ти суток опытные животные ежесуточно получали орально исследуемый «Сорбент» в дозе 200 мг/кг массы тела. Контрольным крысам ежесуточно вводили изотонический раствор натрия хлорида в объемах, соответствующих водной фазе исследуемого препарата.

Острую токсичность препарата «Сорбент» устанавливали на белых крысах. Суспензию исследуемого препарата принудительно вводили внутрижелудочно в разовых дозах 3,0-3,5 г/кг массы тела. Наблюдения за животными проводили непосредственно перед введением препарата и в течение последующих 14-ти суток.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований на белых крысах и морских свинках, в условиях экспериментальных язвенных поражений различного генеза, данный препарат не только не обладал местно-раздражающим действием и не усиливал действие химических соединений, вызывающих экспериментальную язвенную патологию, а в подавляющем большинстве случаев оказывал выраженное антиязвенное действие, статистически достоверное при оценке по интегральному антиязвенному показателю – индексу Паулса.

В условиях анафилактического шока у морских свинок препарат «Сорбент» не обладал алергизирующим действием.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют расширить показания для применения разработанного энтеросорбента. Он может быть показан у больных с язвенной болезнью желудка, язвенными колитами как препарат с выраженной антиязвенной активностью.

При внутрижелудочном введении «Сорбента» лабораторным животным в дозах, превышающих терапевтическую в 7,5 раз, он не обладал тератогенным действием. Длительное пероральное введение

этого минерала не оказывало даже минимального стимулирующего действия на опухолевой процесс.

По результатам проверки на белых крысах установлено, что «Сорбент», полученный из минерального природного сырья, лишен токсических свойств.

Введение препарата белым крысам и морским свинкам не вызывает изменений в составе клеток периферической крови, тем самым свидетельствуя о его безвредности при внутривенном поступлении.

Назначение препарата «Сорбент» в соответствии с условными курсами лечения в дозе, превышающей терапевтическую в 7,5 раз, не вызывало функциональных нарушений тканей печени, почек и поджелудочной железы опытных животных. Препарат «Сорбент» не оказывал даже минимального стимулирующего действия на опухолевый процесс. Длительное введение исследуемого препарата белым крысам, морским свинкам не сопровождалось макро- и микроизменениями структуры всех исследованных тканей и органов, тем самым отсутствовали признаки токсичности препарата.

Введение лабораторным животным препарата «Сорбент» в разовых дозах 3,0-3,5 г/кг массы тела не сопровождалось токсическими проявлениями в ответ на принудительное энтеральное применение.

Заключение. Установлено, что препарат, полученный на основе монтмориллонит содержащих глин, наряду с высокими сорбционными характеристиками экологически безопасен и не обладает местно-раздражающим, аллергизирующим, тератогенным, токсическим и канцерогенным действием, не оказывает отрицательного действия на функции и структуру жизненно важных органов (печень, почки, поджелудочная и щитовидная железа, сердце, головной мозг).

Экспериментальный препарат оказал выраженное антиязвенное действие, статистически достоверное при оценке по интегральному антиязвенному показателю – индексу Паулса.

Разработанный препарат, кроме детоксикации организма может быть показан больным с язвенной болезнью желудка, язвенными колитами, как препарат с антиязвенной активностью.

На основе результатов проведенных экспериментальных исследований опытный образец лекарственного средства может быть рекомендован к клиническому изучению и внедрению в клиническую практику.

### Библиографический список

1. Беляков Н.А., Энтеросорбция (введение в проблему). / Беляков Н.А., Соломенников А.В. – Л.: Лен ГИДУВ, 1990. – 35 с.
2. Багрянцева О.В. Об изменениях в законодательстве Евразийского Таможенного союза, регламентирующих применение пищевых добавок и ароматизаторов / О.В. Багрянцева, Г.Н. Шатров // Пищевые ингредиенты: сырьё и добавки. – 2014. № 1. – С. 30-35.
3. Хотимченко С.А. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений / С.А. Хотимченко, В.В. Бессонов, О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский // Медицина труда и экология человека. – 2015. – №4. – С. 7-14.
4. Буханов, В.Д. Современные проблемы качественного питания и получение экологически чистых продуктов животного происхождения / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Л.И. Науменко, Н.И. Мячикова // Прогрессивна техніка та технологи харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. Наук. Пр. - Харків: ХДУХТ, 2009 май. - С.474-479.
5. Буханов В.Д. Комбинированные препараты для лечения дизентерии у свиней / В.Д. Буханов А.И. Везенцев Н.П. Зуев Л.А. Козубова Н.А. Воловичева // Научные ведомости Серия Естественные науки. 2012. № 3 (122). Выпуск 1. – С. 174-179.
6. Пат. 2471549 Российская Федерация, МПК В01J20/12. Сорбент / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Н.А. Воловичева, С.В. Королькова, В.Н. Скворцов, Л.А. Козубова, Г.В. Фролов, А.В. Панина, Н.А. Сафонова Заявитель и патентообладатель Белгород, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет" (НИУ "БелГУ"). – № 2011112702; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.01.2013.

УДК 631.879

Гафаров Р.Р. маг.

Пендюрин Е.А., к. с-х. н., доц.

(БГТУ им В.Г. Шухова, г Белгород, Россия)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИЗИН СУЛЬФАТА

*В статье рассмотрены вопрос о возможности использования побочного продукта в виде экстракта кукурузного сырья. Установлено что он состоит из органического вещества и воды. Одним из способов его вторичного использования может быть применение его в качестве добавки в органоминеральное удобрение.*

*Ключевые слова: лизин сульфат, органоминеральные удобрения, побочные продукты производства.*

L-лизин сульфат 75% - кормовая добавка, предназначенная для балансирования аминокислотного состава и обогащения витаминами и микроэлементами кормовых рационов сельскохозяйственных

животных, в том числе птиц и рыб. L-лизин сульфат 75% получают путем микробиологического синтеза кукурузного сырья с использованием культур *Corynebacterium glutamicum* [1].

При его производстве побочно образуется побочный продукт в виде экстракта кукурузного сырья, в настоящее время не нашедший должного применения.

Опытное исследование осадка образующегося после фильтрации нейтрализованного кукурузного сырья.. выявило, что его можно использовать в различных отраслях:

1. Получение бактериальных сухих удобрений (используется в качестве субстрата).

2. Производство кормов и кормовых добавок.

3. Получение антибиотиков (один из компонентов питательной среды для выращивания плесневелых грибов - биомитина, пенициллина, стрептомицина и др.).

4. Выращивание кормовых дрожжей (один из компонентов питательной среды).

Нами был отобран и проанализирован осадок после фильтрации нейтрализованного кукурузного сырья. в основном состоящий из: (таблица 1).

Таблица 1 - Химический и токсикологический состав кукурузного экстракта

Наименование показателя	Ед. измерений	Наименование НД, регламентирующего методику проведения испытаний	Фактическое значение результата испытаний	Значение погрешности результата испытаний
1	2	3	4	5
рН	Ед.рН	ГОСТ 27979-88	4,3	±0,3
Массовая доля влаги	%	ГОСТ26713-85	24,8	±0,6
Массовая доля золы	% на сух. вещество	ГОСТ 26714-85	17,0	±0,3
Массовая доля органического вещества	% на сух. вещество	ГОСТ 27980-88	75,2	±1,3
Массовая доля общего азота	% на сух. вещество	ГОСТ 26715-85	4,71	±0,25
Массовая доля общего фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	% на сух. вещество	ГОСТ 26717-85	4,14	±0,17
Массовая доля общего калия (K <sub>2</sub> O)	% на сух. вещество	ГОСТ 26718-85	2,59	±0,08

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<b>Токсичные элементы</b>				
Массовая концентрация свинца	Мг/кг сухого вещества	ГОСТ Р 53218-2008	0,32	±0,09
Массовая концентрация кадмия	Мг/кг сухого вещества	ГОСТ Р 53218-2008	0,009	±0,002

Из таблицы 1 видно, что осадок в основном состоит из органического веществ и воды. Токсичные элементы такие как свинец и кадмий находятся в пределах ПДК. Так как анализ состава осадка 85 % органическое вещество то его возможно использовать его в качестве органоминерального удобрения.

Данный удобрительный продукт будет обладать высокой поглотительной способностью по отношению к элементам питания растений[2]. При этом, весь комплекс микро- и макроэлементов впечатан в матрицу целлюлозы и прочно удерживается в почве в доступных растениям формах, предотвращается их вымывание из прикорневого слоя, что позволяет вносить удобрение раз в несколько лет.

#### **Библиографический список**

1. Мельников, Л.Ф. Органоминеральные удобрения : теория и практика их получения и применения / Л. Ф. Мельников. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2007. - 304 с.

2. Производство лизин сульфата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lysine31.ru/shop/products/product/lizin-sulfat/> дата обращения: 30.09.2019.

**УДК 674.8**

**Горелова О.М., канд. техн. наук, доц.,  
Ощепкова А.С., студ.,  
Роо И.В., студ.**

*(АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия)*

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИСТВЕННИЦЫ**

*Переработка отходов древесины лиственницы, таких как, щепы, опилки, позволяет получать биологически активные вещества – дигидрокверцетин и арабиногалактан.*

*Ключевые слова: отходы переработки лиственницы, дигидрокверцетин, арабиногалактан, рациональное природопользование, экстракция, полисахариды, биофлавоноиды, ИК-спектметрия.*

XXI век – это век великих открытий, бесконечных технологических возможностей и ежегодно увеличивающихся гор мусора различного рода. По данным Росприроднадзора объем образования отходов производства и потребления в России составляет более 4,5 млн. т в год [1]. В настоящее время ведется борьба с накопленным мусором и политика нашего государства стимулирует данное направление. Распоряжением от 25 января 2018 г. № 84-р Правительство РФ утвердило «Стратегию развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» [2]. Среди отходов зачастую находятся весьма ценные компоненты, которые могут быть переработаны в конкурентоспособную продукцию высокого качества. Примером являются отходы лесопромышленных комплексов и деревоперерабатывающих комбинатов. Согласно «Стратегии...», в РФ ежегодно образуется свыше 200 млн. м<sup>3</sup> отходов древесины [2]. Из такого вида материала можно производить и получать огромный спектр товаров, имеющих спрос на рынке. Яркий пример тому отходы деревообработки лиственницы.

Лиственница – одна из наиболее распространенных хвойных пород в мире [3]. Древесина этого растения обладает множеством выгодных качеств и универсальна в своем применении. Помимо своих физико-механических свойств, которые ценятся в строительстве, лиственница содержит ряд полезных веществ, являющихся перспективным сырьем для лесохимической промышленности. В древесине находятся биологически активные вещества, такие как терпеноиды, стероиды, алкалоиды, флавоноиды, комплекс полисахаридов (холоцеллюлоза) и прочее [4]. Наибольший интерес при переработке вызывают следующие составляющие древесины лиственницы: арабиногалактан (АГ) и дигидрокверцетин (ДГК), которые обладают биологической активностью и широко применяются в фармакологии, косметологии, животноводстве, медицине, растениеводстве.

Древесина лиственницы двух видов (*Larix sibirica* Ledeb. and *L. gmelinii* (Rupr.) Rupr.), произрастающих в Сибири и на Дальнем Востоке, содержит до 10 - 15 % АГ. В комлевой части - до 3,5 % флавоноидных соединений с преобладающим (> 80 %) содержанием ДГК [5].

Арабиногалактан – это природный водорастворимый полисахарид. Дигидрокверцетин – биофлавоноид или антиоксидант натурального

происхождения. Экспериментально подтверждено, что эти соединения оказывают благоприятное воздействие на живой организм.

Способы извлечения АГ и ДГК из лиственничного сырья основаны на экстракции, отличаются только методами подготовки исходного сырья, способами очистки экстрактов и целевых продуктов от примесей.

Целью нашей работы являлось выделение АГ и ДГК из отходов, образующихся при переработке лиственницы в щепу для копчения. При этом является невостребованной и идет в отходы фракция размером менее 3 мм. Несмотря на то, что это дерево хвойных пород, его довольно успешно применяют для дымообразования в коптильных установках, при этом отмечают невысокое смолообразование в процессе копчения и приятных вкус производимых продуктов питания.

При проведении экспериментальных исследований, экстракция АГ и ДГК осуществлялась на аппарате Сокслета, в качестве экстрагента применялась вода. С целью концентрирования полезных компонентов в экстракте, его выгрузку проводили только после обработки 3 загрузок древесного сырья. Далее из экстракта отгонялась вода, после чего, для осаждения АГ добавлялся этанол (96 % об.). Осадок АГ отделялся, высушивался, а из спиртовой части выделялся ДГК путем отгонки этанола. Практический выход арабиногалактана от массы сырья составил – 11,7 % масс., дигидрокверцетина – 0,9 % масс.

АГ и ДГК высокой степени чистоты представляют собой белый кристаллический порошок. Амфорная структура и наличие окраски у полученных продуктов свидетельствует о присутствии в них посторонних примесей [6].

Идентификация АГ и ДГК проводилась методом ИК-спектроскопии при сравнении спектров полученных продуктов с эталонными спектрами. Анализ подтвердил наличие и высокое содержание в продукте «арабиногалактан» целевого вещества (рисунок 1). Дигидрокверцетин методом ИК-спектроскопии в продукте обнаружен не был.

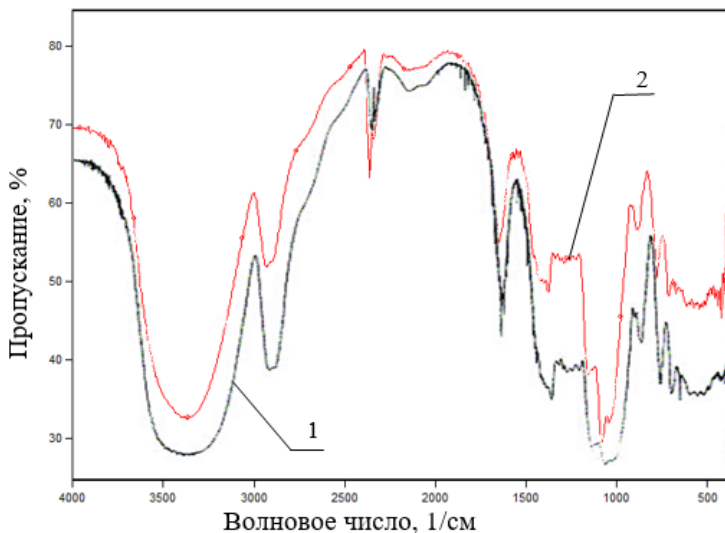


Рис. 1 – Сравнение спектров эталонного (1) и испытуемого образцов (2) арабиногалактана

Для установления наличия ДГК, экстракт подвергался ряду качественных реакций на флавоноиды [7]. При экспериментальных исследованиях проводились цианидиновая проба (проба Шинода) и реакция с концентрированной минеральной кислотой ( $H_2SO_4$ ). В пробе Шинода флавоноиды при восстановлении магнием в присутствии концентрированной соляной кислоты дают оранжевое или красное окрашивание, обусловленное образованием антоцианидинов. В реакции с минеральными кислотами флавоноиды образуют оксониевые соли, причем окраска раствора должна переходить в ярко-желтую или ярко-оранжевую. В ходе экспериментов с продуктом, предположительно содержащим ДГК, цвет приготовленных растворов менялся на характерный для каждой из качественных реакций, поэтому было сделано заключение о том, что в экстракте присутствуют флавоноиды.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование отходов лиственницы для получения достаточно востребованных биологически активных веществ возможно и является рациональным методом использования материальных ресурсов планеты.



### Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году». - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solidwaste.ru/i/ndocs/687/1-120gosdoklad2011.pdf>
2. Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMguaKoferAowzJ.pdf>
3. Лиственница. Справочник. Лесоматериалы. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://les.novosibdom.ru/node/413>
4. Терентьева Э.П., Удовенко Н.К., Павлова Е.А. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров, 2015. -[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/7.pdf>
5. Бабкин В.А., Остроухова Л.А., Малков Ю.А. и др. Биологически активные экстрактивные вещества из древесины лиственницы. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibran.ru/upload/iblock/98c/98c5affeeb96ad5dcca3e42b88e52efa.pdf>
6. Ковалевская Е.Г. Оптимизация условий производства субстанции дигидрокверцетина, разработка лекарственного препарата на её основе. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pmedpharm.ru/content/documents/3ed65c78eefc57ba4c76a73efcd92256.pdf>
7. Федосеева Г.М., Мирович В.М., Горячкина Е.Г., Переломова М.А. Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды. Методическое пособие по фармакогнозии. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://mir.ismu.baikal.ru/src/downloads/346ae99c\\_metodicheskoe\\_posobie\\_po\\_flavonoidam.pdf](https://mir.ismu.baikal.ru/src/downloads/346ae99c_metodicheskoe_posobie_po_flavonoidam.pdf)

УДК 628.349.087

**Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,  
Зайнуллина А.Р., студ.,  
Долгинцев Н.В., студ.,  
Сарбаева А.А. студ.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ТНРС ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

*Проведены исследования по очистке сточных вод производства тринитрорезорцината свинца физико-химическими методами и показана возможность доочистки при помощи воздействия электрического поля на установке из поляризованного полимерного короноэлектрета. Применение электрохимического способа в качестве доочистки сточных вод позволяет снизить значения ХПК до нормативных.*

*Ключевые слова: сточные воды, физико-химические методы, поляризованный полимерный короноэлектрет, электрохимический метод, тринитрорезорцинат свинца, очистка.*

Очистка сточных вод (СВ) тесно связана с охраной окружающей среды и является актуальной проблемой современности. В последние десятилетия отмечено значительное повышение в водах открытых водоемов содержания трудноокисляемых органических соединений, тяжелых металлов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ и других загрязнений вследствие сброса промышленными и коммунальными предприятиями недостаточно очищенных сточных вод.

Сточные воды производства инициирующих взрывчатых (ИВВ) веществ представляют серьезную опасность для водных объектов Российской Федерации. Одним из штатных ИВВ является тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), проблема эффективной утилизации сточных вод которого не решена и на сегодняшний день. Поэтому задача создания технологии по локальной очистке данных сточных вод является актуальной.

Научные исследования на кафедре Инженерной экологии КНИТУ в области очистки сточных вод производства ИВВ продолжаются несколько лет, это сточные воды производства диазодинитрохинона [1-6], калиевой соли динитробензфураксана [7-10]. На сегодняшний день проводятся экспериментальные работы по очистке сточных вод производства тринитрорезорцината свинца (ТНРС), которые образуются на одном из оборонных предприятий России.

Ранее были проведены эксперименты по исследованию некоторых физико-химических методов [11-18] при очистке стока производства ТНРС, которых показали достаточно хорошую эффективность.

Сточная жидкость производства ТНРС имеет ярко-желтый цвета и высокое значение ХПК, равное 16480 мг О/ дм<sup>3</sup>, остальные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели исходной сточной воды производства ТНРС

Показатель	Размерность	Значение
ХПК	мг О/ дм <sup>3</sup>	16480,00
pH	–	8,94
Оптическая плотность (D)	–	0,69
Светопропускание (Т)	%	21,00

В данном исследовании изучалась возможность очистки сточных вод производства ТНРС электрохимическим способом при помощи поляризованного полимерного короноэлектрета.

Электрическое поле способствует ионизации компонентов сточной воды, интенсифицируются процессы разложения поллютантов [10].

Эксперимент заключался в пропускании исследуемой сточной жидкости между короноэлектретом и подложкой. В зазоре между подложкой и короноэлектретом возникает электрическое поле, которое способствует ионизации компонентов СВ и их дальнейшему разложению. Сточная жидкость после прохождения через установку исследовалась на физико-химические параметры.

В качестве образцов для исследования были взяты пробы после предварительной коагуляционной очистки солями железа (II) и (III) при различной рН, так как при значительном снижении физико-химических параметров сточных вод после обработки коагулянтами на более 80 % по значению ХПК до 2060 мг О/ дм<sup>3</sup> данное значение ХПК не позволяет, при использовании данного способа очистки, направлять сточную жидкость на биологические очистные сооружения [16-18].

В результате электрохимической доочистки сточных вод производства ТНРС при помощи поляризованного короноэлектрета позволила увеличить глубину снижения ряда физико-химических параметров, а также уменьшить количество вводимых реагентов при коагуляционной очистке. Наилучшие физико-химические показатели, полученные после электрохимической обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели сточной воды производства ТНРС, обработанной FeSO<sub>4</sub>, после электрохимической доочистки

Показатель	Размерность	Значение
ХПК	мг О/ дм <sup>3</sup>	810,00
рН	–	1,04
Оптическая плотность (D)	–	0,72
Светопропускание (Т)	%	19,00

В ходе экспериментов определили, что электрохимическая очистка способствует уменьшению значения ХПК, а увеличением количества обработок можно добиться более глубокой очистки СВ производства ТНРС.

Найдено, что использование метода электрохимической очистки в качестве доочистки позволяет снизить значения ХПК до нормативных, а также позволит снизить количество вносимых реагентов не менее чем в 3 раза для достижения тех же значений, что и без обработки.

Предложенная схема позволяет очистить сточную воду до нормативных значений, разрешающих сбрасывать СВ на биологические очистные сооружения и имеет эффективность очистки 95% по значению ХПК.

#### Библиографический список

1. Зайнуллин А.М., Очистка сточных вод производства diazodinitroquinone / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. –2009.– № 1 (97).– С. 38-39.
2. Зайнуллин А.М., Исследование очистки сточных вод производства diazodinitroquinone в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Фридланд С.В. // Депонированная рукопись ВИНТИ – № 781 в 2007–27.07.2007.
3. Зайнуллин А.М., Исследование состава полюантов и изменения их свойств в ходе физико-химической очистки сточных вод производства diazodinitroquinone / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В., Мусин Р.З., Ризванов И.Х. // Химия в интересах устойчивого развития. –2007.– Т. 15.– № 4.– С. 427-436.
4. Зайнуллин А.М., Исследование каталитической очистки сточных вод производства diazodinitroquinone / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности.– 2005.– № 7.– С. 46-49.
5. Зайнуллин А.М., Сорбенты для очистки сточных вод производства diazodinitroquinone / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.
6. Зайнуллин А.М. Экологическое сопровождение промышленного производства diazodinitroquinone: дисс...канд. техн. наук.:03.00.16. – Казань– 2006.–168с.
7. Вахидова И.М., Исследование методов очистки сточных вод производства нитропроизводных соединений / Вахидова И.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Зайнуллин А.М. // Безопасность жизнедеятельности.– 2013.– № 9 (153).– С. 9-13.
8. Вахидова И.М., Очистка сточных вод производства инициирующих взрывчатых веществ на базе нитрофураксанов / Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Экология и промышленность России. – 2010.– № 10.– С. 47-49.
9. Вахидова И.М., Очистка сточных вод от производных фураксана / Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Водоочистка.– 2010.– № 11.– С. 34-38.
10. Вахидов Р.М., Очистка стоков производства 4,6 - динитробензофураксана электрохимическим способом / Вахидов Р.М., Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Галиханов М.Ф. // Вестник казанского технологического университета.– 2010.– № 7.– С. 380-384.
11. Зайнуллин А.М., Очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца мембранным способом / Зайнуллин А.М.,

Зайнуллина Л.Ф. // В сб.: энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сб. докл. III междунар. науч.-техн. конф. г. Белгород. –2017.– С. 31-35.

12. Зайнуллин А.М., Влияние рН среды на эффективность очистки сточных вод производства тринитрорезорцината свинца в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Зайнуллина Л.Ф., Шафигуллина Г.М., Шайхиев И.Г., Дмитриева Е.А. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 13. –С. 123-127.

13. Акчурина Р.Ф., Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца с использованием активированных углей / Акчурина Р.Ф., Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Шафигуллина Г.М., Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 24. – С. 137-140.

14. Абзалова А.Г., Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца альтернативными сорбционными материалами / Абзалова А.Г., Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Шафигуллина Г.М., Гречина А.С., Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 18. –С. 142-146.

15. Шайхиев И.Г., Окислительная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца пероксидом водорода / Шайхиев И.Г., Зайнуллин А.М., Шафигуллина Г.М., Гильманов Р.З. // Вестник технологического университета. –2016. –Т. 19. –№ 12. –С. 176-179.

16. Шайхиев И.Г., Коагуляционная очистка сточных вод производства ТНРС / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. –Т. 18. –№ 14. –С. 220-222.

17. Шайхиев И.Г., Влияние рН на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II) / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.

18. Шайхиев И.Г., Коагуляционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.И., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Журнал экологии и промышленной безопасности. –2015. –№ 1-2. –С. 65-66.

**УДК 628.16.081.3**

**Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,  
Зайнуллина А.Р., студ.,  
Долгинцев Н.В., студ.,  
Сарбаева А.А. студ.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

## **ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ТНРС**

*Исследованы адсорбенты (СКТ-3, ОУ-А, АУ-Э) для очистки сточных вод производства тринитрорезорцината свинца и показана их высокая эффективность. Применение данных сорбентов для очистки сточных вод*

*производства тринитрорезорцината свинца позволяет достичь нормативных значений ХПК, позволяющих направлять сточную жидкость на биологическую очистку.*

*Ключевые слова: сточные воды, физико-химические методы, адсорбенты, активированные угли, тринитрорезорцинат свинца, очистка*

В последние годы проблема загрязнения водных ресурсов еще более актуальной в связи с продолжающимся ростом антропогенной нагрузки на природную среду.

Эффективная и качественная очистка сточных вод (СВ) является необходимым условием сохранения чистоты водных объектов.

Крайне серьезную опасность загрязнения окружающей среды в последние годы представляют нитросоединения и ароматические углеводороды, входящие, в частности, в состав некоторых иницирующих взрывчатых веществ (ИВВ). Иницирующие взрывчатые вещества нашли широкое применение во многих отраслях промышленности.

На кафедре Инженерной экологии КНИТУ продолжают эксперименты по очистке сточных вод производства ИВВ, таких как диазодинитрохинона [1-6], калиевой соли динитробензфураксана [7-10]. Также проводятся исследовательские работы по очистке сточных вод производства тринитрорезорцината свинца (ТНРС), которые образуются на одном из оборонных предприятий России.

Ранее были проведенные эксперименты по изучению некоторых физико-химических методов [11-18] по очистке стока производства ТНРС показали достаточно хорошую их эффективность.

В настоящей работе исследовалась возможность удаления загрязняющих веществ, содержащихся в сточной воде производства ТНРС активированными углями (АУ) марок: СКТ-3, ОУ-А, АУ-Э.

Сточная жидкость производства ТНРС ярко-желтого цвета, имеет значение ХПК, равное 16480 мгО/дм<sup>3</sup>, рН = 8,94, оптическую плотность – 0,69.

Типовой опыт заключался в следующем: в плоскодонные колбы, объемом 250 мл, наливалось по 100 мл сточной воды. К последней добавлялось различное количество адсорбента (1, 5, 10 г). Содержимое колб интенсивно перемешивалось, и через ряд промежутков времени (3, 5, 10, 20, 30, 60(1 ч), 360(6 ч), 1440 мин (24 ч)) после начала эксперимента отбиралось необходимое количество сточной жидкости для определения изменения значения ХПК. По окончании процесса сорбции определялись остальные физико-химические показатели.

Из проведенных экспериментов видно, что активированные угли имеют хорошие сорбционные свойства применительно к примесям,

содержащимся в сточной воде. Полученные значения ХПК имеют близкие кинетические характеристики, особенно в начальный период адсорбции. При увеличении дозировки сорбента, значения ХПК снижаются, достигая минимальных значений при максимальной дозировке углей (10 г/л). Наиболее интенсивное снижение значений ХПК происходит в течение первых 0,5 часа контакта. По истечении двух-трех часов, достигается равновесие, и после этого значение показателей уже не изменяется. Наименьшие значения ХПК (~990 мг О/л) достигаются при обработке сточной воды исследованным сорбентом, представленным активированным углем марки ОУ-А используемого в количестве 10 г/л, что соответствует эффективности 94%. Эффективность других АУ ниже, однако, показатели полученные в результате эксперимента достаточно высокие, и составляют 91 % для АУ-Э и 88% для СКТ-3 соответственно. Показатели оптической плотности при этом стали равными для СКТ-3 – 0,23; для ОУ-А – 0,21; для АУ-Э – 0,37. Как видно сточная вода после процесса адсорбции осветлилась, благодаря удалению соединений, имеющих хромофорные группы.

Основываясь на полученных экспериментальных данных, можно констатировать, что АУ являются эффективными сорбентами примесей сточных вод производства тринитрорезорцината свинца.

По возрастанию сорбционной активности относительно примесей сточной воды в статических условиях, исследуемые образцы активированных углей можно расположить, согласно экспериментальным данным, в ряд:

СКТ-3 → АУ-Э → ОУ-А

Полученные данные позволяют использовать изученные адсорбенты для очистки сточных вод производства ТНРС ввиду их высокой эффективности по снижению значений ХПК и цветности.

#### **Библиографический список**

1. Зайнуллин А.М., Очистка сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. –2009.– № 1 (97).– С. 38-39.
2. Зайнуллин А.М., Исследование очистки сточных вод производства диазодинитрохинона в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Фридланд С.В. // Депонированная рукопись ВИНТИ – № 781 в 2007–27.07.2007.
3. Зайнуллин А.М., Исследование состава поланоантов и изменения их свойств в ходе физико-химической очистки сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В., Мусин

Р.З., Ризванов И.Х. // Химия в интересах устойчивого развития. –2007.– Т. 15.– № 4.– С. 427-436.

4. Зайнуллин А.М., Исследование каталитической очистки сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности.– 2005. –№ 7.– С. 46-49.

5. Зайнуллин А.М., Сорбенты для очистки сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.

6. Зайнуллин А.М. Экологическое сопровождение промышленного производства диазодинитрохинона: дисс... канд. техн. наук.:03.00.16. – Казань – 2006 .–168с.

7. Вахидова И.М., Исследование методов очистки сточных вод производства нитропроизводных соединений / Вахидова И.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Зайнуллин А.М. // Безопасность жизнедеятельности.– 2013.– № 9 (153).– С. 9-13.

8. Вахидова И.М., Очистка сточных вод производства инициирующих взрывчатых веществ на базе нитрофураксанов / Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Экология и промышленность России. – 2010.– № 10.– С. 47-49.

9. Вахидова И.М., Очистка сточных вод от производных фураксана / Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Водочистка.– 2010.– № 11.– С. 34-38.

10. Вахидов Р.М., Очистка стоков производства 4,6 - динитробензофураксана электрохимическим способом / Вахидов Р.М., Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Галиханов М.Ф. // Вестник казанского технологического университета.– 2010.– № 7.– С. 380-384.

11. Зайнуллин А.М., Очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца мембранным способом / Зайнуллин А.М., Зайнуллина Л.Ф. // В сб.е: энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сб. докл. III междунар. науч.-техн. конф. г. Белгород. –2017.– С. 31-35.

12. Зайнуллин А.М., Влияние рН среды на эффективность очистки сточных вод производства тринитрорезорцината свинца в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Зайнуллина Л.Ф., Шафигуллина Г.М., Шайхiev И.Г., Дмитриева Е.А. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 13. –С. 123-127.

13. Акчурина Р.Ф., Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца с использованием активированных углей / Акчурина Р.Ф., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Шафигуллина Г.М.,



Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 24. – С. 137-140.

14. Абзалова А.Г., Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца альтернативными сорбционными материалами / Абзалова А.Г., Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Шафигуллина Г.М., Гречина А.С., Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 18. –С. 142-146.

15. Шайхиев И.Г., Окислительная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца пероксидом водорода / Шайхиев И.Г., Зайнуллин А.М., Шафигуллина Г.М., Гильманов Р.З. // Вестник технологического университета. –2016. –Т. 19. –№ 12. – С. 176-179.

16. Шайхиев И.Г., Коагуляционная очистка сточных вод производства ТНРС / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. –Т. 18. – № 14. –С. 220-222.

17. Шайхиев И.Г., Влияние рН на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II) / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.

18. Шайхиев И.Г., Коагуляционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.И., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Журнал экологии и промышленной безопасности. –2015. –№ 1-2. –С. 65-66.

УДК 504.054:631.4

<sup>1</sup>Зуев Н.П., д-р ветеринар. наук, проф.,

<sup>2</sup>Лопанов А.Н., д-р техн. наук, проф.,

<sup>3</sup>Везенцев А.И., д-р техн. наук, проф.,

<sup>3</sup>Буханов В.Д., канд. ветеринар. наук, доц.,

<sup>1</sup>Зуев С.Н., асп.,

<sup>4</sup>Бакулин Е.Н., проректор,

<sup>3</sup>Оспищев В.П., асс.

(1 – БГАУ им. В.Я. Горина, Белгородская обл., Россия;

2 – БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия;

3 – БГУ, г. Белгород, Россия;

4 - ВГПУ, г. Воронеж, Россия)

## ПОЧВЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

*Источниками техногенного загрязнения почв являются предприятия металлургии и перерабатывающей промышленности. Техногенные ксенобиотики представлены тяжелыми металлами, диоксидами, фенолами. В рамках данной работы получен композиционный сорбент, обладающий*

*повышенными сорбционными характеристиками по отношению к патогенным микроорганизмам и ионам тяжелых металлов.*

*Ключевые слова. Почва, загрязнение, вред, источники, виды, коррекция, сорбенты, действие, применение, эффективность.*

В настоящее время, в связи с интенсивным ростом экономики, Российская Федерация столкнулась с глобальной экологической проблемой загрязнения окружающей среды радиоактивными нуклидами, тяжёлыми металлами, природными и промышленными углеводородами, поверхностно-активными веществами (ПАВ) пестицидами, нитратами, нитритами, возбудителями зооантропонозов [1]. Это влечет за собой рост заболеваемости и смертности населения, за счет накопления в организме опасных для здоровья веществ органического и неорганического происхождения [2]. Установлено, что более 65% всех исследованных колодцев не соответствуют требованиям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по качеству питьевой воды [3]. Это загрязнение угрожает здоровью человека и животных [4]. По заключению медиков и экологов, необходимы срочные действенные меры, чтобы хоть как-то снизить риск, которому подвергается население [5].

Целью работы было: определить основные источники почвенного загрязнения и разработать экологически эффективных физико-химических методов устранения антропогенных и техногенных загрязнений окружающей среды.

Для выполнения данной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Определить основные источники загрязнения почвы;
2. Разработать средства коррекции загрязнения почв;

Основными причинами микробного загрязнения почвы на территории жилой застройки являются:

- ◆ увеличение количества твердых бытовых отходов;
- ◆ несовершенство системы очистки населенных мест;
- ◆ изношенность и дефицит специализированных транспортных средств и контейнеров для сбора бытовых и пищевых отходов;
- ◆ отсутствие условий для мойки и дезинфекции мусоросборных контейнеров;
- ◆ отсутствие централизованной системы канализации в ряде населенных мест;
- ◆ неудовлетворительное состояние канализационных сетей;
- ◆ возникновение несанкционированных свалок.

В 2009 г. из исследованных 1342 проб почвы, не отвечало гигиеническим нормативам — 1,2 % (2008 г. — 2,8 %). Превышение

гигиенических норм по содержанию тяжелых металлов обнаружено в почве на территории Воронежа, Лискинского, Бутурлиновского и Рамонского районов области. В пробах почв обнаруживались в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы цинка, свинца, марганца [3]. Бездумное внесение удобрений, не всегда оправданное применение ядохимикатов, игнорирование оползневых явлений, ветровой и водной эрозии - всё это ведёт к деградации знаменитых воронежских чернозёмов. Потенциальную угрозу несёт наличие в области складов просроченных пестицидов, ядохимикатов, мест размещения высокотоксичных отходов. Большой урон для области наносит скупка, а по существу расхищению земель, которые выводятся из сельскохозяйственного оборота и используются для создания карьеров по незаконной добыче песка и глины, захламляются отходами, и часто используются не по прямому назначению. Продолжается захват земель под так называемую точечную застройку (особенно в областном центре) и под строительство коттеджей в береговых зонах. Микробиологические процессы, происходящие в почве, оказывают существенное влияние на газовый состав атмосферы. В процессах минерализации органических веществ, осуществляемых почвенной микрофлорой, в атмосферу выделяются CO<sub>2</sub>, оксид углерода (II), метан, водород, азот, оксиды азота (I и II), сероводород, а из атмосферы в почву поступает кислород. Считается, что самыми опасными соединениями тяжелых металлов являются: пестициды, окислы углерода и серы. Тяжелые металлы включают в свой состав химические элементы плотностью более пяти г/см кубический. Источники загрязнения окружающей среды самые разнообразные: ими являются места соприкосновения месторождений различного генезиса с почвой, рудные разработки, а также техногенные источники, представленные предприятиями черной и цветной металлургии, тяжелой промышленности. Загрязнителем окружающей среды является также транспорт. Следует отметить, что некоторые составные части растительного мира являются аккумуляторами соединений тяжелых металлов. Ежегодно в приземной слой атмосферы Воронежа от стационарных источников поступает около 15 тыс. тонн вредных химических веществ, из них окислов азота – 3731 тонн, сернистого ангидрита – 4331 тонн, 25 тонн тяжелых металлов, в том числе железо, кадмий, кобальт, медь, марганец, свинец, хром, никель, цинк. Превалирующими являются соединения железа – 21,233 т/год (84,7% от суммы выбросов тяжелых металлов). По 1,1 т/год (4,5%) поступает в атмосферу марганца и цинка, 0,380 т/год (1,5%) – меди, 0,185 т/год (0,7%) – свинца, 0,211 т/год (0,8%) – хрома. Исходя из объемов,

преобладают аэротехногенные выбросы тяжелых металлов в Левобережном районе, на долю которого приходится 47% выбросов. Основными вкладчиками в загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами являются предприятия машиностроения и металлообработки – 65,6% выбросов; строительных материалов – 8,4%; химической и нефтехимической промышленности – 4,3%. Источниками загрязнения окружающей среды в Воронежской области являются предприятия следующих отраслей промышленности.

#### *Металлургическая промышленность. Черная металлургия*

Современная металлургическая промышленность включает в себя черную и цветную металлургии. При полноценном металлургическом цикле на предприятиях налажено производство чугуна, кокса и стали. Вместе с тем, накапливаются отходы производства, которые превышают объем выпуска черных металлов в несколько раз. Считается, что предприятия с полным спектром производства обуславливают более 90% всех основных загрязнителей в данной местности. Составляющими ксенобиотиков являются свинец, кадмий, марганец, а также смолы, бензопирен, сероводород, роданиды, цианиды, смолы, мышьяк, аммиак, сернистый газ, окись углерода, окись азота, сероводород.

В современной науке давно известна абсорбционная способность бентонитов. Адсорбция обусловлена слоистой структурой этих природных глинистых минералов.

В современном мире все большее и большее распространение получают наноматериалы, применяемые как в комплексных препаратах при инфекционных заболеваниях человека и животных так и при инаktivации различных загрязнителей окружающей среды.

Корректирующее действие монтмориллонитсодержащих препаратов обусловлено их физико-химическими свойствами.

Проект направлен на получение новых знаний о влиянии вещественного состава и структурно-морфологических характеристик модифицированных слоистых силикатов структурного типа с разбухающей кристаллической решеткой в комплексе с антибактериальными препаратами на биологических возбудителей желудочно-кишечных заболеваний (эшерихий, брахиспир) в почве и других биологических средах окружающей действительности, что позволит разработать комплексные препараты, которые существенно снизят отрицательное воздействие ксенобиотиков и повысит экологическую безопасность.

Целью работы также было: разработка рецептуры и технологии производства инновационных, конкурентноспособных

композиционных сорбционно активных соединений для снижения нагрузки окружающей среды ксенобиотиками, использование которых позволит сократить и оптимизировать расход дорогостоящих препаратов, улучшить экологические, диетические параметры продукции животноводства и решить проблему импортозамещения. Планировалось изучение вещественного (химического, минералогического) состава унифицированных монтмориллонит содержащих сорбентов, выявление их адгезионных свойств, кинетики и механизма действия композиционных препаратов. Были разработаны дозы, кратность и пути введения комплексного препарата. Исходя из вышеперечисленных данных была проведена работа на выявление зависимости сорбционных свойств экспериментальных композиционных сорбентов от вещественного состава, текстурных и структурно-морфологических характеристик их ингредиентов и новых эффективных композиционных материалов.

Проведенными исследованиями было установлено, что композиционные сорбенты НПШ-1 и НШГ-1 имеют высокую сорбционную способность по отношению к ионам железа  $Fe^{3+}$ , которая составляет 79,08 – 97,07 %. В первые 5 минут наблюдается максимальная скорость сорбции.

Изучение морфологических признаков модельных растений гороха в различных условиях среды дает возможность оценки их состояния по отношению к действующему на них глифосату, который был внесен в условиях эксперимента в разных соотношениях с сорбентом.

Кроме того, были проведены исследования по влиянию разрабатываемых препаратов на биологическое загрязнение почв, представленное различными микроорганизмами.

Проведенными исследованиями было установлено, что использование разрабатываемых препаратов уменьшает концентрацию и количество в почве таких микроорганизмов, как кишечная палочка, сальмонелла, протей, энтерококк, синегнойная палочка, грибов рода кандиды и др., которые характеризуются отрицательными экологическими последствиями.

Дальнейшими исследованиями было установлено положительное действие предлагаемого сорбента на морфологические и физиологические показатели взятого в опыт модельного растения как горох.

Было выявлено, что внесение в почву, на которой выращивали растение разрабатываемый сорбент, уменьшало концентрацию в ней содержание такого пестицида как глифосат, повышало всхожесть и увеличение высоты гороха посевного.

#### Выводы:

1. Источниками техногенного загрязнения почв являются предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности;

2. Техногенные ксенобиотики представлены тяжелыми металлами, диоксидами, фенолами;

3. В рамках данной работы получен композиционный сорбент, обладающий повышенными сорбционными характеристиками по отношению к патогенным микроорганизмам и ионам тяжелых металлов.

4. Внесение в почву монтмориллонитсодержащего сорбента снижает концентрацию в почве элементов биологического загрязнения, представленного кишечной палочкой, сальмонеллой, протеем, синегнойной палочкой, энтерококком, грибами рода кандиды и др., которые являются составляющими экологического загрязнения окружающей среды и характеризуются патогенным влиянием на организм растений, животных и человека.

5. Внесение в почву разрабатываемого сорбента уменьшает концентрацию в ней пестицидов, повышает всхожесть и увеличение высоты вегетативных частей гороха посевного.

6. Предлагаемый для устранения экологического загрязнения монтмориллонитсодержащий сорбент уменьшает содержание в почве солей тяжелых металлов.

#### Библиографический список

1. Вальков В.Ф., Экология почв. Загрязнение почв. Учебное пособие для студентов ДО и ОЗО биолого-почвенного и геолого-географического факультетов. / Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2004. - 54 с.
2. Зайдельман Ф.Р., Почвы мочарных ландшафтов - формирование, агроэкология и мелиорация / Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - 160с.
3. Хабаров А.В. Социально-экологические проблемы организации природопользования, землепользования/ А.В. Хабаров - М.: Папирус ПРО. 2000.6 – 23 с.
4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта: учеб. пособие для студентов / А. И. Перельман 2 е изд. – М.: Высшая школа. 1995. - 342с.
5. Мотузова, Г.В. Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С.Безуглова, - М. : Академический Проект: Гаудеамус, 2007., - 237 с.

Лесовик В.С., д-р техн. наук, проф.  
Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород, Россия)  
Бабаев З.К., канд. техн. наук, проф.  
Джуманиязов З.Б., докторант  
(УрГУ, г.Ургенч, Узбекистан)

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИКИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПРИАРАЛЬЯ**

*В статье приведены сведения о дорожном клинкерном кирпиче, как строительном материале, применяемом при обустройстве парков, скверов и благоустройстве территорий, для мощения тротуаров, мостов, дорог. Применяя лессовидные суглинки Ярмышского месторождения, синтезированы опытные образцы дорожного клинкерного кирпича и изучены основные технические характеристики, в результате чего установлены возможности получения высококачественного материала из данного сырья.*

*Ключевые слова: керамика, кирпич, керамический кирпич, клинкер, дорожный клинкер, лессовидные суглинки.*

Реализация концепции современного архитектурного дизайна обуславливает острую необходимость применения эффективных конструкционных отделочных и декоративных материалов. Из опыта западных стран известно, при обустройстве парков, скверов и благоустройстве территорий самым подходящим декоративным материалом можно считать клинкерный кирпич. Он удачно вписывается в природный ландшафт, а его эксплуатационные свойства отлично подходят для дорожных покрытий. Клинкерная брусчатка позволяет выложить дорожки разного цвета, применить множество рисунков. Помимо ландшафтно-парковых зон дорожный клинкер используется при оформлении открытых пространств перед различными зданиями: офисами, отелями, развлекательными центрами, спортивными сооружениями, торговыми комплексами и т.д. Декоративные свойства, которыми обладает подобная брусчатка - это не единственное преимущество этого материала. Дорожный клинкер прочен, имеет высокую функциональность. Для мощения участков, на которых происходит интенсивное транспортное и пешеходное движение, рекомендуют применять именно дорожный клинкер. Он способен справляться с большими динамическими и статистическими нагрузками благодаря чему его рекомендуется использовать для мощения территориальных участков с интенсивным транспортным и пешеходным движением. Кроме того, дорожный клинкер морозостоек,

на него не оказывают воздействие влага и агрессивные химические вещества (соли, щелочи). Дорожный клинкер признан одним из лучших декоративных материалов для садово-паркового строительства и благоустройства территорий. Преимущества дорожного клинкера заключаются не только в отличных физико-механических и эксплуатационных свойствах, но и в том, что он более гармонично сочетается с природным ландшафтом, чем другие материалы для дорожного мощения. Впрочем, дорожный клинкер прекрасно подходит не только для мощения дорожек в ландшафтно-парковых зонах, но и для оформления открытых пространств перед репрезентативными зданиями и сооружениями: офисными и административными объектами, торговыми центрами, выставочными павильонами и т. д.

Использование дорожного клинкера для мощения в таких случаях является особенно удачным композиционным решением, если оно сочетается с обликом фасадов зданий и строительными и отделочными материалами, выбранными для их оформления. На оживленных городских улицах дорожное мощение из дорожного клинкера помогает оградить зеленые насаждения от контактов с транспортом и пешеходами, то есть создать своеобразные зеленые оазисы.

Исходя из вышеизложенного, нами разработана технология получения дорожного клинкерного кирпича. Для получения качественного керамического кирпича нами исследованы в лабораторных условиях низкосортные лессовидные суглинки месторождения Ярмыш Хорезмского региона Республики Узбекистан.

Анализ химического состава лессовидных суглинков месторождения Ярмыш Хорезмского региона Республики Узбекистан приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав лессового суглинка месторождения Ярмыш

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	∑
52,75	11,92	0,56	3,91	16,52	2,70	0,49	2,33	1,43	7,38	100,00

В более ранних работах [1-3] подробно изложены достаточно полные физико-химические и технологические свойства лессовидного суглинка месторождение Ярмыш. Для повышения качественных характеристик исходного сырья нами разработан способ гидроциклонного обогащения, как и в лабораторных, так и заводских условиях. Подготовка лессового суглинка в заводских условиях осуществлялась согласно общепринятой технологии на производстве.

В результате неравномерного обжига и распределения в массе легкоплавкая часть суглинка расплавляется, образуя расплавленную



массу, после охлаждения которая приобретает вид стеклообразного камня. Технологическая подготовка осуществлялась следующим образом. Шлак дробился в щековой дробилке до фракции 4-8 мм, затем поступал в шаровую мельницу и в течение 8 часов осуществлялся мокрый помол; полученный шлам подвергался грохочению в ситах с размером отверстий - 10000 отв/см<sup>2</sup>. Для приготовления пластичной суспензии часть лессового суглинка подвергалась роспуску в пропеллерной мешалке в соотношении Т:Ж= 1:3 в течение 30 мин. Полученная суспензия подавалась в гидроциклон, где под действием центробежных сил масса разделялась на 2 части. Выделенная верхняя фракция направлялась в рукавный пресс-фильтр, далее полученная пластичная масса подавалась в пропеллерную мешалку для получения связки. Формование керамического кирпича осуществлялось пластическим способом в ленточном вакуум-прессе, формовочная влажность массы 22-24%; сушка опытных заводских образцов осуществлялась при температуре 180<sup>0</sup>С в течение 48 часов. Обжиг изделий производился в 18 камерных кольцевых печах согласно принятому технологическому регламенту на предприятии.

На основе легкоплавкого лессового суглинка в лабораторных и заводских условиях были приготовлены ряд опытных образцов, составы которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Состав опытных масс

Компоненты	Составы масс*, %					
	Т	ДК1	ДК2	ДК3	ДК4	ДК5
Лесс суглинка	100	85	70	75	80	70
Шлак керамического кирпича	-	5	10	10	10	15
Пластическая связка	-	10	20	15	10	15

\*- Во всех опытных составах содержится коксовая мелочь до 5 %.

Дифрактограмма опытного образца ДК5 приведенная на рисунке 1, свидетельствует, что минеральный состав глиняного черепка обожженного кирпича представлен минералами: кристобалитом, анортитом, диопсидом.

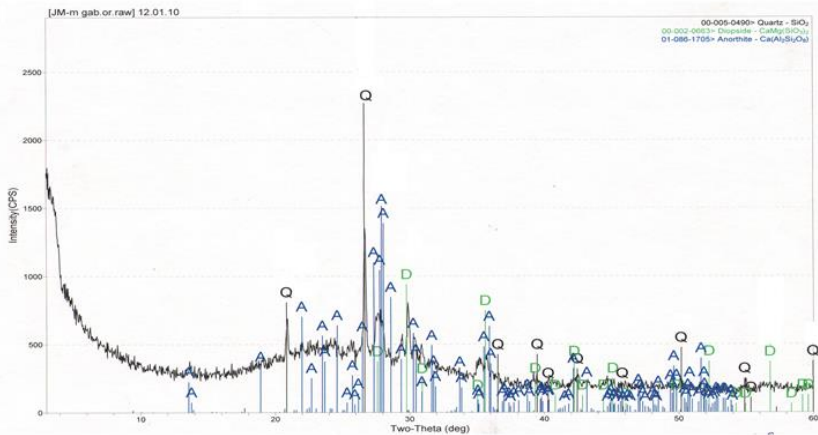


Рис.1 - Дифрактограмма опытного образца ДК5  
*Q*–кворталит, *A*–анортит, *D*–диопсид

В результате проведённых работ получены клинкерные кирпичи, характеризующиеся следующими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-механические свойства опытных образцов

	Составы опытных масс					
	T	ДК1	ДК2	ДК3	ДК4	ДК5
Прочность; МПа - при сжатии	10,5	36,4	47,6	58,3	61,3	63,4
- при изгибе	8,4	16,8	17,3	18,6	19,6	21,2
Водопоглощение, %	16,0	6,8	5,9	4,2	3,8	3,2
Износостойкость, г/см <sup>2</sup>	-	0,59	0,52	0,46	0,43	0,42
Морозостойкость, цикл.	15	25	50	75	75	100
Налёты, высолы	Имеется	Отсутствует				

Как видно, из таблицы 3 наиболее высокие физико-механические характеристики имеют составы опытных масс ДК4 и ДК5. По нашему мнению улучшенные физико-механические и технические показатели обеспечиваются за счет однородности опытных масс по показателю гранулометрического состава; высокая гомогенность масс способствует активному протеканию процессов спекания керамического черепка с участием кирпичного шлака и выгорающей добавки-кокса при более низких температурах, по сравнению с

составами без указанных добавок. Кирпичный шлак, вводимый в составы масс, видимо, играет роль центра образования жидкой фазы. Керамическая масса, модифицированная выгорающими добавками, в процессе обжига претерпевает ряд изменений. В первоначальный период из-за выгорания топливного порошка происходит спекание легкоплавких соединений, присутствующих в составе массы, которые в дальнейшем расплавляются. Образовавшаяся жидкая фаза связывает более тугоплавкие частички компонентов массы, цементируя их в конгломерат, за счет дальнейшего подъема температур эти тугоплавкие соединения растворяются в жидкой фазе, образуя при этом такие соединения как муллит, альбит, нефелин.

В результате проведенных лабораторных и заводских экспериментов установлено, что с увеличением степени спекания керамического кирпича возрастает их плотность, механическая прочность, твердость, химическая стойкость и сопротивляемость воздействию различных агрессивных сред, уменьшается газо- и водопроницаемость.

На основе лабораторных и заводских испытаний разработан технологический регламент на производство клинкерного кирпича методом экструзивного формования из суглинков Ярмышского месторождения с применением шлаков керамического кирпича и шликерного связующего, полученного на основе суглинков.

#### **Библиографический список**

1. Юнусов М.Ю., Улучшение формовочных свойств низкосортных лессовых суглинков Ярмышского месторождения / Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Саидназарова И.С. и др. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2009. – №4. – С. 11-14.
2. Юнусов М.Ю., Гидроизоляционный кирпич на основе низкосортных лессовых суглинков Ярмышского месторождения / Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Саидназарова И.С. и др. // Архитектура. Строительство. Дизайн. Научно-практический журнал. ТАСИ. – Ташкент, 2010. – №1-2. – С. 59-62.
3. Yunusov M.Y., Clinker bricks based on loess clay loam Uzbekistan. / Yunusov M.Y., Babaev Z.K., Saidnazarova I.S., Matchanov Sh.K. Yunusov F. // BaltSilica 2011. 5<sup>th</sup> Baltic Conference on Silicate Materials. – Riga: Riga Technical University, 2011. - P. 41-42
4. Исмаев А.А., Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. / Исмаев А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. // Т.: Фан. - 1993. -С. -41-45.
5. Августинник А.И. Керамика. / Августинник А. И. - Л.: Стройиздат, 1975. - С.167-168.

## К ВОПРОСУ ДАМПИНГА МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

*В последнее время значительно увеличилось воздействие человека на морские акватории, что повлияло на качество морской воды, биологические ресурсы вод, и увеличение опасности для всего живого. В данный момент воды Мирового океана загрязнены материалами донных осадков, бытовыми и промышленными отходами, шлаками, взрывчатыми и химическими отходами, радиоактивными отходами, всевозможными видами организмы.*

*Ключевые слова: загрязнение Мирового океана, дампинг, влияние на гидробионты.*

Дампинг нельзя сравнить с загрязнением океана мусором, это доставка отходов в открытое море и выбрасывание их в специально отведенных местах. Твёрдые отходы сбрасывают через донные люки барж, а жидкие отходы выкачивают через погруженную в воду трубу в турбулентную струю судна; некоторые отходы захоранивают в закрытых контейнерах. Объём мировых отходов, захораниваемых в море, достигает 10 % всей суммы отходов. Основанием для дампинга в море служит возможность морской среды к переработке большого количества органических и неорганических веществ без особого ущерба воды. Но эта способность не беспредельна. Поэтому дампинг рассматривается как вынужденная мера [1].

Наличие органических веществ часто приводит к быстрому расходованию кислорода и его полному исчезновению, накоплению металлов в растворённой форме, появлению сероводорода. Благодаря быстрому осаждению взвеси на малых глубинах и рассеиванию при однократных операциях, они достаточно быстро исчезают, а осевшие на дне остатки сброса являются источником поступления загрязняющих веществ в природные слои вод.

Дампинг оказывает существенное влияние на окружающую среду и ее обитателей. Биологические системы в процессе эволюции адаптируются к естественным изменениям отдельных компонентов окружающей среды. Но не всегда экосистема справляется с последствиями изменений среды. Она либо гибнет, либо преобразуется так, что снижается её продуктивность. Серьёзную опасность представляет накопление в тканях животных материалов сброса. Если при сбросе грунтов, загрязнённых нефтепродуктами, образуется поверхностная плёнка, что приводит к нарушению

снижению интенсивности газообмена на границе воздух-вода. Главное последствие дампинга - это ухудшение прозрачности воды и увеличение содержания растворённых в воде биогенных и токсических для организмов веществ. Результатом растворения части биогенных веществ является увеличение концентрации азота и фосфора, что приводит к «цветению» воды, следовательно, к снижению кислорода в воде [2,3].

Наиболее быстро и успешно восстановление районов дампинга происходит тогда, когда сброшенный грунт близок по своим химическим и физическим характеристикам к тому грунту, на который он лёг. При сбросе грунтов, сильно отличающихся по параметрам от исходных характеристик, восстановление донной фауны местными формами уже невозможно.

Особое место среди материалов сброса занимают радиоактивные отходы и вещества, которые поступают в море вследствие аварий на атомных электростанциях. Радиоактивные вещества обладают сильным мутагенным действием, вызывающим появление нежизнеспособного потомства, уродств, новообразований, что отражается на состоянии популяций экосистем в целом [4].

При организации контроля над сбросом отходов в море решающее значение имеет определение районов дампинга, определение динамики загрязнения воды и донных отложений. Для выявления возможных объёмов сброса необходимо проводить расчёты всех загрязняющих веществ в составе материального сброса.

#### **Библиографический список**

1. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. / Миллер Т. - М.: Прогресс - Пангея, 2008, т.1. – 253 с.
2. Скиннер Б. Хватит ли человечеству земных ресурсов? / Скиннер Б. - М.: Мир, 2010. – 264 с.
3. Брылов С.А. Охрана окружающей среды / С.А. Брылов, Л.Г. Грабчак, В.И. Комащенко и др., Под ред. С.А. Брылова и К. Штропки. - М.: Высш. шк., 2012. – 272 с.
4. Дампинг мусора: удачное решение или путь к катастрофе? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bezotxodov.ru/musor/damping>

## **ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Сброс шахтных и дренажных вод для обеспечения проведения работ и их безопасности сопровождается высоким риском загрязнения поверхностных вод, а потому требует специальных мер защиты окружающей среды.*

*Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, водопотребление, сточные воды, дренажные воды*

Горнодобывающие предприятия используют огромное количество воды. Нередко всего лишь один золотодобывающий прииск расходует на технологические операции сотни кубометров воды каждый час. Сточные воды такого объема могут представлять серьезную опасность для окружающей среды и населения. Неудивительно, что вода обходится горнодобывающим предприятиям во всем мире более, чем в 7 миллиардов долларов в год [1,2]. В наибольшей степени это объясняется ужесточением норм по рациональному использованию водных ресурсов в данной отрасли и одновременным усилением контроля за их соблюдением. Новые нормы устанавливают ограничения по каждой составляющей выбросов, максимальные дневные нагрузки. Особое внимание уделяется защите здоровья людей, водной флоры и фауны.

Сброс шахтных и дренажных вод для обеспечения проведения работ и их безопасности сопровождается высоким риском загрязнения поверхностных вод, а потому требует специальных мер защиты окружающей среды. Для восстановления водного баланса на участке разработки недр эти воды перед сбросом необходимо очищать.

С помощью инновационных технологий фильтрации и биологической очистки горнодобывающие предприятия могут соблюдать требования к сбрасываемым сточным водам, перерабатывать воду для возможности ее повторного использования (в качестве технической воды или для восполнения дефицита воды в засушливых районах), улучшать коэффициент водопотребления и меньше зависеть от ограничений внешнего водоснабжения.

В последние годы в области обезвреживания токсичных стоков широко используют биологический способ очистки в биофильтрах и аэротенках различной модификации [3]. Один из наиболее перспективных путей интенсификации работы биологических сооружений – использование загрузочного материала, их комбинации.

Введение в реактор загрузочного материала и иммобилизация на нем биоценоза влияет на устойчивость микроорганизмов к высоким концентрациям и токсичности сточных вод. В результате возрастает предельный порог концентраций поступающего на очистку стока. Были исследованы различные виды загрузочного материала, на которых закреплялись микроорганизмы-деструкторы органических загрязнений.

Полученные данные (таблица 1) свидетельствуют о том, что эффект очистки довольно высок при оборудовании аэротенков любым из опробованных материалов.

Таблица 1 - Влияние различных видов наполнителя на показатели процесса очистки

Вид наполнителя	Эффект очистки (%) при исходных значениях ХПК, мг/л			Удельная скорость окисления, мг/г·ч	Реальная концентрация биомассы, г/л	Оптимальная концентрация биомассы на загрузке, г/л	Концентрация веществ в очищенной воде (ХПК <sub>вых</sub> - 1000мг/л), г/л
	500-1000	900-1000	1100-1500				
Лавсановые ерши	97,5±0,5	97,0±1,5	95,0±1,5	30,8	15–30	3,0–4,5	0,860±0,196
Флазилен	97,5±0,5	97,5±0,7	97,0±1,0	15,6	2,7–5,0	1,0–2,0	0,089±0,089
Стеклоткань	98,5±0,5	97,0±1,0	97,0±1,1	24,6	2,5–4,5	1,0–1,5	0,080±0,022

С помощью респирометрического метода были определены оптимальные концентрации иммобилизованной биомассы для всех видов использованных носителей. Оптимальные значения концентрации биомассы на лавсановых ершах составляют 3,5–4,5 (рисунок 1), на флазиле – 1,0–2,0 (рисунок 2), на стеклоткани – 1,0–1,5 г/л (рисунок 3).

Сорбционная способность загрузочных материалов различна и зависит от многих факторов, в частности, от структуры и площади поверхности загрузки. Наибольшей удельной площадью поверхности загрузки обладают ерши, т.к. представляют собой систему из большого количества разветвлений волокон, на которых сорбируется активный ил, в 5–10 раз превосходящий концентрацией биомассы оптимальные значения. Из-за этого снижается удельная скорость очистки, но главное – увеличивается вынос взвешенных веществ. Количество биомассы на 1 г стеклоткани и флазилена также превышает установленный нами оптимум, но в значительно меньшей степени (в

2–4 и 2–5 раз соответственно), что значительно снижает вынос взвешенных веществ.

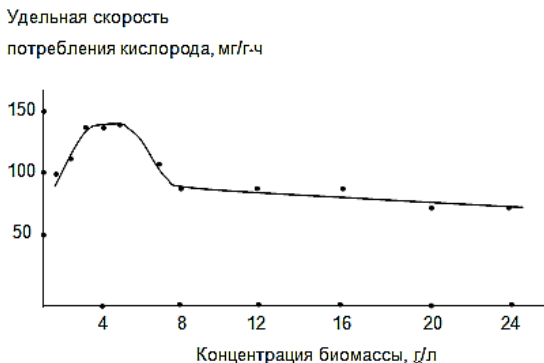


Рис. 1 - Зависимость удельной скорости потребления кислорода от концентрации биомассы, иммобилизованной на лавсановых ершах

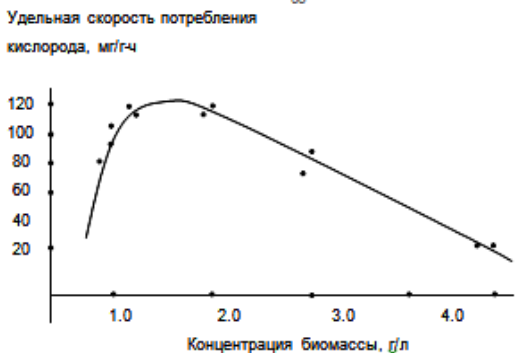


Рис. 2 - Зависимость скорости потребления кислорода биоценозом, иммобилизованным на флазиле от концентрации биомассы

Взвешенные вещества, попадающие в очищенный сток из аэротенка, состоят в основном из комплекса отмерших клеток биоценоза и свободноплавающих микроорганизмов со значительным преобладанием первых. Резкое увеличение концентрации выносимых соединений служит сигналом нарушения либо работы реактора, либо залпового сброса высококонцентрированных сточных вод, либо увеличения прироста биомассы на загрузке. Содержание взвешенных веществ в воде резко возрастает также при регенерации загрузки под напором воздуха.



Удельная скорость потребления  
кислорода, мг/г·ч

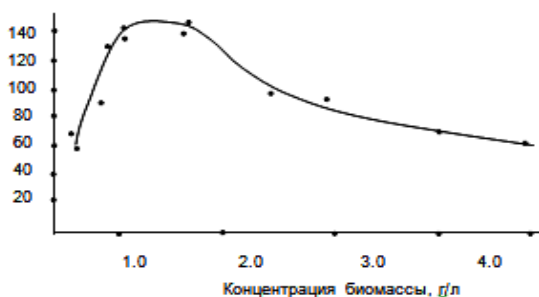


Рис.3 - Зависимость скорости потребления кислорода биоценозом, иммобилизованным на стеклоткани от концентрации биомассы

Эта мера необходима для освобождения наполнителя от мертвой биомассы, которая предотвращает доступ к клеткам кислорода и ухудшает массообмен биоценоза и среды.

Удельная скорость окисления соединений в аэротенке со стеклотканью выше, чем в аэротенках, оборудованных флазиленом и ершами, в 1,3 и 2,0 раза соответственно.

Учитывая все эти особенности наполнителей для данной категории стоков, мы отдаем предпочтение плоскостным загрузочным материалам – стеклоткани и флазилу.

Таким образом, внедрение биологической очистки сточных и дренажных вод, инвестиции горнодобывающего предприятия в технологии обработки воды должны с запасом на будущее обеспечивать решение проблем соблюдения требований к сточным водам, в том числе в условиях значительных колебаний или возможных изменений качества воды.

### Библиографический список

1. Михайлов Ю.В. Горнопромышленная экология: учебное пособие/ Ю.В. Михайлов, В.В. Коворова, В.Н. Морозов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.- 336 с.
2. Балашова Е.О. Очистка дренажных вод карьера / Балашова Е.О. [и др.]// Студенческий: электрон. научн. журн. - 2018.- № 8(28). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sibac.info/journal/student/28/104580> (дата обращения: 24.09.2019).
3. Латыпова М.М., Исследование процессов биохимической очистки токсичных сточных вод. Аэробные биохимические процессы. (Монография) /

Латыпова М.М., Севостьянова О.В. - Saarbrücken, Изд-во «LAMBERT Academic Publishing», 2014. – 84 с.

УДК: 504.3.054

Михайленко В.И., асп.,  
Сафранов Т.А., д-р геол-минер. наук, проф.,  
Шанина Т.П., канд. хим. наук, доц.  
(ОГЭУ, г. Одесса, Украина)

## **РАСЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ОТ НЕПРЕДНАМЕРЕННО ОБРАЗОВАННЫХ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА В ОДЕССКОЙ ПРОМЫШЛЕННО- ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

*Производство цемента является одним из источников непреднамеренного образования стойких органических загрязняющих веществ в Одесской промышленно-городской агломерации, поэтому в работе нами проведен расчет значений индивидуального канцерогенного риска от непреднамеренно образованных стойких органических загрязняющих веществ при производстве цемента и определен его уровень.*

*Ключевые слова: стойкие органические загрязняющие вещества, Одесская промышленно-городская агломерация, индивидуальный канцерогенный риск, цементное производство.*

В работах [1, 2] нами проведена оценка непреднамеренного образования стойких органических загрязняющих веществ (СОЗВ), в частности, полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/Ф), при производстве цемента в г. Одесса, которое составило 2,75 г/год ТЭ ТХДД.

Так как Одесский цементный завод «Цемент» является единственным производителем цемента в Одесской промышленно-городской агломерации и работает с постоянной ежегодной мощностью, то полученные результаты актуальны для всей Одесской промышленно-городской агломерации на период до 2017 года включительно.

Актуальным вопросом является оценка негативного воздействия ПХДД/Ф на здоровье человека, так как эти вещества, не имеющие нижнего порога воздействия, опасны для организма человека в любых концентрациях. Одним из способов оценки степени негативного влияния ПХДД/Ф на организм человека является определение уровня канцерогенного влияния данных веществ.

С помощью [3] нами определен индивидуальный канцерогенный риск от непреднамеренно образованных ПХДД/Ф при производстве цемента в Одесской промышленно-городской агломерации.

Основной параметр для оценки канцерогенного риска воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия – это фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением влияющей дозы на одну единицу. Фактор наклона имеет размерность  $\text{мг/кг} \cdot \text{день}^{-1}$ .

Другим параметром оценки канцерогенного риска является величина единичного риска (UR), представляющая собой верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска для человека, который подвергается в течение всей своей жизни постоянному воздействию анализируемого канцерогена в концентрации  $1 \text{ мкг/м}^3$  (атмосферный воздух) или  $1 \text{ мкг/л}$  (питьевая вода). Величину единичного риска можно рассчитать по формуле 1:

$$\text{UR}_i [\text{м}^3/\text{мг}] = \text{SF}_i [(\text{кг} \times \text{доб.})/\text{мг}] \times 1/70 [\text{кг}] \times 20 [\text{м}^3/\text{доб.}] \quad (1)$$

Далее, с использованием величины единичного риска, по формуле 2 рассчитывается величина индивидуального канцерогенного риска:

$$\text{CR} = \text{LADC} \times \text{UR} \quad (2)$$

где LADC – средняя концентрация вещества в исследуемом объекте окружающей среды за весь период усреднения экспозиции (питьевая вода,  $\text{мг/л}$ , воздух,  $\text{мг/м}^3$ ).

Значение концентрации ПХДД/Ф в выбросах Одесского цементного завода было установлено с помощью программы ЭОЛ 2000 [h] – автоматизированной системы расчета рассеивания выбросов вредных веществ в атмосферном воздухе. Результаты, полученный при использовании данного программного комплекса, являются официальными и используются в процедуре составления «Оценки влияния на окружающую среду» (ОВОС) (например, для получения лицензии строительными предприятиями).

В результате работы с программой нами было определено, что на опасном расстоянии  $S_M = 1548,48 \text{ м}$ , концентрация ПХДД/Ф составила  $1.54 \cdot 10^{-10} \text{ мг/м}^3$ .

Нами были определены величины индивидуального канцерогенного риска для всех ПХДД/Ф, которые образуются на территории Одесской промышленно-городской агломерации при работе Одесского цементного завода за 2017 год. Результаты расчета представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты расчета индивидуального канцерогенного риска для ПХДД

Загрязняющее вещество	SFi	URi	LADC	CR
1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензо-п-диоксин	1600	457.14	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-8}$
1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензо-п-диоксин	16000	4571.43	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензо-п-диоксин	16000	4571.43	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензо-п-диоксин	4550	1300.00	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,7,8-Пентахлордибензо-п-диоксин	80000	22857.14	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$3.52 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2 – Результаты расчета индивидуального канцерогенного риска для ПХДФ

Загрязняющее вещество	SFi	URi	LADC	CR
1,2,3,4,5,6,7,8-Октахлордибензофуран	13	3.7	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$5.72 \cdot 10^{-10}$
1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензофуран	1600	457.1	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-8}$
1,2,3,4,7,8,9-Гептахлордибензофуран	1300	371.4	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$5.72 \cdot 10^{-8}$
1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензофуран	16000	4571.4	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензофуран	16000	4571.4	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензофуран	16000	4571.4	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$
1,2,3,7,8-Пентахлордибензофуран	8000	2285.7	$1.54 \cdot 10^{-10}$	$3.52 \cdot 10^{-7}$

Таким образом, суммарное значение риска составляет  $7,79 \cdot 10^{-6}$  и попадает во второй диапазон, то есть соответствует верхней границе допустимого риска. Согласно методике, данные уровни подлежат постоянному контролю и, в некоторых случаях, при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

Важно отметить, что учет других источников непреднамеренного образования СОЗВ в Одесской промышленно-городской агломерации

(в частности, производство кирпича, извести, асфальтовых смесей, сжигание органического топлива стационарными и передвижными источниками, открытое складирование твердых бытовых отходов, копчение, курение сигарет, работа крематориев и сброс городских сточных вод) значительно повысит значение риска.

К сожалению, сейчас нет достоверных данных для определения количеств ПХДД/Ф, образующихся от всех возможных источников, расположенных на территории Одесской промышленно-городской агломерации, что приводит к невозможности расчета полного риска от ПХДД/Ф и указывает на необходимость внедрения на законодательном уровне обязательной процедуры контроля за непреднамеренным образованием СОЗВ.

### **Библиографический список**

1. Михайленко В.І., Ранжирування забруднювальних речовин у викидах Одеського цементного заводу за коефіцієнтами пріоритетності / Михайленко В.І., Шаніна Т.П. // Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів. Матеріали щоріч. міжн. н.-техн. конф. - Харків, 2017. - С. 84

2. Шаніна Т.П., Відносна небезпека стійких органічних забруднюючих речовин, утворених при виробництві будівельних матеріалів в Одеській області / Шаніна Т.П., Михайленко В.І. // XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки». Збірник тез доповідей. - Кременчук, 2017. - С.122.

3. Рахманин Ю.А., Новиков С.М. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, 2004. – 143 с.

**УДК 504.53.06.001.8**

**Ольшанская Л.Н. д-р. хим. наук, проф.,  
Баканова Е.М. асп.,  
Арефьева О.А. канд. биол. наук, доц.  
(СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов)**

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ БИОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ МЕДИ И КАДМИЯ ИЗ ПОЧВЫ ВЫСШИМИ РАСТЕНИЯМИ**

*Исследовано влияние природы и концентрации тяжелых металлов (кадмий, медь), внешних физических полей (УФ-излучение, постоянное магнитное поле) и длительности процесса фиторемедиации на рост и развитие высших растений - фитосорбентов (фасоль, соя). Активное накопление тяжелых металлов наблюдается в корнях растения, что*

*позволяет отнести их к растениям – исключателям. Установлена возможность их использования для фиторемедиации загрязненных почв.*

*Ключевые слова: почва, фиторемедиация, тяжелые металлы (кадмий, медь), высшие растения (фасоль, соя), внешние физические поля, УФ-излучение, постоянное магнитное поле.*

Почва, являясь наиболее консервативной депонирующей средой, активно поглощает и аккумулирует вещества, содержащиеся в аэрозолях, жидкостях. Поэтому выбросы промышленных предприятий, так же как и транспортных магистралей, интенсивно загрязняют почвы токсичными элементами. Это объясняется тем, что в результате сорбции тяжелые металлы легко накапливаются в почвах, но трудно из них выводятся. Так, расчетный период естественного полувыведения из почвы кадмия составляет 110 лет, цинка – до 510, меди – до 1500, свинца – до нескольких тысяч лет [1].

Накопление токсикантов приводит к подавлению биологической активности почв, нарушению ферментативных процессов и обмена веществ в растениях, и, как следствие к снижению продуктивности. Среди тяжелых металлов наибольшую опасность представляют ртуть, кадмий, свинец, ванадий, кобальт, молибден, марганец, медь, никель, олово, хром, цинк, титан и три металлоида – мышьяк, селен и сурьма. В перечень веществ, загрязняющих почвы мира, внесено более 10 тыс. наименований.

Город Саратов по своему промышленному потенциалу относится к крупнейшим городам России, причем с исключительно многопрофильной промышленностью, главными среди отраслей которой являются нефтеперерабатывающая, химическая, оборонная и стройиндустрия. Поэтому можно отметить сложное экологическое состояние почв Саратовской области.

Площадь городской территории – 381,97 км<sup>2</sup>, численность населения – составляет порядка 850 тыс. человек. Рост производства, большая индустриальная нагрузка на окружающую среду, высокая плотность населения, низкая экологическая культура всех слоев общества предопределяет возрастающую экологическую напряженность.

Земельный фонд Саратовской области по данным Управления Росреестра составляет 101,2 тыс. км<sup>2</sup>. Распределение земель по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда области земель сельскохозяйственного назначения, на долю которых приходится 84,8 %.

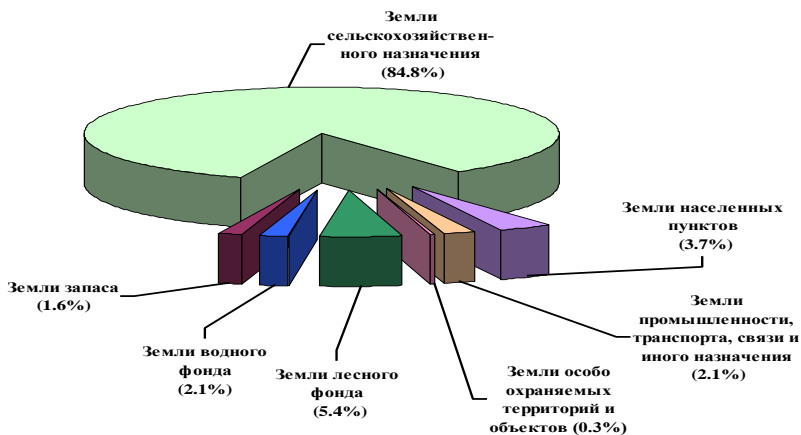


Рис. 1 – Распределение земельного фонда Саратовской области по категориям

Загрязнение почв на территории области происходит в основном вследствие выбросов вредных химических соединений от промышленных предприятий и транспорта. Интенсивным источником загрязнения почв являются несанкционированные свалки промышленных и бытовых отходов, размещаемые с нарушением требований санитарных норм и правил.

К числу наиболее опасных химических загрязняющих веществ относятся тяжелые металлы. Избыточное поступление металлов в экосистемы в результате антропогенного воздействия часто приводит к необратимым изменениям и нарушениям жизненно важных функций живых организмов.

Следует отметить, что загрязнению тяжелыми металлами подвергается не только почвенный покров, но и гидросфера и атмосфера. В силу этого повышение концентрации тяжелых металлов в окружающей среде носит глобальный характер. Их избыток в среде обитания приводит к накоплению растительными организмами, при этом уровень и характер поглощения у разных видов растений имеет свою специфику.

Одним из способов эффективной очистки почв от тяжелых металлов является фиторемедиация [2]. Восстановление окружающей среды при помощи растений вызывает широкий интерес благодаря возможностям, которые открывает эта технология при очистке загрязненных территорий. За последнее время фиторемедиация приобрела большую популярность,

что отчасти связано с её низкой стоимостью. Так как в процессе фиторемедиации используется только энергия солнца, данная технология на порядок дешевле методов, основанных на применении других технологий (экскавация, промывка и сжигание почвы). То, что данная технология применяется непосредственно в районе загрязнения, способствует снижению затрат и уменьшению контакта загрязненного субстрата с людьми и окружающей средой [3].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния концентрации ТМ (кадмий, медь) и внешних физических полей (ВФП: постоянное магнитное поле (ПМП) и УФ-излучение) на рост и развитие высших растений (фасоль, соя) и оценка возможности их использования для фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

#### *Экспериментальные данные и их обсуждение*

В качестве тестовых культур были исследованы растения, относящиеся к классу двудольных: фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*) и соя (*Glycinemax*). Выбор обусловлен тем, что в целях фиторемедиации обычно используют высокопродуктивные культуры.

Для проведения исследований были приготовлены модельные растворы, содержащие 1, 5 и 10 ПДК катионов кадмия (II) на основе соли сульфата кадмия на 1 кг почвы [4, 5]. Брали подвижную форму металлов в почве [6]. Обработку почвы растворами металлов проводили единожды — в момент высадки семян растений, предварительно подвергнутых воздействию ВФП. В остальное время по мере подсыхания почву увлажняли дистиллированной водой. В контрольных вариантах для обработки субстрата использовали дистиллированную воду.

При изучении влияния ВФП (УФ с длиной волны  $\lambda=257$  нм и ПМП с напряженностью 2 кА/м) семена фасоли и сои подвергали предварительной обработке ими в течение 6 часов. Фенологические наблюдения и измерение роста растений и листьев производили каждую неделю. Прирост растений определяли по высоте надземной части. Среди фенологических показателей у растений регистрировали появление всходов, первого, второго, третьего и четвертого настоящих листьев, их форму и цвет. Растения - фиторемедианты выращивали в течение 28 суток (таблица 1).

Установлено, что по сравнению с контролем, количество всходов в почвах, содержащих катионы кадмия изменилось: при концентрациях 5 и 15 ПДК всхожесть семян фасоли, обработанной УФ облучением и ПМП в течение 6 часов, заметно увеличилась.



Таблица 1- Влияние концентрации меди (числитель) и кадмия (знаменатель) и воздействий УФ и ПМП в течение 6 ч на количество всходов семян фасоли

День	Контроль	Воздействие УФ 6 часов		Воздействие ПМП 6 часов	
		Количество всходов, штук			
		5 ПДК	15 ПДК	5 ПДК	15 ПДК
7	0	7 / 5	6 / 3	6 / 4	6 / 3
14	4	9 / 7	7 / 6	8 / 5	9 / 5
21	5	9 / 8	10 / 6	8 / 5	9 / 5
28	5	9 / 6	8 / 6	8 / 5	8 / 4

В случае кадмия, всхожесть семян фасоли, обработанной УФ облучением, по сравнению с контролем также увеличилась. При воздействии ПМП и концентрации кадмия 5 ПДК количество всходов семян фасоли оказалось равным количеству всходов семян в контрольном образце, а при концентрации 15 ПДК, количество всходов семян фасоли несколько снизилось. В аналогичных условиях в присутствии в почве  $\text{Cu}^{2+}$ , которая в отличие от токсиканта кадмия, является микроэлементом, важным для роста и развития растений [7], достигалось повышение исследуемых параметров на 10–12 %, и особенно после обработки ультрафиолетом. По всей видимости, в этих условиях функции клеток активизировались, а растения усилили накопительные свойства. Анализ мезоструктуры листьев растений фасоли, произрастающей в условиях загрязнения медью и кадмием, показал, что при действии металлов в концентрациях 15 ПДК форма листьев изменилась, уменьшились (по отношению к контролю) их высота и площадь. Отмеченные нарушения свидетельствуют об изменении структуры фотосинтетического аппарата и могут являться причиной снижения скорости и продуктивности процесса фотосинтеза [8]. Нельзя не отметить при этом, что в небольших концентрациях (5 ПДК) тяжелые металлы оказывают стимулирующее влияние на ростовые процессы. Подобный эффект низких концентраций металлов может быть связан с активацией клеточного деления, и увеличением размеров клеток [7].

Гистохимический анализ распределения меди и кадмия в тканях фасоли после обработки их УФ облучением и ПМП показал, что активное накопление ТМ наблюдается в корнях растения [9, 10]. Было отмечено окрашивание корневых волосков, ризодермы, паренхимы корня. В тканях стебля и листьях присутствие металлов не выявлено. С течением времени изменений в местоположении металлов не выявлено. Металлы вглубь стебля не прошли. Таким образом, ткани корней растения выполняют барьерную функцию (эндодерма), защищая стебли и листья, а также генеративные органы от загрязнителя, что позволяет отнести растения фасоли к растениям - исключениям.

### Библиографический список

1. Коробкин В.И., Экология. / Коробкин В.И., Передельский Л.Д. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 219 с.
2. Чупрова В.В. Экологическое почвоведение. / Чупрова В.В. - Красноярск: КрасГАУ, 2007.- 172 с.
3. Орлов Д.С., Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении почв / Орлов Д.С., Садовникова, И.Н., Лозановская.– М.: Высшая школа, 2002. – 223 с.
4. Линдиман, А.В. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы / А.В. Линдиман, Л.В.Шведова, Н.В. Тукумова, А.В. Невский // Экология и промышленность России.- 2008. – сентябрь. – С. 45-47.
5. Колесников, С.И. Моделирование загрязнения чернозема свинцом с целью установления экологически безопасной концентрации / С.И. Колесников, М.Г. Жаркова, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // Экология и промышленность России.- 2009. – август. – С. 34-36.
6. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» - М.: Изд-во стандартов, - 2006.- 8 с. <http://www.opengost.ru>.
7. Чеснокова, Т.А. Влияние природы солей меди на ее миграционные свойства в системе почва-растение / Т.А. Чеснокова, Л.В. Шведова, А.С. Терехова, А.В. Невский // Экология и промышленность России.- декабрь.- 2010.- С. 33-35.
8. Казнина Н.М, Влияние кадмия на некоторые анатомо-морфологические показатели листа и содержание пигментов у ячменя / Казнина Н.М, Лайдинен Г.Ф., Титов А.Ф. // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. – 2006. – Ч. 1. – С. 153–155.
9. Валиев Р.Ш., Некоторые физиологические аспекты фито-экстракции тяжелых металлов / Валиев Р.Ш., Ольшанская Л.Н. // Известия Вузов Химия и химическая технология.- 2016. -Т. 59.- № 1.- С.30-35.
10. Ольшанская Л.Н., Гистохимические исследования локализации тяжелых металлов в тканях высших растений в процессе фитоэкстракции / Ольшанская Л.Н., Баканова Е.М., Яковлева Е.В. // Известия Вузов Химия и химическая технология.- 2016.-Т. 59.- № 5.- С. 3-15.

УДК 631.6

Пендюрин Е.А., маг.,

Семькин И.Д. маг.

(БГТУ им В.Г. Шухова, г Белгород, Россия)

### ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Нагрузку на окружающую среду обеспечивают предприятия горной промышленности, устранение вредного воздействия данных предприятий осуществляется мелиорацией карьеров и прилегающих земель. Установлено, что одним из перспективных направлений восстановления нарушенных*

*территорий является использование складочного материала в качестве наполнителя отработанных частей карьеров.*

*Ключевые слова: горнорудные предприятия, карьеры, рекультивация, складочный материал.*

Современное общество все чаще сталкивается с проблемой обеспечения безопасности человека и природной среды от воздействия искусственных факторов. Научно-технический прогресс сопровождается различными и непредвиденными сторонами и сопутствующими процессами и явлениями, которые безжалостно нарушают целостность биосферы, снижают ее продуктивность, ослабляют механизмы биогеохимического и энергетического баланса. Быстро расширяющееся пространство, отсутствие почв и замкнутая растительность, деградация почвенно-растительного покрова, значительное снижение плодородия почв как характерная черта современного этапа развития человека. Техническую нагрузку на окружающую среду обеспечивают предприятия горно-обогатительной промышленности, поэтому в настоящее время площадь земель, нарушенных горными работами, составляет около 150 тыс. га. Воздействие карьерных выработок оказывает влияние на все виды земель ухудшая качество окружающей природной среды и здоровье местных жителей, проживающих на территории конкретной административной единицы. В связи с этим необходимо восстановить техногенно-нарушенные земельные участки выработанных карьеров в рациональный хозяйственный оборот при необходимых условиях минимизации и устранения вредного воздействия на окружающую среду.

Рекультивация – это составная часть природообустроительных работ включающих искусственное восстановление плодородия почвы и растительного покрова после техногенного нарушения природы. Необходимо выделить, что восстановление техногенно-нарушенных участков преследует экономическую причину природообустройства. Горнорудным предприятиям экономически нерентабельно проводить природообустроительные мелиоративные работы оплачивая загрязнения прилегающей территории. Человечество, осознавая вредоносные результаты последствия нарушений и загрязнения, не освоило технологию восстановления природы. В результате это горнодобывающие компании осуществляют различные природоохранные меры, включая платежи, налоги и штрафы, что значительно увеличивает стоимость реализации проектов разработки полезных ископаемых. Основным направлением развития технологии восстановления окружающей среды может быть:

- разработка малоотходных и экологичных технологий;
- размещение отходов от производственных объектов, с минимальной потерей земной поверхности (например, методы эстакады или способы размещения отходов в шахтах);
- применение недорогих и эффективных технологий мелиорации;
- внедрение методов естественного восстановления с учетом региональных природных, экологических и экономических характеристик.

Теоретическая и практическая работа восстановления земель в нашей стране начала развиваться в начале 60-х годов XX века особенно после принятия земельного закона. В последнее время было восстановлено 15 000 гектаров нарушенных земель, из которых подтвержденный экономический эффект превысил 700 000 рублей.

Устранение вредного воздействия свалок промышленных отходов и более правильное использование мер является важной национальной проблемой, поэтому все нарушенные в промышленном отношении земли должны быть возвращены в национальную экономику. Сложность этих мер включает в себя все реставрационные работы по созданию культурного ландшафта на месте захоронения и переноса непростых типов земель в сельское или лесное хозяйство, а также в развлекательные зоны и другие.

Для этих целей предназначены мелиорирование карьеров и прилегающих нарушенных земель.

Особенно интенсивно это стало происходить после принятия земельного законодательства. В последний период времени в нашей стране рекультивированно 1,5 млн. га нарушенных земель, подтвержденный экономический эффект которых составляет более 70 млн. рублей.

Имеющиеся технологические процессы рекультивации на данный момент времени во многих случаях не учитывают природные и геоэкологические условия расположения карьеров и не всегда обеспечивают выбор научно-обоснованных направлений их использования и методов природовосстановления. При этом преимущественно рассматриваются лишь отдельные, субъективно выбранные элементы работ по рекультивации, часто в отрыве от решения вопросов охраны рекультивированных земель, их восстановления и обновления [1].

Земли, которые были нарушены деятельностью человека в промышленной деятельности, должны быть быстро и надлежащим образом восстановлены. Восстановление нарушенных территорий земли происходит в несколько стадий. В то же время упор делается на

восстановление плодородия почв и улучшение качества верхнего слоя почвы, устранение вредного воздействия токсичных пород и отходов на окружающую среду, обеспечение необходимого состава и состава поверхностных и подземных вод, а также обеспечение инженерной защиты мелиоративных сооружений от эрозии и затопления, подтопления и засоления.

Рост урбанизации и недостаточное развитие новых доступных технологий обезвреживания и утилизации твердых коммунальных отходов привели к тому, что повсеместно, в пределах крупных и небольших городов и населенных пунктов, возникли зоны захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО), различные по объему, морфологическому составу, площади захоронения, высоте и геометрии свалочного тела. Находясь на разных фазах жизненного цикла, они относятся к наиболее типичным нарушениям ландшафтов, приводя к тому, что часть территорий на длительные сроки исключается из пользования, освоение которых для хозяйственного использования сдерживается различными причинами.

Одним из основных способов удаления ТКО во всем мире остается захоронение в приповерхностной геологической среде. В России подлежат захоронению 96,5% от общего числа отходов. Площадь свалок и полигонов для захоронения отходов в РФ достигла 107 тыс. га. Уплотненный слой ТКО высотой 2 м изолируется слоем грунта 0,25 м (при обеспечении уплотнения в 3,5 раза и более, допускается изолирующий слой толщиной 0,15 м).

Белгородская область расположена в центре европейской части России, и насчитывает 328 карьеров, в том числе 84 отработанных, в некоторых по-прежнему ведется добычу песка и глины подрядными организациями, а на недействующих отработанных месторождениях были созданы свалки [2].

Перспективным направлением для восстановления нарушенных территорий является использование складочного материала в качестве наполнителя отработанных частей карьеров. В качестве такого компонента могут быть использованы нетоксичные отходы, таким образом, мы можем решить две экологические проблемы сразу.

Перед моделированием складочного материала из ТКО нами была проведена оценка глин и суглинков с целью использования в качестве противодиффузионных защитных экранов. Рассматриваемые породы можно охарактеризовать как глины и суглинки полиминеральные монтмориллонит-гидрослюдистые с включениями карбонатов и тонкодисперсного кремнезема. Исследуемые образцы содержат свободный кремнезем крупностью более 0,016 мм, содержание

кремнезема в пробах составляет около 20 - 25 %. Изученные образцы глин и суглинков показали низкий коэффициент фильтрации - 0,8 и ниже метров в сутки, что позволяет использовать их в качестве подстилающего слоя при рекультивации отработанного карьера, тем самым исключит возможность загрязнения грунтовых вод.

Экспериментальные исследования закладки отработанной части карьера представлены на рисунке 1.



Рис. 1- Пример закладки

Исследования находились в стадии наблюдения, в течение года, нами моделировались погодные условия, соответствующие среднемесячному количеству осадков для территории Белгородской области поступающих в виде дождя, мы вносили воду (с учетом площади контактируемой поверхности) еженедельно на протяжении года. Состав ТКО закладочного материала приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Закладочный материал

Наименования материала	%
Бумага	19,7
Пищевые отходы	18,0
Пластмасс	11,7
Полиэтилен	2,6
Металл	1,8
Стекло	16,8
Текстиль	4,2
Кожа, резина	0,8
Строительные отходы	1,0
Дерево	0,9
Отсев	10,4
Прочие	12,1

Следует отметить, что по истечению эксперимента фильтрат не был обнаружен это свидетельствует об отсутствии проникновения фильтрата во внешнюю среду, тем самым, исключая загрязнение при вымывании атмосферными осадками компонентов ТКО, что положительным образом повлияет на состояние окружающей среды. Сформированный нами техногенный рельеф не допустил вымывание компонентов ТКО, данный факт говорит о том, что усовершенствованная нами технология заполнения пространства отработанного карьера может быть применена в работах по рекультивации карьеров.

#### **Библиографический список**

1. Бортникова Г.А., Технология рекультивации территории карьеров биологическим методом рекультивации. Территориальная организация общества и управления в регионах. / Бортникова Г.А., Межова Л.А. // Материалы X. Всероссийской научно-практической конференции. Издательско-полиграфический центр "Научная книга" (Воронеж). - 2015., с 142-144.
2. Пендюрин Е.А., Отходы мокрой магнитной сепарации как средства рекультивации нарушенных земель / Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М. Рыбин В.Г., Дрожжин С.П. // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова.- 2014., №3. с. 145-148.

**УДК 504.03**

**Порожнюк Л.А., канд. техн. наук, доц.  
Гнучева А.В., маг.,  
Величко О.Ю., бак.**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Одним из способов контроля воздействия промышленных предприятий является процедура проведения внутреннего экологического аудита, которая позволяет выявить негативное воздействие предприятия на окружающую среду.*

*Идентификация экологических аспектов в рамках экологического аудита помогает выявить наиболее проблемные участки деятельности предприятия в области воздействия на окружающую среду, предложить мероприятия по снижению негативного воздействия на ОС.*

*Ключевые слова: внутренний экологический аудит, воздействие на окружающую среду, экологический аспект, анализ Парето.*

Целью данного исследования являлось проведение внутреннего экологического аудита на предприятии, включающего комплексную оценку существующего и ожидаемого воздействия на состояние окружающей природной среды и здоровье человека,

Наиболее важной и трудоемкой задачей при планировании природоохранной деятельности является идентификация экологических аспектов предприятия и выявление наиболее важных из них, корректируя которые предприятие впоследствии сможет регулировать свое негативное влияние на окружающую среду.

Экологический аспект – это процесс (часть процесса, технологическая операция), который приводит или может привести к воздействию на окружающую среду.

При этом под воздействием на окружающую среду подразумевается любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологического аспекта.

Источниками информации при выявлении экологических аспектов деятельности предприятия являются: общая финансовая и техническая документация предприятия; проекты нормативов допустимого воздействия на окружающую среду; паспорта опасных отходов; формы статистической отчетности; расчеты платежей за негативное воздействие на окружающую среду; протоколы контроля качества окружающей среды; балансовые схемы и результаты оценки жизненного цикла (ОЖЦ); постановления и предписания надзорных и контролирурующих организаций; результаты исследований мнения заинтересованных сторон и др. [1-3].

Экологические аспекты предприятия оформляются в форме реестра (таблица 1).

Для выявления значимых экологических аспектов воспользовались математико-статистическим методом – анализом Парето. Процедура выявления важных экологических аспектов с использованием анализа Парето состоит из ряда этапов.

На первом этапе определяется критерий, по которому будет оцениваться важность всех экологических аспектов, приведенных в реестре. В нашем случае – это величина платы за выбросы в атмосферу Плату в пределах установленных лимитов на выбросы, не превышающих нормативы допустимых выбросов или сбросов ( $\Pi_{вр}$ ), рассчитывали по формуле [42]:

$$\Pi_{вр} = \sum_{i=1}^n M_{врi} \cdot H_{ггi} \cdot K_{от} \cdot K_{вр}$$



Таблица 1 – Реестр экологических аспектов предприятия

Объект	Процесс операции	Экологический аспект	Источник выбросов	Воздействие на окружающую среду
<b>Основная деятельность предприятия</b>				
Заготовительный цех	Механическая заготовка	Ковка Сварка Шлифовка Резка	Труба выбросов	Загрязнение атмосферы в результате выбросов загрязняющих веществ
Сборочный цех		Сварка Заточка Покраска		
Лаборатория ЦЗЛ		Удаление		
Токарно-упаковочный участок		Обработка		
Экспериментальный участок		Заточка		
Механический участок	Металлообрабатывающий участок	Металлообработка	Аэрационные фонари	
<b>Вспомогательное производство</b>				
Транспортный участок	Стоянка, обслуживание транспортных средств	Ремонтные работы	Окрашиваемые поверхности	Загрязнение атмосферы в результате выбросов загрязняющих веществ
Котельные	Энергообеспечение	Горение	Труба выбросов	

На последующих этапах вели расчет величины экологического критерия для каждого экологического аспекта; строили диаграмму и кривую Парето; проводили анализ построенных зависимостей и устанавливали важные экологические аспекты по кривой Парето.

Для построения диаграммы Парето плата рассчитывали в тыс. руб./год. Общая сумма критериев оценки экологических аспектов принималась за 100%.

При составлении таблицы «Оценка критериев важности экологических аспектов» экологические аспекты располагали в порядке убывания значений оценочного критерия (таблица 2).

Диаграмма Парето (выбросы) строится в системе декартовых координат. На ось абсцисс через равные интервалы по мере убывания величины критерия эффективности наносят экологические аспекты (или их порядковые номера). По оси ординат откладывают величину критерия эффективности (рисунок 1).

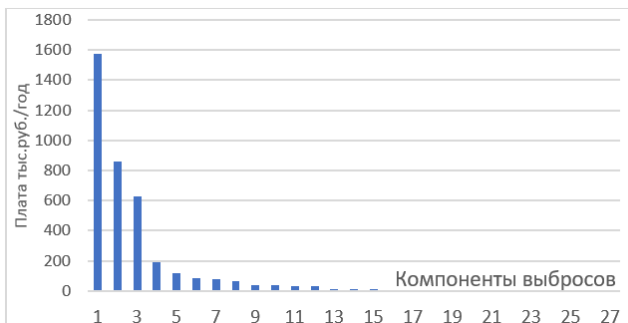


Рис. 1 - Диаграмма Парето(выбросы)

Для построения кривой Парето (выбросы) рассчитали нарастающий итог (Н.и.). За первое значение нарастающего итога принимается максимальное процентное значение критерия оценки важности экологического аспекта и первую точку графика. Каждая следующая точка на кривой рассчитывается путем суммирования значения нарастающего итога для предыдущего экологического аспекта с критерием текущего экологического аспекта, как это показано в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка критериев важности экологических аспектов

№ п/п	Наименование выброса в атмосферу	Экологический аспект	Критерий экологического аспекта (сумма эк. платежей)		Нарастающий итог, %
			руб./год	пл., %	
1	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	Ковка Шлифовка Резка Заточка	1575,3	41,6	41,6
2	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	Ковка Сварка Резка Горение	858,7	22,7	64,4
2	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	Сварка	625,5	16,5	80,9
4	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	Покраска	193,7	5,1	86,05
5	Бутан-1-ол (Спирт н-бутиловый)		116,1	3,07	89,1
п	ABC	abc	nn	nn	nn
	Всего		3780,65	100	//

Для выявления важных экологических аспектов строится кривая Парето, на которой отмечается область, соответствующая 80% (рисунок 2).

Если экологические аспекты попали в область 80%, то они являются важными экологическими аспектами и требуют немедленной разработки природоохранных мероприятий.

В нашем случае в область 80% попадают такие экологические аспекты как, металлообработка, заточка, сварка, заточка, покраска. Эти технологические процессы осуществляются в механозаготовительном и сборочных цехах и сопровождаются выбросами таких загрязняющих веществ как Железа оксид, Азота диоксид, Марганец и его соединения, Ксилол, Бутанол.

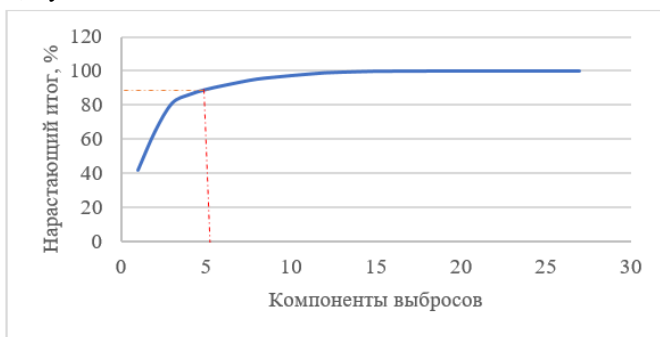


Рис.2 - Кривая Парето (выбросы)

Чтобы уменьшить влияние данных компонентов на ОС необходимо более рентабельное использование рассеивающей способности атмосферы. Для таких цехов достаточно результативным и не дорогостоящим способом является создание коллекторных систем, объединяющих несколько близкорасположенных источников в один, обустройством факельного выброса и незначительным увеличением высоты новых источников.

#### Библиографический список

1. Струкова М.Н. Экологический менеджмент и аудит/М.Н.Струкова; М-во образования и науки рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 80 с.
2. Порожнюк Л.А. Экологический менеджмент и аудит: методические указания к выполнению практических заданий и расчетно-графического задания / сост. Л.А. Порожнюк. — Белгород: изд-во БГТУ, 2018. — 100 с.

3. Порожнюк, Л.А. Роль экологического аудита в обращении с отходами в Белгородской области / Л.А. Порожнюк, Т.А. Василенко, Е.В. Порожнюк // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 4. – С. 177–180.

УДК628.19

**Репетунова Е.Ю., маг.,  
Василенко М.И., канд. биол. наук, доц.**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород, Россия)

## **НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА**

*В статье представлены результаты анализа текущего состояния систем водоснабжения и водоотведения в Белгородском районе, позволяющие выявить проблемы водоснабжения сельских поселений района по результатам работы ГУП "Белводоканал"*

*Ключевые слова: сельские поселения, водоснабжение, качество водопроводных сетей, источники водоснабжения.*

Источник жизни для всех живых организмов на планете Земля - вода. Она является одним из важнейших и ценнейших природных ресурсов.

Водопользование - использование природных запасов воды, которые находятся в реках, озерах, морях, водохранилищах и других поверхностных и подземных водных объектах в пределах государственных и административных границ.

Выделяют следующие виды водопользования: хозяйственно-питьевые, коммунальные нужды населения, лечебные, курортные и оздоровительные цели, сельскохозяйственные нужды, орошение и обводнение, промышленные нужды, нужды теплоэнергетики, территориальное перераспределение стока поверхностных вод и пополнение запасов подземных вод, нужды гидроэнергетики, нужды водного транспорта и лесосплава, нужды рыбного хозяйства, сброс сточных вод, прочие нужды, многоцелевое водопользование [1].

Водоснабжение городских и сельских поселений в современной жизни является приоритетной областью государственных и муниципальных властей по всей территории страны. Без него становится невозможным создать комфортные условия проживания для людей и создавать рабочие места в промышленности и сельском хозяйстве.

К сожалению, Госкомсанэпиднадзор оценивает состояние водных сетей и в целом водоснабжения населения Российской Федерации как неудовлетворительное. Качество питьевой воды, подаваемой

населению, не отвечает показателям примерно в 22 %. Около 1/3 населения используют для питья воду из децентрализованных источников, которая в 31,6 % случаев не отвечает требованиям. В целом около половины людей, проживающих в Российской Федерации, употребляют для питья воду, не соответствующую гигиеническим требованиям по различным показателям качества [2].

Сельское хозяйство в России представляет собой одну из главных отраслей народного хозяйства. В селах проживает почти половина населения всей страны. Серьезной проблемой является сельское водоснабжение, так как часто коммуникации пребывают в разрушенном состоянии или вообще отсутствуют. Повышение благосостояния сел, развитие производства в сельском хозяйстве предполагают повышение темпов развития сельскохозяйственного водоснабжения. [3].

Вода в селе необходима не только для создания комфортных условий жизни, но и для содержания животноводческих ферм, орошения полей, функционирования производств, ориентированных на технологии переработки сельскохозяйственной продукции.

Системы снабжения водой в сельском хозяйстве делятся на несколько групп по их назначению:

- для сельскохозяйственных предприятий и поселков, а также для ремонтных мастерских;
- для животноводческих комплексов и автономных ферм;
- для работы систем снабжения водой сельских пастбищ;
- для работы систем водоснабжения сельскохозяйственных полей.

Каждая группа обладает своими индивидуальными особенностями в плане организации снабжения водой, выбора насосных станций и схем их подключения.

Подземные слои чаще всего являются источниками воды для снабжения сельских поселений. Если вода в них не удовлетворяет требованиям качества, или объем воды недостаточный, то используют источники, располагающиеся на поверхности земли [4].

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Белгородского района опирается на использовании подземных вод из водоносных горизонтов глубокого залегания сантон-маастрихтский, альб-сеноманский и баткелловейский. На долю первого приходится около 92,4%, на долю второго около 5% и на долю третьего около 2,6% добываемой воды.

На территории Белгородского района размещаются и эксплуатируются 58 водозаборов, на которых располагаются 165 артезианских скважин, 12 станций обезжелезивания воды, 11 водопроводных насосных станций II - III подъемов, в составе которых

имеется 28 резервуаров чистой воды и 61 водонапорная башня. Общая протяженность водоводов и водопроводных сетей составляет 811,816 км [5].

В населенных пунктах Белгородского района, обслуживаемых ГУП "Белводоканал", вода из скважин насосами подается в резервуары чистой воды, далее с помощью станции 2-го подъема вода поступает в сети хозяйственно-питьевого водопровода населенных пунктов. В поселениях, где отсутствуют насосные станции, из скважины вода насосами подается в водонапорные башни и далее в сети хозяйственно-питьевого водопровода.

Анализ качества вод водопроводной сети ряда поселений свидетельствует о том, что чаще всего в воде повышено содержание железа, а значит, имеет место не соответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" [6]. Решить эту проблему позволяет включение в технологию водоподготовки стадии очистки воды от железа непосредственно перед подачей в сеть, что осуществляется на станциях обезжелезивания [5].

При проведении анализа состояния объектов водоснабжения и водоотведения всех поселений Белгородского района выявлена высокая степень их износа, превышающая 90% для Бессоновского, Журавлевского, Краснооктябрьского, Малиновского и Щетиновского сельских поселений. Наиболее благополучными с точки зрения износа водных систем оказались Пушкарское, Тавровское, Беломестненское сельские поселения (степень износа не превышает 30%). В целом по району процент изношенности объектов водоснабжения и водоотведения превышает 50%, составляя в среднем 53,7% (таблица 1).

Нельзя не отметить, что аварийность сетей, а также количество сетей требующих замены остаются в настоящее время, как и прежде, на высоком уровне. Водопроводные сети представляют собой наиболее слабые и уязвимые места в системе производства и подачи воды, так же как и канализационные - в системе отвода стоков.

Важно заметить, что имеющиеся технологии на станциях очистки природных вод не могут обеспечить необходимые показатели качества питьевой воды. Кроме этого, интенсивные антропогенные нагрузки на природные водоемы и водотоки провоцируют ухудшение химических характеристик воды.

Таблица 1 - Фактический износ сетей водоснабжения и водоотведения по Белгородскому району по состоянию на 2014 год

N п/п	Наименование поселения	Водопроводная сеть	
		Протяженность, км	Износ, %
1	п. Разумное	51,09	56,6
2	п. Октябрьский	47,58	61,2
3	п. Северный	53,32	31,1
4	Беломестненское с/п	18,37	21,3
5	Ведовское с/п	30,32	85,4
6	Бессоновское с/п	6,13	90,7
7	Веселолопанское с/п	26,11	71,5
8	Дубовское с/п	87,01	76,5
9	Головинское с/п	19,82	78,3
10	Ериковское с/п	13,67	37,9
11	Журавлевское с/п	14,01	93,7
12	Краснооктябрьское с/п	26,99	97,1
13	Комсомольское с/п	26,38	35,5
14	Крутологское с/п	23,08	49,2
15	Майское с/п	71,87	56,5
16	Малиновское с/п	1,76	98,0
17	Никольское с/п	24,47	79,7
18	Новосадовское с/п	28,83	63,0
19	Стрелецкое с/п	38,81	58,3
20	Тавровское с/п	148,76	19,4
21	Пушкарское с/п	32,81	18,6
22	Хохловское с/п	6,09	61,5
23	Щетиновское с/п	1,62	95,1
24	Яснозоренское с/п	12,92	76,1
	Итого:	811,81	53,7

Таким образом, в описанных обстоятельствах, требуется расширить сеть высокоэффективных современных установок и станций очистки природных вод для систем сельскохозяйственного водоснабжения сельских поселений Белгородского района.

#### Библиографический список

1. Мухорин А. А., Проблемы системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге / Мухорин А. А., Сидоров А. Д. // Молодой ученый. — 2017. — №15. — С. 61-63.
2. Мальшева А.В., О проблемах сельского водоснабжения и путях их решения. / Мальшева А.В., Козина Л.Н. // Вестник НГИЭИ. - 2015. - № 6 (49). - С.60-67

3. Полухина М.Г. Инженерная инфраструктура как элемент развития сельских территорий. / Полухина М.Г. // Вестник МГПУ. - 2018. - № 1 (15). - С. 37-47.

4. Сапронова Ж.А., Повышение качества воды водных объектов как фактор повышения экологической безопасности. / Сапронова Ж.А., Лупандина Н.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2012. - № 1. - С. 136-139.

5. Приказ от 30 ноября 2015 года N 26/ЗОб утверждении инвестиционной программы ГУП "Белводоканал" по строительству, реконструкции, модернизации и развитию централизованных систем водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод Белгородского района Белгородской области на 2016 - 2018 годы(с изменениями на 20 ноября 2018 года).

6. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения" (с изменениями на 2 апреля 2018 года).

**УДК 631**

**Рыбина С.Ю., маг.,  
Пендюрин Е.А., маг.,  
Смоленская Л.М. канд. хим. наук, доц.  
(БГТУ им ВГ Шухова, г. Белгород, Россия)**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОЙ ПОЧВЫ**

*Образцы искусственной почвы, полученные с использованием побочных продуктов промышленности, по своим физическим свойствам не уступают естественным. Биокомпост на основе измельченной листвы, торфа и птичьего помета является хорошим органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота и фосфора) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для растений формах. На третий год экспозиции добавление компостов способствует повышению биологической активности образцов.*

*Ключевые слова: искусственная почва, биокомпост, побочные продукты промышленности*

Искусственная почва, являясь основой для накопления питательных веществ, необходимых растению, состоит из смеси песка, гальки, других инертных материалов и органической составляющей. Искусственная почва по своей сути копия обычной, природной почвы и способна выполнять те же самые функции [1-2].

В качестве объектов исследования были выбраны компоненты для создания искусственной почвосмеси: глина и песок, как основа и побочные продукты промышленности – дефекат, как удобрение и мелиоративное средство; ППММС, как наполнитель; органические



компоненты – растительные остатки (лиственный опад измельченный, скошенная трава, сапрпель, торф) (таблица 1).

Таблица 1 - Компонентный состав образцов искусственных почвосмесей

Наименование компонента	Соотношение компонентов %					
	1	2	3	4	5	6
Песок	63	20	20	35	40	20
Глина Терновская белая	20	35	20	30	35	35
Мел	2	-	-	-	-	-
Дефекат	-	10	10	10	10	10
ППММС	-	20	20	-	-	20
Органическая часть	15 (5% листва, 5% хвоя, 5% торф)	15 (лиственный опад измельч.)	15 (5% листва, 5% хвоя, 5% торф)	25 (скошенная трава)	15 (сапрпель)	15 (скошенная трава)
Почва	-	-	15	-	-	-

На первом этапе проводился анализ водного фильтрата побочных продуктов промышленности, которые использовались для создания почвосмесей.

Содержание токсичных компонентов в фильтрате не превышает установленное предельное значение. Фитотоксический эффект составил: для ППММС –38,55 %, а для дефеката –28,31%. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии токсичности компонентов, следовательно их применение в почвосмесях оправдано.

В качестве контроля была использована почва, отобранная с участка, на котором в дальнейшем проводили испытания полученных образцов искусственной почвы.

Искусственную почву увлажняли дистиллированной водой до значения влажности 35 %, выдерживали в статических условиях в течение 2-х недель для стабилизации составов. В дальнейшем полив осуществлялся отстоянной водопроводной водой два раза в неделю. Экспозицию образцов осуществляли в течение 4-х лет (2014-2017 гг).

Полученные результаты анализа физических характеристик, фитотоксичность искусственно созданных почвосмесей сгруппировали по годам, чтобы проследить динамику изменения свойств.

Результаты анализа общих физических свойств, к которым относятся фракционный состав, структурное состояние почвы, плотность твердой фазы приведены в таблицах 2-3.

Таблица 2 - Динамика изменения структуры искусственных образцов почвосмеси 2014-2017 гг

Года	Размер агрегатов										Оценка структуры ИП	Кстр
	10	7	5	3	2,5	2	1	0,5	0,25	<0,25		
	Количество, %											
Контроль												
2014	23,4	18,7	16,8	18,5	5,9	3,6	5,7	4,3	1,8	1,6	73,2 - X	2,93
2015	7,6	11,5	14,1	17,6	7,0	1,0	11,6	13,5	7,5	8,6	76,3 - X	3,22
2016	3,65	3,88	6,51	14,01	7,44	4,81	23,88	25,80	5,07	5,60	75,6 - X	5,95
2017	2,0	2,34	4,59	11,98	7,4	4,5	20,41	24,62	11,5	10,67	75,8 - X	3,13
Образец №1												
2014	34,4	9,4	8,2	11,2	3,1	3,5	6,1	15,2	4,5	4,3	56,8 - Уд	1,31
2015	24,0	11,1	10,7	12,8	5,3	2,5	9,2	11,3	7,4	5,7	65,9 - X	1,78
2016	7,91	7,78	13,59	15,47	5,58	3,53	11,15	18,38	7,71	8,95	75,4 - X	3,07
2017	4,92	6,28	6,8	10,09	4,07	2,8	9,5	32,4	9,92	12,89	72,3 - X	2,61
Образец №2												
2014	25,3	15,0	10,7	14,5	8,1	2,9	7,6	10,9	4,5	0,6	55,5 Уд	2,29
2015	27,2	12,1	8,8	10,9	4,6	1,7	8,1	9,3	7,9	9,4	69,6 X	1,25
2016	8,85	5,88	7,79	13,52	6,51	4,67	20,60	19,75	7,01	5,53	78,6 - X	3,89
2017	3,26	7,34	10,23	15,93	6,69	4,3	19,71	21,86	6,74	3,19	86,8 - O	6,58
Образец №3												
2014	26,0	17,1	14,1	13,1	5,1	4,1	7,1	10,0	1,6	1,8	70,6 - X	2,4
2015	13,2	12,6	14,6	18,5	7,5	3,9	10,6	7,9	4,6	6,6	75,6 - X	3,09
2016	0,31	4,36	4,51	12,12	6,65	4,44	22,89	28,35	10,30	5,07	84,3 - O	5,38
2017	1,7	4,24	5,0	11,7	7,38	4,58	21,71	27,31	9,75	6,28	82,3 - O	4,64
Образец №4												
2014	25,9	9,9	10,5	21,0	6,0	3,9	6,5	10,2	4,5	1,6	68 - X	2,13
2015	10,5	6,9	8,5	14,2	7,3	3,8	13,3	23,3	8,5	3,7	77,3 - X	3,41
2016	1,49	3,07	5,96	13,13	6,52	3,54	22,06	27,93	9,40	5,40	83,7 - O	5,14
2017	1,7	3,31	3,0	7,12	5,43	4,1	25,78	35,11	8,23	5,85	84,2 - O	5,34
Образец №5												
2014	26,7	14,6	7,6	9	4,6	3,5	12,5	13,2	4,4	3,9	65,0 - X	1,86
2015	15,7	13,5	10,5	11,2	5,2	2,8	11,5	19,0	6,7	4,1	66,6 - X	2,77
2016	1,99	4,50	9,35	16,28	7,71	4,76	22,69	21,30	5,97	4,76	73,5 - X	6,86
2017	0,71	1,11	2,14	8,5	4,92	5,0	15,0	29,93	26,52	6,2	87,3 - O	1,99
Образец №6												
2014	50,1	10,1	6,4	9,2	3,9	2,9	4,8	6,6	4,4	1,6	43,9 - Уд	0,78
2015	52,3	15,0	8,2	7,5	3,3	1,5	3,8	3,1	2,8	2,7	42,4 - Уд	0,73
2016	2,27	7,59	11,09	16,94	9,34	4,10	15,10	14,32	11,26	7,07	79,4 - X	3,85
2017	5,6	6,36	11,19	18,1	7,28	4,52	16,7	19,92	5,9	4,1	84,4 - O	5,41

Полученные значения механического состава позволяют отнести образцы 2, 3, 4 почвосмеси к песчаным по преобладанию частиц 1-0,5 мм (песок крупный), образцы 5, 6 по преобладанию крупности агрегатов 0,5-0,25 мм (песок средний) и образец 1<0,25 мм (песок мелкий) – суглинистым, что указывает на близость механических свойств искусственной почвы к естественной.

Как видно из диаграммы (рисунок 1) к третьему году экспозиции структура искусственных образцов почвосмесей выравнивается и ее можно оценить в контрольном образце и в образце 1 как «Хорошее», в остальных образцах – «Отличное».

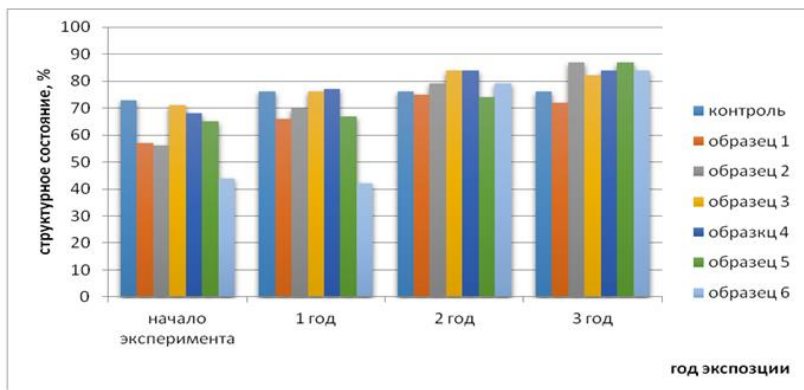


Рис. 1 - Влияние временного фактора на структуру исследуемых образцов

Таблица 3 - Динамика изменения плотности твердой фазы почвосмеси 2014-2017 гг

Год экспозиции	Плотность образцов, г/см <sup>3</sup>						
	Контроль	1	2	3	4	5	6
Начало	2,63	1,62	1,51	2,08	2,03	1,93	1,83
1 год	2,49	2,07	2,01	2,32	2,21	2,09	2,11
2 год	2,54	2,31	2,25	2,49	2,2	2,11	2,28
3 год	2,69	2,27	2,19	2,37	2,19	2,01	2,23

На третий год экспозиции наблюдается незначительно снижение плотности образцов искусственной почвосмеси от плотности второго года, но по сравнению с началом эксперимента увеличение. Плотность твердой фазы почвосмеси зависит от плотности веществ, из которых она состоит. Поскольку плотность преобладающих минералов в составе почв находится в диапазоне 2,5-2,7 г/см<sup>3</sup> (глинистые минералы), а плотность органических веществ (гумус, растительные остатки) значительно ниже минеральных, находится в пределах 1,4-1,8 г/см<sup>3</sup> исследуемые образцы можно отнести к плотности гумусовых суглинистых горизонтов 2,2-2,6 г/см<sup>3</sup>.

На следующем этапе исследований в искусственные почвосмеси добавляли биокомпост. В качестве исходных компонентов для компостных смесей были использованы – птичий помет, лиственный

опад древесных культур, измельченная трава, торф, опилки и дерновая земля. Было приготовлено два состава биокомпостов (таблица 4).

Таблица 4 - Составы компостов

Состав компоста I										
листва		торф		птичий помет		вода				
г	%	г	%	г	%	г				
25,0	33	25,0	33	25,0	33	250				
Состав компоста II										
Опилки березы		Птичий помет		Дерновая земля		Кокосовый грунт		Измельченная известь		Вода
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	мл
48,7	41,3	30,1	25,5	23,0	19,5	9,9	8,4	5,0	4,2	400
40		25		20		10		5		

Перед смешиванием с пометом проводили дробление листового опада, опилок, дерна, затем увлажняли исходную смесь до 92% согласно НТП 17-99. Чтобы устранить многие негативные факторы, возникающие при использовании птичьего помета, постоянно равномерно перемешивали весь объем компостной массы в течение 10-14 дней для нормальной работы аэробной микрофлоры в компостируемой смеси концентрация.

После 4-х месячного созревания компоста проводили исследования на физические, физико-химические характеристики биокомпостов.

Полученные биокомпосты с добавлением птичьего помета представляли собой рыхлую массу темно-бурого цвета, состоящую из частиц размером до 1 см, не обладающую неприятными запахами. В биокомпосте состава I листва, торф подверглись полному микробиологическому разложению и морфологически выражаются незначительно (рисунок 2).



Рис. 2 - Внешний вид высушенных компостов

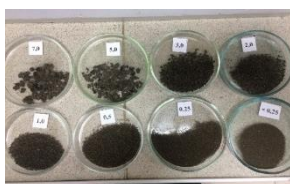
В биокомпосте состава II прослеживаются кусочки опилочных пластинок. При производстве такого требуется контрольная сепарация готового биокомпоста для удаления крупных, неразложившихся

частиц органического вещества. Просеянные фрагменты рекомендуется возвращать в рецикл.

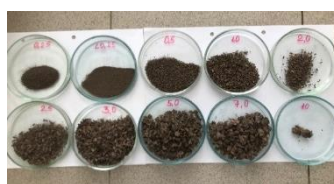
Структуру компоста оценивали количественно на основании распределения содержания агрегатов благодаря рассеву воздушно-сухого почвенного образца на ситах с диаметрами отверстий 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0.5 и 0.25 мм (таблица 5).

Таблица 5 - Фракционный состав биокомпостов

Образец	Размер фракции, мм									
	10	7	5	3	2,5	2,0	1,0	0,25	0,125	<0,125
	Содержание фракций, %									
Состав I	-	16,49	14,65	16,64	6,13	2,27	10,03	15,43	9,95	8,7
Состав II	0,25	6,0	6,5	8,1	1,7	1,0	2,8	2,3	1,5	1,2



Состав I



Состав II

На следующем этапе исследований полученные образцы биокомпоста анализировались по основным физико-химическим показателям (таблица 6).

Таблица 6 - Характеристика компостов

Наименование показателей	Нормы	Компост I	Компост II
Внешний вид	однородная сыпучая масса	+	+
Размер частиц см,	не более 1,0	-	0,25%
Массовая доля сухого вещества, %	не менее 40	75,66	77,08
Массовая доля золы, % на сухое вещество	не более 30	29,1	30,7
Массовая доля орг. вещества, % на сухое вещество	не менее 20	20,4	21,2
Соотношение C:N	не более 30	13,25	20
Общий азот, % на сухое вещество	не менее 1,5	1,54	1,08
Фосфор, % на сухое вещество	не менее 0,1	2,3	1,4
Калий, % на сухое вещество	не менее 0,2	0,15	0,31

Компост, полученный в результате разложения травы, более насыщен азотом, чем компост, полученный с преобладанием опилок. Поэтому при производстве биокомпостов на основе опилок, недостаток азота в исходной смеси можно компенсировать внесением 0,5-0,8% азотных удобрений. Для увеличения содержания минеральной составляющей биокомпоста 1 рекомендуется добавлять калийные удобрения и 1,0-1,5% извести.

При добавлении вышеперечисленных компостов к образцам искусственной почвы наблюдается их оживление, причем добавление биокомпоста состава 1 благоприятнее, так как способствует более интенсивному росту и развитию растений.

Таким образом, проведенные исследования показали, что за три года эксперимента отмечено изменение структуры почвосмеси с «удовлетворительной» на «отличную», при этом механический состав почвосмеси немного «утяжелел» (содержание фракции меньше 0,25 мм в среднем увеличилось от 0,6-1,6% до 5,7-8,9%) (значения механического состава позволяют отнести исследуемые образцы к песчано-суглинистым почвам). Плотность твердой фазы к третьему году экспозиции также выравнивается образцы можно отнести к плотности гумусовых суглинистых горизонтов. По физическим показателям можно делать вывод, что полученные результаты указывает на близость механических свойств искусственной почвы к естественной.

Биокомпост на основе измельченной листвы, торфа и птичьего помета является хорошим органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота и фосфора) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для растений формах.

#### **Библиографический список**

1. Ярмош Т.С., Формирование системы озеленения территории города как средство улучшения качества жизни городского населения / Ярмош Т.С., Иванкина Е.И. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2017. - Т.2. № 2. - С. 109-112.
2. Рыбина С.Ю., Разработка составов искусственной почвы и исследование их характеристик/ Рыбина С.Ю., Смоленская Л.М., Пендюрин Е.А. // ЭКиП. - 2018. - Т. 22. - № 5. – С. 41-45.

## ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КРЫМУ

*Приведены данные о загрязненности водных объектов Крыма. Отмечено, что качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, соответствует категории "условно чистые", а большинство створов рек, впадающих в Азовское море, соответствует категории "загрязненные". неудовлетворительное качество вод отрицательно сказывается на здоровье населения. Проблема загрязнения водоемов не имеет самостоятельного решения и требует внимания от правительства.*

*Ключевые слова: водные ресурсы, Крым, загрязнение, охрана ресурсов.*

В Крыму от экологических преступлений в наибольшей степени страдают водные ресурсы. Основная причина загрязнения поверхностных водных источников Крыма – сброс сточных вод. Главными приемниками загрязненных сточных вод являются реки Крыма (особенно р. Салгир), Черное и Азовское (залив Сиваш) моря. Так, например, в 2012 году в реку Салгир было сброшено: нефтепродуктов – 0,721 т, сухого остатка – 15,64 тыс. т, сульфатов – 2,509 тыс. т, хлоридов – 3,064 тыс. т, фосфатов – 83,0 т, нитратов – 2,759 тыс. т, СПАВ – 4,219 т. В реки бассейна Черного моря было сброшено – нефтепродуктов – 3,07 т, сухого остатка – 45,69 тыс. т, сульфатов – 10,37 тыс. т, хлоридов – 25,65 тыс. т, фосфатов – 243,7 т, нитратов – 1,721 тыс. т, СПАВ – 8,167 т. Много это или мало сказать сложно, а особенно трудно предсказать влияние, которое могут оказать такие сбросы на растительные и животные сообщества, а главным образом на человека [1]. Проблема антропогенного загрязнения природных и искусственных водоемов стоит особенно остро с начала 2014 года, когда вступило в силу Российское законодательство и было обнаружено, что множество предприятий и учреждений не удовлетворяют условия размещения и пагубно влияют на близлежащие водные объекты. Слив химических отходов, утилизация продуктов переработки, использование органических удобрений и оседание паров производств и заводов на поверхность воды влекут за собой ухудшение состояния не только водных ресурсов, но и почвы и воздуха, а значит – здоровья проживающего рядом населения, животных и растительности.

Сточные воды представляют особую опасность для жизни населения. Повышается число заболеваний верхних дыхательных путей, легких, почек, кожи, возникает случаи развития рака кожи [2].

Согласно данным Роспотребнадзора по республике Крым 2018 году 75,8% сточных вод имеют в своем составе загрязняющие вещества [3]. Входящие в их число поверхностно активные вещества (ПАВ), попадая в водоемы и водотоки, оказывают влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионты.

Исследования показали, что поверхностно-активные вещества влияют на проницаемость тканей. Изменение физиологических свойств кожи под воздействием ПАВов приводит к изменению структуры кератина. Такие изменения могут повлечь за собой возникновение излишнего ороговения кожи, ускоренного старения или начала аллергии и хронических дерматитов [4].

Исследования донных отложений Балаклавской бухты показали локально высокий уровень концентрации мышьяка в грунтах и толще вод вблизи промышленных предприятий. Кроме того, в 2015 году в водах Карантинной бухты было зафиксировано превышение предельной допустимой концентрации мышьяка на 18% [5, 6]. Игнорирование такого загрязнения может привести к экологической катастрофе в регионе и повлечь за собой рост заболеваний. По данным Всемирной организации Здравоохранения (ВОЗ) загрязнение воды химическими отходами, в частности, мышьяком и его соединениями, является причиной возникновения злокачественных новообразований кожи [7].

Среди прочих соединений, загрязняющих водоемы Крыма, стоит азот аммонийный, который может влиять на организм человека как прямым, так и опосредованным путем [8]. Проникновение данного соединения в организм может вызвать отравления, заболевания сердечно-сосудистой системы – ишемии и усугублять атеросклероз, анемию.

Эмиссия соединения в окружающую среду приводит к его концентрации и взаимодействию с соединениями окружающей среды. Нитрификация приводит к накоплению вредных соединений в воде, почве и воздухе. Изменяются органолептические свойства и приходят в негодность водные ресурсы для использования в пищевых целях.



Помимо этого, продукты азота способствуют разрастанию планктона в водоемах, что также существенно снижает качество воды [9].

Качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, сохранилось на уровне 2017 года и соответствовало «условно чистым». Вместе с тем качество воды рек Черная и Кача ухудшилось от уровня «условно чистая» до «слабо загрязненная»; максимальные концентрации загрязняющих веществ в воде этих рек превышали 2 ПДК. Воды реки Таракташ изменились от «слабо загрязненных» до «загрязненных», отмечают в ведомстве. Характерными загрязнениями являются органические вещества, сульфаты, анионные синтетические поверхностно-активные вещества (АСПАВ), соединения меди и магния.

Значительно ухудшилось – от «условно чистая» до «загрязненная» – качество воды реки Ускуп, что подтверждается увеличением максимального содержания органических веществ до 3 ПДК, соединений железа до 3,8 ПДК, меди до 2,2 ПДК, хрома шестивалентного до 2 ПДК, АСПАВ до 2,1 ПДК, нефтепродуктов до 1,2 ПДК. Хорошим качеством продолжают характеризоваться воды водохранилищ Партизанское, Счастливое, Чернореченское. Но и там максимальные концентрации достигали 2,5 ПДК.

Вода большинства створов рек Крыма, впадающих в Азовское море, в 2018 году характеризовалась как «загрязненная». При этом река Салгир имеет статус «слабо загрязненная», а Биюк-Карасу – «условно чистая». Но и в этих реках среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превышали ПДК, а максимальные – соединений меди и органических веществ – достигали 1,5-2 ПДК.

В воде Симферопольского и Феодосийского водохранилищ в 2018 году наблюдалось увеличение содержания органических веществ; в результате оба водных объекта перешли из категории «слабо загрязненные» в категорию «загрязненные». Вода Аянского водохранилища характеризовалась как «условно чистая».

Воды морского пассажирского порта Ялта оценивались как «чистые», однако там выявлялись нефтяные углеводороды и пестициды. Соленость воды у берегов Ялты превышает средние значения, а содержание кислорода в воде составляла в среднем 92,3%, временами сокращаясь до 74%.

В Керченском проливе между портами «Крым» и «Кавказ» в 2018 году по сравнению с предыдущим годом качество вод существенно ухудшилось за счет почти четырехкратного увеличения содержания нефтяных углеводородов. Кроме того, превышались ПДК по СПАВ и

хлорорганическим пестицидам. В целом, вода в проливе оценивалась как «умеренно загрязненная» [10].

В реке Черной и Черном море в 2017 году было обнаружено повышенное содержание азота аммонийного, который составил 20,5 % от общего числа загрязнителей. В водоемах, расположенных вблизи работающих заводов и предприятий, отмечается повышенный процент гибели рыб от выброшенных токсинов. Избыток соединения в воде и морских пищевых продуктах может привести к отравлениям неинфекционной природы и увеличить показатели заболеваний сердечно-сосудистой системы и системы крови ввиду накопительного свойства химического соединения. Было отмечено, что число химических отравлений в прибрежных районах значительно выше, чем в населенных пунктах вдали от искусственных и природных водоемов [11].

Развитие сельского хозяйства также имеет негативное влияние на состояние водных ресурсов Крыма. Развитие данной отрасли провоцирует к повышенному потреблению и использованию пресной воды в целях роста таких сельскохозяйственных сфер как животноводство и растениеводство [9]. Нерациональное использование водоемов ведет к их иссушению и загрязнению органическими продуктами жизнедеятельности животных и растительными отходами. Загрязнение водоемов приводит к негодности к их повторному дальнейшему использованию и предприятия вынуждены искать новые источники водных ресурсов, что запускает «порочный круг»: найденный новый ресурс снова подвергается в негодность и возникает необходимость поиска следующего источника. Такое неразумное использование может стать причиной повышения загрязнения воды не только в концентрационном аспекте, но и в территориальном. Кроме того, распространение территории производства сельского хозяйства приводит к повышенному объему использования и потребления пресных вод и водных ресурсов.

Помимо непосредственного влияния загрязнения воды на здоровье, можно выделить опосредованное воздействие. Как известно, вода имеет свойство испаряться и поднимающийся в атмосферу пар превращается в конденсат и способен выпадать с осадками [5]. Таким образом загрязняются плодородные почвы и возникает повышение концентрации химических веществ в растениях. Употребление в пищу таких продуктов может привести к отравлению и накоплению веществ в органах и тканях, что пагубно влияет на здоровье не только человека, употребившего некачественный продукт, но и на здоровье его будущих поколений.

Проблема загрязнения водоемов на данном этапе не имеет самостоятельных путей решения и требует внимания от правительства Республики Крым и местных органов самоуправления населенных пунктов, на территории которых расположены такие водоемы и требует дальнейшего углубленного исследования.

Улучшение качества воды может снизить процент возникновения обострений или хронизации таких заболеваний, как стенокардия, инфаркт миокарда, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки и отравлений, а также создать отрицательную тенденцию в развитии новообразований кожи. Кроме того, возможно улучшение окружающей среды в общем, так как решение проблемы загрязнения воды неразрывно связано с улучшением состояния воздуха, почвы, продуктов питания и других потребляемых человеком ресурсов.

Вода в ландшафте обеспечивает ему жизнь. Она служит источником формирования водных ресурсов, так необходимых человеку и хозяйству. Интенсификация сельского хозяйства, мелиоративные мероприятия оказывают влияние на условия формирования и качество поверхностных и подземных вод. Следовательно, охрана и рациональное использование ресурсов почвенной влаги ландшафтов должны быть постоянной заботой не только сельского, но и водного хозяйства.

#### **Библиографический список**

1. В числе онкозаболеваний у крымчан на первом месте рак кожи [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://crimea.mk.ru/articles/2017/09/12/v-chisle-onkozabolevaniy-u-krymchan-na-pervom-meste-rak-kozhi.html> (дата обращения: 19.10.2019).

2. Гриднев П. И., Эмиссия аммиака и ее последствия для окружающей среды / Гриднева Т. Т., Шведов А. А. // Вестник ВНИИМЖ. — 2018. — №1 (29). — С. 42-49.

3. Заболеваемость населения России, 2016-2017 годы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2018/0767/barom01.php> (дата обращения: 19.10.2019).

4. Ивановин Н.М. Загрязнение водных объектов Крыма сточными водами / Н.М., Ивановин, С.В. Подовалова // Экология и строительство. - 2018. - №1. - С. 4-8.

5. Экология производства. Кислотные дожди могут вызывать респираторные, сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/news/view/11163.html> (дата обращения: 19.10.2019).

6. Овсяный Е.И. Мышьяк и тяжелые металлы в донных отложениях Балаклавской бухты (Черное море) / Е.И. Овсяный, Е.А. Котельянец, Н.А.

Орехова // Морской и гидрофизический журнал. - 2009. - №4. - С. 67-80.

7. Всемирная Организация Здравоохранения. Рак. Основные факты. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cancer> (дата обращения: 18.10.2019).

8. Рябушко В. И., Концентрация мышьяка в тканях культивируемой мидии, воде и донных осадках (Крым, Черное море) / В.И. Рябушко, А.Ф. Козинцев, А.М. Тончкин // 2017. - 2017. - №2 (3). - С. 68-74.

9. Крымология. Сельское хозяйство Крыма. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [http://krumology.info/index.php/Сельское\\_хозяйство\\_Крыма](http://krumology.info/index.php/Сельское_хозяйство_Крыма) (дата обращения: 19.10.2019).

10. Сенотрусова С.В. Влияние загрязнения окружающей среды на заболеваемость населения промышленных городов: дис. д-р. б. наук: 03.00.16. — Владивосток, 2005. — 444 с.

11. РИА Новый день. В Крыму ухудшается качество воды. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://newdaynews.ru/crimea/671069.html> (дата обращения: 19.10.2019).

**УДК 504.75**

**Ситникова Ю.Г., студ.,**

**Попова А.А., маг.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **СТОЧНЫЕ ВОДЫ МОЛОКОПРИЕМНЫХ ПУНКТОВ**

*В статье описаны условия образования и особенности сочных вод молокоприёмных пунктов. Отмечено, что в силу содержания в них множества органических соединений, такие стоки представляют опасность для водных объектов.*

*Ключевые слова: молокоприёмные пункты, сточные воды, загрязняющие вещества, очистка.*

Отходы и вторичные сырьевые ресурсы являются основным источником загрязнения сточных вод. В связи с тем, что отходы образуются практически на всех стадиях производства, все процессы вносят свой вклад в образование загрязнителей, которые попадают в водные потоки, образуя при этом сточные воды [1]. Молочная промышленность потребляет значительные объемы исходной воды. На рассматриваемом предприятии вода расходуется:

- на технологические нужды (в теплообменных аппаратах, на мойку, технологического оборудования, тары, автомобильных цистерн и др.);
- на вспомогательные производства (охлаждение фреонных компрессорных установок);

- на хозяйственно-бытовые нужды (использование воды для питья, мойки помещений и др.).

Сточные воды молокоприёмного пункта можно подразделить на следующие категории:

- производственные сильнозагрязненные (после мойки оборудования, тары, автоцистерн);
- производственные малозагрязненные (после ополоски процессов мойки и др.);
- хозяйственно-бытовые (санузлы и другие вспомогательные помещения).

Соотношение количества отдельных видов сточных вод складывается по-разному, и состав их меняется в зависимости от времени года. Самое большое количество загрязнений содержится в сточных водах в летние месяцы.

Производственные сточные воды являются наиболее загрязненными, относятся к группе стоков с органическими загрязнениями. Загрязнения этих вод состоят главным образом из органических веществ в виде коллоидных суспензий и водных растворов. Кроме того, сточные воды содержат неорганические соединения: дезинфицирующие растворы, моющие средства, соединения металлов. Они образуются в результате различных технологических операций, а также при мойке емкостей и уборке производственных помещений [2].

Хозяйственно-бытовые сточные воды составляют значительную часть от общего количества сточных вод. Их нагрузка зависит исключительно от масштаба производства, количества работников и людей, проживающих в зоне действия данного предприятия, а также от степени обеспеченности предприятия санитарным и хозяйственным оборудованием.

В состав сточных вод молокоперерабатывающих предприятий входят вещества ранее содержащиеся в молоке: белки, казеины, альбумины, глобулины, лактоза, жиры, фосфолипиды, холестерин, минеральные компоненты, лимонная кислота, ферменты.

Свежие производственные стоки имеют в большей степени желтоватый или белый цвет. Реакцию имеют щелочную. Так как в сточных водах содержатся белковые вещества, углеводы и жиры, они быстро подвергаются закисанию и загниванию. Происходит сбраживание молочного сахара в молочную кислоту, что приводит к осаждению казеина и других протеиновых веществ, загнивание которых сопровождается выделением очень неприятного запаха. рН сточных вод при этом снижается до 4,5.

Производственные сточные воды молочных заводов, кроме перечисленных выше загрязнений, содержат химические соединения, применяемые для мойки емкостей, аппаратуры и полов (детергенты) [3].

Сточные воды предприятий молочной промышленности, содержащие в своем составе органические вещества в случае сброса их в водоемы без предварительной очистки, оказывают вредное воздействие на качество воды в данном водоеме. В результате биохимического окисления органические соединения, содержащиеся в сточных водах, из водоемов поглощают большое количество кислорода, происходят процессы эвтрофикации в результате которых фауна и флора водоемов могут погибнуть [4].

Единого, универсального метода очистки сточных вод пока нет, однако есть общие для всех видов сточных вод пищевых предприятий принципы очистки, которые можно разделить на механические, биологические, физико-химические. Кроме того, широкое распространение получили методы обеззараживания сточных вод.

Попадание жировых веществ на очистные сооружения отрицательно влияет на работу этих сооружений, ухудшает качество очистки сточных вод. Для удаления из сточных вод жиров, масел и других, легко всплывающих на поверхность жировых веществ применяют жироловушки.

В связи с тем, что скорость биохимического окисления органических веществ сточных вод пищевых предприятий разная, то рекомендовать один и то же способ биологической очистки для всех видов сточных вод нельзя. Обеззараживают сточные воды хлорированием, озонированием, ультразвуком, ультрафиолетовыми лучами [5]. Исходя из того, что подобные стоки представляют значительную опасность для водных объектов, они должны подвергаться глубокой очистке.

Сотрудниками кафедры Промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова в последние годы разработано много способов очистки сточных вод различного происхождения и состава, некоторые из которых могут быть использованы для очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий [6,7].

### **Библиографический список**

1. Шакиров, Ф.Ф. Интенсификация очистки сточных вод производства соевого молока коагуляционно-флокуляционным методом/ Ф.Ф. Шакиров, И.Г. Шайхиев, С.В. Фридланд // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2009. - №4. - С. 9 – 11.
2. Особенности загрязнения сточных вод в молочной промышленности [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<https://studbooks.net/1446566/tovarovedenie/ekologiya>

3. Производственные сточные воды молочных заводов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.refsr.ru/referat-24940-3.html>

4. Влияние молочного завода на загрязнение реки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.refsr.ru/referat-26954-2.html>

5. Совершенствование технологии локальной очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-lokalnoy-ochistki-stochnyh-vod-molokopererabatyvayuschih-predpriyatiy>

6. Свергузова, С.В. Очистка сточных вод молочных комбинатов растительными отходами/ С.В. Свергузова, М. Лупова, О. Жадан// Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Белгород, ноябрь 2012. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – С. 349-350.

7. Свергузова, С.В. Повышение эффективности очистки сточных вод как одна из актуальных проблем коммунальных хозяйств/С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова// Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Белгород, ноябрь 2012. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – С. 347-349.

**УДК 614.842.833**

**Степанова М.Н., канд. техн. наук, доц.**

**Затаковая М. А., студ.,**

**Тягунова Е.С., студ.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ОГОНЬ В ВОЕННОЕ ВРЕМЯ**

*Военное время представляет множество угроз, в число которых входят угрозы возникновения пожаров и поражения им населения (военных), а также растительности и инфраструктуры.*

*Ключевые слова: огонь, война, пожар, борьба, угроза, гибель, задачи, инфраструктура, население, поражение, ликвидация.*

Огонь во время войны может возникнуть неожиданно и с любой стороны, поэтому при ведении военного конфликта он представляет особую опасность, нежели пожары в возникающие в мирное время.

Борьба с пожарами является и так нелегкой задачей для пожарных, а в военное время эта задача усложняется в разы. События, произошедшие во времена ВОВ, показывают насколько трудоемкой и важной была работа пожарных. Так как в настоящее время силы и средства государств значительно возросли, то итог военного конфликта может оказаться губительным и даже глобальным.

Для пожарных существует множество задач, каждая из которых является важной и обязательной для выполнения. Основными задачами являются:

- сохранение военных и стратегически важных объектов;
- сохранение целостности транспортных узлов и инфраструктуры;
- ликвидация малых очагов пожара и не допущение перерастания таких пожаров в массовые;
- обеспечение ликвидации пожаров до наступления ночи, чтобы они не служили ориентиром для противника;
- эвакуация людей и оборудования.

Существует ряд проблем для пожарных, которые возникают при военном конфликте. Во-первых, отсутствует нужное оснащение материально-техническими средствами и подготовка пожарных в области ГО. Это объясняется тем, что со стороны противника могут последовать различные действия (угона, подрыва, обстрела и т. п.) по отношению к пожарной технике и пожарно-техническому вооружению. Во-вторых, существует вероятность одновременного возникновения пожара на отдаленных друг от друга участках. Такая проблема требует рационального решения и распределения сил и средств [1].

В период Великой Отечественной войны также осуществлялась борьба с пожарами. Со всем советским народом пожарная охрана выполняла свой долг, спасая от пожаров города. В организациях, учреждениях, жилых домах создавались формирования местной противовоздушной обороны и противопожарные формирования. Приходилось каким-либо образом обучать население действиям, необходимым для выполнения в условиях приближенных к боевой обстановке. Инструктажи проводились Госпожнадзором и личным составом профессиональной пожарной охраны. За максимально короткое время работники Госпожнадзора обследовали населенные пункты и осуществляли действия по противопожарной защите. В таких городах, как: Москва, Киев, Ленинград и других городах на стадионах, площадях и иных территориях проводились показательные занятия по тушению очагов пожара; проводились различные инструктажи для населения, в которых говорилось о правилах противопожарного режима в военное время.

Все мы помним дату 22 июня 1941 года, когда фашистская Германия без объявления войны напала на Советский Союз. Авиация противника бомбила не только важные стратегические объекты, такие как аэродромы, военно-морские базы, железнодорожные узлы, но и мирные города Советского Союза. Одну из важнейших ролей сыграла



в годы Великой Отечественной войны и пожарная охрана, которая немедленно вступала в борьбу с пожарами, вызванными фашистской авиацией [2-3].

В период с 1941 г. по 1945 г. велись сл. действия по борьбе с пожарами:

- 1941(22 июня) - пожарные начали борьбу с огнем в Минске, Орше, Смоленске, Бресте, Мозыре, Вильнюсе и др. От разрывов снарядов и пулеметных пуль пожарные понесли первые потери.

- 1941 (2 июля) - правительство принимает решение об обязательной подготовке населения к противовоздушной обороне.

- 1941 (21 июля) - первый налет фашистских самолетов на Москву. Потушены крупные пожары.

- 1941 (июль) - приказом НКО СССР пожарным за мужество объявлена благодарность. По решению Московского комитета партии образован комсомольско-молодежный полк противопожарной обороны. На счету полка более 1000 потушенных пожаров.

- 1941 (8 сентября) - первый воздушный налет на Ленинград. Все пожары, кроме одного, были потушены в течение 2-3 часов.

- 1941 (сентябрь) – в Москве сформировано 12736 пожарных команд, 3600 групп противопожарной защиты. В тяжелых условиях войны промышленность перешла на выпуск пожарных машин упрощенной конструкции. В 5-ти этажное здание госпиталя в Ленинграде попало много зажигательных бомб и три фугаса, погибло 600 раненых бойцов.

- 1941 (ноябрь) - в историческом параде на Красной площади приняли участие пожарные. Часть из них ушла на фронт, другие – тушить пожары. Пожарные Ленинграда до конца года потеряли 500 человек.

- 1942 - на службу в пожарную охрану мобилизовано более 6000 комсомольцев. В Ленинграде при обстреле ж/д станции взорвалось 90 вагонов со снарядами, возникло 18 очагов пожара, во время тушения погибло несколько пожарных, многих ранило. От голода в Ленинграде погибло 600 пожарных. ГУПО НКВД разработало и направило на места « Нормативные показатели по важнейшим видам боевой подготовки пожарных команд ВПО и ГПО».

- 1942 (23 августа) - весь г. Сталинград от вражеских бомб был объят пламенем.

- 1943 (20 мая) - ГУПО утверждено « Наставление по работе руководителя и штаба пожаротушения»

- 1944 - пожарная охрана Ленинграда потеряла за время блокады 53% пожарных машин и 1583 человека.
- 1945 - за организацию обороны городов и объектов промышленности и отвагу в борьбе с пожарами более 32000 человек рядовых и начальствующего состава страны награждены орденами и медалями. Во время ВОВ были частично разрушены и сожжены 1710 городов и поселков, более 70000 сел и деревень, 6 млн. зданий и сооружений, 31850 промышленных предприятий. Начато восстановление разрушенных пожарных частей, восстановленных к 1950 году [2-3].

Важно выделить то, что в борьбу с возгораниями вступали и обычные граждане. Эти люди за кратчайший промежуток времени осваивали технику безопасности и знакомились с пожарным делом.

Также находились пожарные, которые по зову сердца записывались в партизанские отряды, чтобы с оружием в руках бороться с фашистскими захватчиками.

В итоге благодаря таким добровольцам были сохранены множества жилищ и объектов (в том числе стратегически важных). Такие добровольческие действия значительно минимизировали ущерб военного времени.

Важное значение имеет охрана лесов в военное время. Это связано с тем, что при ведении военного конфликта сгорает значительное количество деревьев и прочей растительности на больших площадях. Проблемой является то, что на восстановление лесов уходит большое количество ресурсов, также существует проблема приведения лесов в первоначальное состояние, на что уходит много времени [4].

Осуществление противопожарной защиты в военное время значительно отличается от осуществления противопожарной защиты в мирное время. В условиях войны существует проблема профилактической деятельности, проведения инструктажей, обеспечения городов и других населенных пунктов противопожарным вооружением. Появляется сложность практически в любых действиях пожарных, что ведет к людским потерям и разрушению различных построек.

Пожарные в любое время, будь оно военное или мирное, выполняют свой непростой долг, не смотря на то, насколько сложным может оказаться их положение. Задачей же государства является обеспечение в полной мере силами и средствами пожарных, предоставление им в нужном размере пожарно-технического вооружения и остального необходимого в зависимости от сложившейся ситуации.

Единственным решением такой глобальной проблемы является не допущение военного конфликта, что является сложнейшей задачей с политической стороны государства. На сегодняшний день вооружение некоторых стран настолько сильно, что при случае войны борьба с пожарами будет практически невозможна. Следовательно, для безопасной жизни государства и сокращения убытков приносимых пожарами нужно максимально оградить государство от возникновения любого военного замешательства.

### **Библиографический список**

1. Борьба с пожарами, возникшими при ведении военных действий или вследствие этих действий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mchs.gov.ru/activities/Grazhdanskaja\\_oborona/planirovaniye\\_meropriyatij/Borba\\_s\\_pozharami\\_voznikshimi\\_pri\\_vedeni](https://www.mchs.gov.ru/activities/Grazhdanskaja_oborona/planirovaniye_meropriyatij/Borba_s_pozharami_voznikshimi_pri_vedeni)
2. Пожарная охрана в период Великой Отечественной войны 1941-1945 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gpnrostov.ru/01pusk/?p=3576>
3. Пожарная охрана в годы Великой Отечественной войны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravschool-angarsk.ru/poleznaya-informatsiya/nashi-raboty/149-pozharnaya-okhrana-v-gody-velikoj-otechestvennoj-vojny>
4. Охрана лесов от пожаров в годы Великой Отечественной войны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://les.admin-smolensk.ru/news/okhrana-lesov-ot-pozharov-v-gody-velikoj-otechestvennoj-vojny/?version=print>

**УДК 504.3.054**

**Тихомирова Т.И. канд. техн. наук, доц.,  
Хомутов С. А.  
(БГТУ им. Шухова, г. Белгород, Россия)**

### **ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТЭЦ НА АТМОСФЕРУ**

*Приведены данные о вредных выбросах от объектов энергетики – ТЭЦ в атмосферу. Указаны причины возникновения вредных выбросов от ТЭЦ, их негативное влияние на окружающую среду.*

*Ключевые слова: ТЭЦ, загрязнение окружающей среды, горение топлива, оксиды азота, канцерогенность.*

В настоящее время именно тепловой энергетике принадлежит определяющая роль в производстве электроэнергии во всем мире. В России выработка электроэнергии к началу нового тысячелетия составила 812 млрд. кВт ч, в том числе ТЭЦ выработали 550 млрд. кВт ч. Согласно «Энергетической стратегии России» основой электроэнергетики на перспективу останутся тепловые

электростанции. Доля ТЭЦ в структуре отрасли сохранится на уровне 60-70%. Выработка электроэнергии на тепловых электростанциях к 2020 году возрастет в 1,4 раза. Вместе с тем увеличится нагрузка на окружающую среду. Поэтому будущее энергетики будет существенно зависеть от обеспечения допустимого уровня воздействия тепловых электростанций на окружающую среду [1,2].

Развитие теплоэнергетики оказывает воздействие на различные компоненты природной среды. На атмосферу негативные действия связаны с потреблением кислорода воздуха, выбросами газов при сжигании топлива, паров, твердых частиц. На гидросферу нежелательное влияние на окружающую среду связано с потреблением воды, переборской стоков, созданием новых водохранилищ, сбросами загрязненных и нагретых вод, образованием жидких отходов. Потребление ископаемых топлив, изменение водного баланса, изменение ландшафта, выбросы на поверхности и в недра твердых, жидких и газообразных токсичных веществ сопровождаются негативным воздействием на литосферу. В настоящее время эти воздействия приобретает глобальный характер, затрагивают все структурные компоненты нашей планеты.

Взаимодействие теплоэнергетики и окружающей среды происходит во всех стадиях работы топливно-энергетического комплекса: добыче, переработке, транспортировке, преобразование и использование тепловой энергии.

Это взаимодействие обусловлено как способами добычи, переработки и транспортировки ресурсов, связанных с воздействием на литосферу, потребление и загрязнение водного бассейна, выделением теплоты, так и использованием тепловой энергии от источников.

При работе ТЭЦ атмосфера является наиболее уязвимой составляющей окружающей среды. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха происходит вследствие выбросов вредных веществ в атмосферу при работе энергетических установок, работающих на углеводородном топливе: бензине, керосине, мазуте, дизельном топливе, угле. ТЭЦ являются одним из основных и самых крупномасштабных источников загрязнения атмосферы. На их долю приходится около 14 процентов общего загрязнения атмосферы техническими средствами [1-5].

При сжигании топлива на ТЭЦ образуются продукты сгорания, в составе которых различные компоненты, называемые примесными выбросами.

При выходе в атмосферу, эти выбросы содержат продукты реакций в твёрдой, жидкой и газообразной фазах. После их выпадения могут проявляться в виде: осаджения тяжёлых фракций, распада на компоненты по массе и размерам, химических реакций с компонентами воздуха, взаимодействием с воздушными течениями, с облаками, с атмосферными осадками, фотохимические реакции. В результате, состав выбросов может существенно измениться, могут появиться новые компоненты, поведение и свойства которых (в частности, токсичность, активность, способность к новым реакциям) могут значительно отличаться от исходного состава.

Отрицательное влияние тепловых электростанций на окружающую среду в значительной степени связано с расходом больших количеств кислорода на горение топлива и выбросом в атмосферу углекислого газа. Установлено, что в современном топливном балансе потребление кислорода на сжигание топлива примерно в 5 раз превосходит его потребление всем населением Земли. Выбросы ТЭЦ в атмосферу влияют на повышение температуры окружающего воздуха. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Кроме того, ТЭЦ, используя для получения тепловой энергии традиционное органическое топливо, загрязняют окружающую среду оксидами азота, серы, углерода. Особенно опасны оксиды азота, обладающие свойством канцерогенности. Серьезную опасность представляют сернистый ангидрид, диоксид серы и оксиды азота, поскольку они переносятся на большие расстояния и могут оседать с осадками на поверхность земли, загрязняя окружающую среду. Одним из особенно ярких проявлений такого воздействия являются кислотные дожди. Они образуются вследствие поступлений от сгорающего топлива и уходящих в атмосферу на большую высоту дымовых газов, в основном двуокиси серы и оксидов азота. Получающиеся при этом в атмосфере слабые растворы серной и азотной кислоты могут выпадать в виде осадков иногда через несколько дней в сотнях километров от источника выделения.

Кроме газообразных выбросов в продуктах сгорания ТЭЦ содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭЦ мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа-400 млн. доз, магния -1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах.

Показатели загрязнений окружающей среды зависят от вида, применяемого на тепловых электроцентралях топлива. В топливном балансе ТЭЦ во всем мире в целом доминирующее положение занимает уголь. Так, уголь составляет свыше 70% топлива, потребляемого в электроэнергетике в странах-членах организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Хотя в России угля сжигается меньше, чем природного газа, именно уголь, при существующих способах его сжигания, определяет в основном негативные экологические эффекты. Кроме того, сжигаемый на тепловых электростанциях России энергетический уголь, как правило, имеет низкое качество: высокая зольность и влажность угля при практическом отсутствии обогащения вызывают значительные технические и экологические трудности при его сжигания в котлах [2-4].

Использование угля в качестве топлива приводит к серьезным проблемам, связанных с твердыми отходами ТЭЦ - золой и шлаками. Несмотря на то, что зола в основной массе улавливается различными фильтрами, все же в атмосферу в виде выбросов ТЭЦ ежегодно поступает около 250 млн. т мелкодисперсных аэрозолей. Они способны заметно изменять баланс солнечной радиации у земной поверхности. К тому же они являются ядрами конденсации для паров воды и формирования осадков. Попадая в органы дыхания человека и других организмов, эти выбросы вызывают различные респираторные заболевания [4,5].

Таким образом, энергетика, используя традиционное органическое топливо, является одной из загрязняющих отраслей народного хозяйства. При неразумном подходе организации теплотехнологических процессов происходит нарушение нормального функционирования всех компонентов биосферы. Особое внимание следует уделять очистке продуктов сгорания топлива на ТЭЦ. Поэтому дальнейшее развитие энергетической отрасли должно осуществляться, используя подход с экологических позиций, учитывающих интересы не только настоящего, но и нашего будущего.

#### **Библиографический список**

1. Рейтинг стран по уровню загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nonews.co/directory/lists/countries/pollution-rating> (дата обращения 02.10.2019)
2. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции/ Рыжкин В. Я. –и М.: Энергия, 1976. – 400 с.
3. Соловьев А.К., Очистка дымовых газов от оксидов серы/ Соловьев А.К., Михеев В.О., Пуликов П.С. // Вестник СибГИУ. - 2014. - №3 (9). – с. 33-36.

4. Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. / Алиев Г.М. - М.: Металлургия, 2012. - 544 с.

5. Ларионов, Н. М. Промышленная экология : учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2013. — 495 с.

**УДК 631.6**

**Худайкулиев А., маг.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород, Россия)*

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД И ИЛОВОГО ОСАДКА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ**

*Изучен состав сточных вод и илового осадка для использования их в целях орошения. Показано, что многолетнее орошение хозяйственно-бытовыми сточными водами многолетних трав не оказывает отрицательного влияния на свойства и плодородие почв.*

*Ключевые слова: сточные воды, ил, орошение.*

Орошение сточными водами – это комплексное мероприятие, направленное на охрану водных ресурсов от загрязнения и интенсификацию сельскохозяйственного производства. Дефицит пресной воды для мелиоративных целей, с одной стороны, и все возрастающие объемы сточных вод, с другой, уже давно выдвинули задачу определения возможности орошения сельскохозяйственных культур сточными водами различного происхождения.

Регламентированное применение в земледелии органических отходов в виде птичьего помета, стоков животноводческих предприятий, сточных вод населенных пунктов, осадков сточных вод, компостов на их основе, сточных вод перерабатывающей промышленности (сахарные заводы, молокозаводы) оказывает, как правило, положительное влияние на плодородие почвы и может служить важным фактором роста урожайности возделываемых культур. Это обусловлено тем, что в отходах содержится значительное количество органических веществ и элементов питания растений [1].

Проблема почвенной утилизации этих отходов на удобрение имеет разноплановые аспекты и неотделима от проблемы не только плодородия почв, но и экологии. Сущность решения проблемы безопасного использования отходов в сельскохозяйственном производстве заключается в дифференцированном подходе к оценке их химического состава, влиянию на почву, растения, грунтовые воды.

Химический состав илового осадка, используемых для орошения, оценивается по активности ионов водорода (рН), содержанию суммы

легкорастворимых солей, соотношению одно- и двухвалентных катионов, наличию основных биогенных элементов (азота, фосфора, калия), микроэлементов, органических веществ, также учитывается наличие тяжелых металлов в составе отработанного ила, он не должен превышать предельно - допустимые нормы. При использовании активного ила следует строго соблюдать принцип соответствие активного ила СанПиН 2.1.7.573-96; ГОСТ Р17.4.3.07-2001 и Типовому технологическому регламенту использования ОСВ в качестве органического удобрения [2].

Исследования по возможности применения сточных вод показали, что они для этой цели вполне пригодны. Сточные воды по средним показателям химического состава характеризуются щелочной реакцией среды (рН 8,3), низкой минерализацией (менее 0,5 г/л по прокаленному остатку). Основным фактором, сдерживающим использование иловых осадков сточных вод для орошения, является наличие в них тяжелых металлов в концентрациях, превышающих ПДК. Во время исследований было определено валовое содержание этих элементов (таблица 1).

Таблица 1 - Валовое содержание элементов в иловом осадке, мг/кг

Элемент	Содержание	ПДК	Элемент	Содержание	ПДК
Алюминий	0,002	0,5	Кобальт	0,01	0,1
Бор	0,09	0,5	Медь	0,48	1,0
Кадмий	0,0004	0,001	Мышьяк	0,01	0,05
Магний	14,4	300	Ванадий	0,04	0,1
Железо	1,2	20	Марганец	0,15	1,0
Стронций	0,015	7,0	Цинк	1,0	1,0
Никель	0,007	0,1	Сурьма	0,001	0,05

Следует отметить, что эффективность орошения сточными водами во многом зависит от выбора возделываемых культур. С экологической и с экономической точек зрения, наиболее пригодными культурами для возделывания на полях орошения являются многолетние травы, используемые на сено и для выпаса скота. Режимы пастбищного использования трав, разработанные научными учреждениями, позволяют практически исключить заражение скота и обслуживающего персонала гельминтами и повысить количество поступающего в почву органического вещества.

Орошение сточными водами и поверхностное их внесение запрещено производить на полях с овощными культурами.



На основании полученных данных был разработан режим орошения культур кормового севооборота хозяйственно-бытовыми сточными водами. При этом для среднесухих лет оросительная норма при поливе дождеванием должна составлять 3000 м<sup>3</sup>/га для трав и 2400 м<sup>3</sup>/га – для зерновых культур. Рекомендуется проводить 6-8 поливов нормами 300-400 м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, многолетнее орошение хозяйственно-бытовыми сточными водами многолетних трав не оказывает отрицательного влияния на свойства и плодородие почв.

#### **Библиографический список**

1. Воробьева Р.П., Эффективность применения отходов в условиях агроценозов юга Западной Сибири / Р.П. Воробьева, А.С. Давыдов. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. - 330 с.
2. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001: Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. - М.: Изд-во стандартов, 2001. - 5 с.

**УДК 628.349**

**Хусайнова Э.Р., студ.,  
Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.  
Хусайнов Р.М., канд. хим. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

#### **РАЗЛОЖЕНИЕ 2-ДИАЗО-4,6-ДИНИТРОФЕНОЛА**

*Изучено разложение 2-диазо-4,6-динитрофенола, маточных и сточных вод его производства растворами щелочи и сульфита натрия. Разработаны методики разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола до невзрывчатых соединений.*

*Ключевые слова: иницирующее взрывчатое вещество, сточные воды, маточные воды, щелочь, сульфит натрия, 2-диазо-4,6-динитрофенол.*

Анализ литературных данных показывает, что диазосоединения могут быть разложены при обработке их основаниями [1, 2, 3, 4]. В качестве реагента для разложения 2-диазо-4,6-динитрофенол, первоначально были выбраны щелочи (KOH, NaOH), которые использовали в виде 25-30% растворов. Исследования показали, что при обработке маточного раствора синтеза 2-диазо-4,6-динитрофенола 25-30% раствором щелочи при 45-50<sup>0</sup>С происходит разложение 2-диазо-4,6-динитрофенола до продуктов, которые при поджигании сгорают спокойным пламенем.

Дальнейшее изучение показало, что если суспензию 2-диазо-4,6-динитрофенола в воде, обработать 20-22% раствором кальцинированной соды при температуре 60-70<sup>0</sup>С, также происходит полное разложение 2-диазо-4,6-динитрофенола. Этот метод взят за основу при разложении некондиционного продукта процесса получения 2-диазо-4,6-динитрофенола. Результаты исследования по выявлению оптимальных режимов разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола кальцинированной содой представлены в таблица 1.

Таблица 1- Условия разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола кальцинированной содой

2-диазо-4,6-динитрофенол м.ч.	H <sub>2</sub> O дист. м.ч.	Раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 20% м.ч.	Темп. <sup>0</sup> С	Время мин	Идентификация сухого остатка
1	10	12,5	60-70	60-70	Спокойно сгорает
1	12	12,5	60-70	60-70	Спокойно сгорает
1	10	12,5	40-50	60-70	Горит пульсирующим пламенем
1	8	10	40-45	40-50	Горит пульсирующим пламенем с искрами
1	4	6	40-45	60-70	Горит пульсирующим пламенем с искрами

Как видно из результатов исследования наиболее оптимальными условиями при разложении 2-диазо-4,6-динитрофенола являются: модуль по воде- 10 м.ч.; количество 20% раствора кальцинированной соды - 12,5 м.ч.; температура разложения – 60-70<sup>0</sup>С; время – 60-70 минут.

Второй метод разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола происходит следующим образом. Берут навеску 2-диазо-4,6-динитрофенола и суспендируют с водой. Далее присыпают в суспензию заранее взвешенный сульфит натрия, после чего включают мешалку и нагревают на водяной бане до нужной температуры (50<sup>0</sup>С). Суспензия перемешивается определенное время, после чего мешалку выключают и берут на пробу небольшое количество суспензии, которую

растворяют в ацетоне. Во время опыта менялись количество сульфита натрия, температура и время выдержки реакции.

Результаты исследования по выявлению оптимальных режимов разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола сульфитом натрия приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Условия разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола сульфитом натрия.

2-диазо-4,6-динитрофенол м.ч.	H <sub>2</sub> O дист. м.ч.	Раствор Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 20% м.ч.	Темп. °С	Время мин	Идентификация сухого остатка
1	12	5	43-47	60	Горит
					пульсирующим пламенем с искрами
1	12	5	43-47	120	Горит пульсирующим пламенем с искрами
1	10	12	43-47	60	Сгорает пульсирующим пламенем
1	10	12	43-47	120	Спокойно сгорает
1	7	15	43-47	60	Спокойно сгорает
1	7	15	43-47	120	Спокойно сгорает
1	10	12	30-35	120	Сгорает пульсирующим пламенем
1	10	12	30-35	180	Сгорает пульсирующим пламенем

Как видно из результатов исследования наиболее оптимальными условиями при разложении 2-диазо-4,6-динитрофенола являются: модуль по воде- 10 м.ч.; количество 20% раствора сульфита натрия – 12 м.ч.; температура разложения – 43-47°С; время – 120 минут.

Таким образом, рассматривая два метода разложения 2-диазо-4,6-динитрофенола, наиболее выгодным является обработка сульфитом натрия. При этом 2-диазо-4,6-динитрофенол разлагается до

невзрывчатых компонентов, которые можно подвергать дальнейшей безопасной очистке или сжиганию.

### **Библиографический список**

1. Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ / Л.И. Багал. – М. Машиностроение, 1975, 456 с.
2. Зайнуллин А.М., Исследование каталитической очистки сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности.– 2005. –№ 7.– С. 46-49.
3. Зайнуллин А.М., Сорбенты для очистки сточных вод производства диазодинитрохинона / Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.
4. Шайхиев И.Г., Влияние pH на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II) / Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.

**УДК 547.00**

**Хусаинова Э.Р., студ.,  
Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,  
Хусаинов Р.М., канд. хим. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

## **СИНТЕЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИНИЦИИРУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА**

*Синтезировано экологически безопасное инициирующее вещество 2-диазо-4,6-динитрофенол. На основе 2-диазо-4,6-динитрофенола приготовлен ударный капсульный состав с введением ПАВ (свыше 100%), что позволило исключить пыление состава при дозировке.*

*Ключевые слова: экологически безопасное инициирующее вещество, 2-диазо-4,6-динитрофенол, ПАВ, средства инициирования, средства воспламенения.*

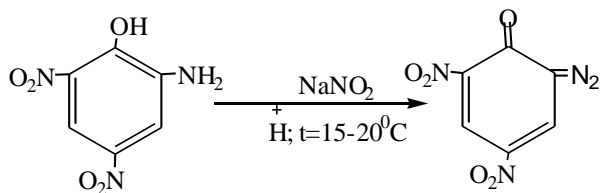
В настоящее время все большее внимание уделяется сохранению окружающей среды и улучшению экологической обстановки в мире. Этот процесс постепенно затрагивает различные отрасли производства. Производителям средств инициирования и средств воспламенения различного назначения также приходится решать вопрос улучшения экологии своих изделий, как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации. Кроме того, при производстве инициирующих веществ, на стадии прессования ударных капсульных составов происходит пыление составов [1], что негативно

сказывается на безопасности производства и увеличивает риск возникновения профессиональных заболеваний у персонала.

Хотя применяемые для снаряжения средства инициирования и средства воспламенения военных и гражданских изделий штатные инициирующие вещества: гремучая ртуть, азид свинца, тринитрорезорцианат свинца, обладают достаточной чувствительностью к внешним воздействиям и надежно возбуждают детонацию бризантных веществ и воспламенение пороховых зарядов, однако, наличие в молекулах этих инициирующих веществ вредных для организма человека тяжелых металлов (ртуть и свинец) приводят к загрязнению окружающей среды.

В связи с этим многие производители уделяют все больше внимания вопросу о замене штатных инициирующих веществ на новые экологически более безопасные вещества такие как: моно- и дикалиевая соли стифниновой кислоты, 2-диазо-4,6-динитрофенол и др.

По известной методике [2] был проведен синтез 2-диазо-4,6-динитрофенола в среде соляной кислоты. Реакция диазотирования проходит по схеме:



Условия синтеза и свойства 2-диазо-4,6-динитрофенола представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1- Условия синтеза 2-диазо-4,6-динитрофенола

2-амино-4,6-динитрофенол, м.ч.	Среда, (концентрация)	Количество кислоты, м.ч.	Темп. реакции, °С	Количество NaNO <sub>2</sub> , м.ч.	Выход, %
1	(25%) HCl	12	18-20	1,3-1,5	85-90

Таблица 2.2 - Физико-химические и взрывчатые характеристики 2-диазо-4,6-динитрофенола

№	2-диазо-4,6-динитрофенол получен в среде (концентрация)	Твсп., °С	Чувствительность к наколу, К-44-I, см	Чувствительность к трению К-44-III, МПа	Чувствительность к лучу огня, см	
			ВП		НП	ВП
1	(25%)HCl	178-180	16	60,5	5	15

При этом получается хорошо сыпучий кристаллический продукт зелено-коричневого цвета с температурой вспышки 178-180°C и выходом 75-90%.

На основе синтезированного иницирующего вещества был приготовлен ударный капсульный состав. Для снижения пылеобразования ударного капсульного состава на основе 2-диазо-4,6-динитрофенола в состав был введен ПАВ (свыше 100%). Введение ПАВ позволяет исключить пыление на стадии дозировки состава в изделии.

#### Библиографический список

1. Шабров А. В., Оптимизация технологических параметров производственного процесса снаряжения капсулей-воспламенителей с применением ударно-воспламенительных составов в пастообразном состоянии/. Шабров А. В., Джангирян В. Г., Фадеев Д. В., Агеев В. Н., Фадеева Г. Р. // Вестник технологического университета. –2016. – Т. 19. – № 19. – С. 145-147.

2. Багал Л. И. Химия и технология иницирующих взрывчатых веществ/ Л.И. Багал. – М. Машиностроение, 1975. - 456 с.

**УДК 547.00**

**Хусаинова Э.Р., студ.,  
Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,  
Хусаинов Р.М., канд. хим. наук, доц.  
(КНИТУ», г. Казань, Россия)**

### **НЕОРЖАВЛЯЮЩИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ УДАРНЫЙ КАПСУЛЬНЫЙ СОСТАВ, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ**

*Изучено оржавляющее воздействие на образцы ствольной стали после обработки продуктами сгорания капсульного состава. Разработан ударный капсульный состав, не содержащий тяжелые металлы свинца и ртути, со взрывчатыми характеристиками на уровне штатного.*

*Ключевые слова: экологически безопасный ударный капсюльный состав, 2-диазо-4,6-динитрофенол, калиевая соль 4,6-динитробензофураксана.*

Разработка экологически безопасных неоржавляющих ударных капсюльных составов, не содержащих ионы тяжелых металлов, на замену штатного состава (антимоний – 41%, хлорат калия – 42%, тетразен – 2%, ТНРС – 15%), попрежнему актуальна [1-3], как и очистка сточных вод производства инициирующих взрывчатых веществ [4-6]. Рецептuru ударных капсюльных составов представлена в таблице 1.

Были проведены исследования по разработке таких составов на основе калиевой соли 4,6-динитробензофураксана (К-соль ДНБФ). Гравиметрическая плотность калиевой соли 4,6-динитробензофураксана изменялась в широком интервале от 0,30 г/см<sup>3</sup> до 0,75 г/см<sup>3</sup>.

Таблица – 1 Рецептuru экологически безопасных ударных капсюльных составов, на основе калиевой соли 4,6-динитробензофураксана.

Содержание вещества в составе, %	Состав №2, %	Состав №3, %	Состав №1, %	Количество, шт.
К-соль ДНБФ	15-30	15-30	-	-
Тетразен	2-10	2-10	2	-
Va(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25-40	25-40	-	-
Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-	10-25	41	-
Керамика	5-30	-	-	-
KClO <sub>3</sub>			42	
ТНРС			15	
Чувствит. к удару на копре К-44-1, см (100 % срабатывания) m <sub>груза</sub> =200г., m <sub>навески</sub> =0,02г.	2,0	2,0	2,2	20
Оржавляющее действие, г. (привес контрольных образцов ствольной стали не более 0,005г.)	0,001-0,0019	0,001-0,002	Более 0,005	50

Из таблицы 1 видно, что ударные капсюльные составы по чувствительности к удару на копре К-44-1 превосходят штатный состав №1 и соответствуют требованиям по показателю привес образца ствольной стали после обработки продуктами сгорания капсюльного состава.

При приготовлении ударных капсюльных составов с использованием калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с разной

гравиметрической плотностью: 0,30-0,35 г/см<sup>3</sup>, 0,50-0,55 г/см<sup>3</sup>, 0,71-0,75 г/см<sup>3</sup> было отмечено следующее:

1. составы №2, №3 сильно пылят при использовании калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с гравиметрической плотностью равной 0,30-0,35 г/см<sup>3</sup>. Также они подвержены комкованию;

2. составы №2, №3 пылят не более штатного состава №1 при использовании калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с гравиметрической плотностью равной 0,50-0,55 г/см<sup>3</sup> и 0,71-0,75 г/см<sup>3</sup> соответственно. Кроме того, составы не комкуются.

Таким образом, при смешении ударных капсюльных составов на основе калиевой соли 4,6-динитробензофураксана рекомендуется применять последнюю с гравиметрической плотностью не менее 0,50 г/см<sup>3</sup>, по показателю привес образца ствольной стали после обработки продуктами сгорания капсюльного состава все составы удовлетворяют предъявляемым требованиям.

#### **Библиографический список**

1. Пиротехнический ударный воспламенительный состав для патронов стрелкового оружия: пат. 2121469 Рос. Федерация № 9797120938 заявл. 25.12.97.

2. Капсюль-воспламенитель: пат. 2216530 Рос. Федерация №2002106969/02 заявл. 19.03.02; опубл. 20.11.2003 Бюл. № 32.

3. Способ изготовления суспензионного ударно-воспламенительного состава и способ снаряжения патронов кольцевого воспламенения таким составом: пат. 2669637 Рос. Федерация № 2017128574, заявл. 11.08.2017; опубл. 12.10.2018 Бюл. № 29.

4. Зайнуллин А.М., Исследование каталитической очистки сточных вод производства diazodinitroхинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности.– 2005. –№ 7.– С. 46-49.

5. Зайнуллин А.М., Сорбенты для очистки сточных вод производства diazodinitroхинона/ Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.

6. Шайхiev И.Г., Влияние pH на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II)/ Шайхiev И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.



Хусайнова Э.Р., студ.,  
Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,  
Хусайнов Р.М., канд. хим. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

## РАЗЛОЖЕНИЕ ИНИЦИИРУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА

*Изучено разложение калиевой соли 4,6-динитробензофураксана, маточных и сточных вод ее производства, воздействием щелочного раствора. Разработана методика разложения иницирующего взрывчатого вещества до невзрывчатых соединений.*

*Ключевые слова: иницирующее взрывчатое вещество, сточные воды, маточные воды, щелочь, калиевая соль 4,6-динитробензофураксана.*

При получении иницирующих взрывчатых веществ необходимо особо тщательно проводить контроль маточных, сточных вод на наличие взрывоопасных веществ. Кроме того, необходима эффективная методика химического разложения некондиционного продукта и очистка сточных его производства [1-3]. В основном иницирующие взрывчатые вещества разлагают [4] воздействием раствором соды. Для определения полного разложения иницирующего взрывчатого вещества берут пробу из полученного раствора, испаряют и проверяют на горючесть при контакте с нагретой электрической плиткой. Если при контакте с поверхностью электрической плитки наблюдается пощелкивание, вспышка, то вещество не разложилось.

С целью разложения калиевой соли 4,6-динитробензофураксана были проведены опыты с содой. Реакция калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с 20-40%-ным раствором соды проводилась при нагреве до температуры 50-55<sup>0</sup>С. В процессе выдержки происходит газовыделение, по окончании которого нагрев прекращают и реакционную массу охлаждают до 20-25<sup>0</sup>С. Результаты испытания показали, что при взаимодействии калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с содой получается продукт, который вспыхивает при контакте с нагретой поверхностью электрической плитки, то есть иницирующее взрывчатое вещество не разложилось.

Далее было изучено взаимодействие 4,6-динитробензофураксана с гидроксидом натрия и калия. При взаимодействии калиевой соли 4,6-динитробензофураксана с гидроксидом натрия в отобранной пробе присутствовал продукт, вспыхивающий при контакте с горячей поверхностью электрической плитки.

Только при взаимодействии с гидроксидом калия, взятом с 6 кратным избытком по массе на 1 массовую часть калиевой соли 4,6-динитробензофуроксана был получен положительный результат. Реакционную массу нагревали в течение 3 часов при температуре 40-45<sup>0</sup>С. При упаривании пробы получили темно-красный маслообразный продукт, который не вспыхивает.

Таким образом, разложение до невзрывчатых соединений некондиционного продукта, маточных, сточных вод после синтеза калиевой соли 4,6-динитробензофуроксана необходимо проводить раствором гидроксида калия при температуре 40-45<sup>0</sup>С в течение 3 часов.

#### **Библиографический список**

1. Зайнуллин А.М., Исследование каталитической очистки сточных вод производства diaзодинитрохинона/ Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности.– 2005. –№ 7.– С. 46-49.
2. Зайнуллин А.М., Сорбенты для очистки сточных вод производства diaзодинитрохинона/ Зайнуллин А.М., Шайхиев И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.
3. Шайхиев И.Г., Влияние рН на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II)/ Шайхиев И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.
4. Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ / Л.И. Багал. – М. Машиностроение, 1975. - 456 с.

**УДК 691.5**

**Чепенко А. С., студ.,  
Яремчук М.В., студ.,  
Махортов Д.С.  
Кожушков А.Д.**

**Загороднюк Л. Х. д-р. техн. наук, проф.**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

### **ЛАНДШАФТНЫЕ РЕШЕНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ ПЛОЩАДОК ДЛЯ МУСОРНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ**

*Чтобы изменить природную окружающую среду, нужно сначала изменить себя. Иначе мы увязнем в накопившемся мусоре и свалках. На первой ступени должны стоять бережное отношение к природе, рациональное использование природных ресурсов, их экономия. Вот основные приоритеты раздельного сбора отходов, которые нужно учитывать в этом непростом деле.*

*Ключевые слова: экология, проблема, раздельный сбор, переработка, ТБО, отходы, вторсырье, контейнерные шкафы, площадки, размещение.*

Площадки для установки мусоросборных контейнеров - специально оборудованные места, предназначенные для сбора твердых коммунальных отходов (далее - ТКО), должны быть эстетически выполнены и иметь сведения о сроках удаления отходов, наименование организации, выполняющей данную работу, и контакты лица, ответственного за качественную и своевременную работу по содержанию площадки и своевременное удаление отходов. Такие площадки необходимо предусматривать в составе территорий и участков любого функционального назначения, где могут накапливаться твердые бытовые отходы, и должны соответствовать требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов и удобства для образователей отходов.

Площадки следует размещать удаленными от окон жилых зданий, границ участков детских учреждений, мест отдыха на расстояние не менее, чем 20 м, на участках жилой застройки - не далее 100 м от входов, считая по пешеходным дорожкам от дальнего подъезда, при этом территория площадки должна примыкать к проездам, но не мешать проезду транспорта. При обособленном размещении площадки (вдали от проездов) необходимо предусматривать возможность удобного подъезда транспорта для очистки контейнеров и наличия разворотных площадок (12м x 12м). Размещаться площадки для установки мусоросборников должны вне зоны видимости с транспортными и пешеходными коммуникаций, в стороне от уличных фасадов зданий [1]. Территорию площадки рекомендуется располагать в зоне затенения (прилегающей застройкой, навесами или посадками зеленых насаждений).

Размер площадки диктуется ее задачами и габаритами контейнеров, используемых для сбора отходов, но не более предусмотренных санитарно-эпидемиологическими требованиями.

Как правило, обязательный перечень элементов благоустройства территории на площадке для установки мусоросборников включает: твердые виды покрытия, элементы сопряжения поверхности площадки с прилегающими территориями, ограждение, контейнеры для сбора твердых коммунальных отходов, осветительное оборудование. Обязательно озеленение площадки.

Покрытие площадки следует устанавливать аналогично покрытию транспортных проездов. Уклон покрытия площадки рекомендуется устанавливать составляющим 5 - 10% в сторону проезжей части, чтобы

не допускать застаивания воды и скатывания контейнера. Контейнеры, оборудованные колесами для перемещения, должны также быть обеспечены соответствующими тормозными устройствами.

Ландшафтное проектирование, как дисциплина, имеет несколько используемых признаков, характерных для вписывания какого-либо объекта в окружающую среду:

1. Визуальное выделение центральных элементов
2. Рациональность подхода
3. Функциональное зонирование
4. «Зеленое» обрамление
5. Безопасность

Учитывая все аспекты при проектировании ландшафтной среды, объект будет вписан наиболее грамотно, органично и безопасно для окружающих. Более подробно следует остановиться на каждом пункте с учетом специфических особенностей мусорных контейнеров и площадок для них [2].

Единство стиля. В подавляющем большинстве обустройство мусорных площадок и выбор контейнеров осуществляется с оглядкой на уже существующую вокруг городскую среду, Необходимо придерживаться общей стилистики зданий и жилых построек, так как деталями (МАФы, например), можно испортить настроение и выдержанный колорит улиц либо внутриворового пространства.

Визуальное выделение центральных элементов. Но в «росписях» мусорных контейнерах необходимо чувствовать грань и уместность этих изображений. Ведь не всегда забавные картинки, нарисованные баллончиками, могут быть уместны в определенной среде. В проектировании среды важно четко выделять основные объекты среды, задающие общий тон: это развертки улиц, кварталы жилой застройки, и второстепенные, такие как МАФы и технические объекты, служащие дополнением и акцентами в построении общей пространственной среды.

Например, вдоль главных улиц города, где сосредоточено значительное количество бизнес- центров, торговых павильонов, огромное количество трудящихся людей, необходимы мусорные контейнеры, не бросающиеся в глаза. Подобно построенным вокруг офисным зданиям, баки для мусора должны быть органичной простой формы, «не кричащие», без ярких и вычурных деталей [3].

Рациональность подхода. Российский климат можно считать достаточно агрессивным. Широкий температурный диапазон с резкими перепадами, обилие осадков на протяжении большей части года представляют определенную опасность для элементов

ландшафтного дизайна. Поэтому при выборе конструкций для мусоросборников особое внимание необходимо обратить на материалы и их отделку. Например, пластиковые баки имеют намного меньший вес, устойчивы к перепадам температуры; отлично переносят даже очень влажную атмосферу, устойчивы к заморозкам и сильным морозам, но недостаточно габаритны. Металлические контейнеры прочны и вместительны, но неудобны в обслуживании. Также особое внимание следует уделить системе сбора мусора. Заглубленные контейнеры не везде можно установить из-за большого количества сетей, а вакуумный водопровод может быть слишком дорог в финансовом плане. В тоже время наземные контейнеры могут являться источником привлечения животных и неприятных запахов. Необходимо выбирать и систему, и материал конструкций исходя из внешних данных участка, его рельефа и сетей коммуникаций и пр. И, только тщательно взвесив варианты, можно определить наиболее выгодную систему сбора отходов.

Также необходимым можно выделить и такие детали, на первый взгляд, не кажущиеся важными. В некоторых дворах у жилых домов устанавливаются разные по габаритам контейнеры для разных видов отходов. Связано это с тем, что большую часть мусора жителей составляют пластик и пищевые отходы, в меньшей степени – железо. Соответственно, контейнеры для этих отходов могут быть разными по размеру и материалам.

Функциональное зонирование. В системе хранения и сбора отходов функциональность крайне важна. Правильное структурированное зонирование позволяет рационально распределить людские потоки, грамотно отделить зоны отдыха, спорта от хозяйственной. Хозяйственные зоны следует по возможности размещать вдоль улиц, ограничивающих кварталы. Такое решение позволяет выдержать требования к необходимому расстоянию и обеспечить к указанной зоне прямой доступ транспортных средств технических служб. В противном случае хозяйственные зоны необходимо располагать вдоль второстепенных проездов, как можно ближе к границам дворовой территории. Мусоросборная площадка – часть хозяйственной зоны априори не может находиться в центре двора. К площадке должен быть обеспечен подъезд автотранспорта для его обслуживания. В тоже время, мусоросборники должны находиться достаточно близко от жилых домов (до 100 м).

Как показано на этих примерах, мусоросборочные площадки устроены у въезда во двор (вариант 1), и вариант 2, где

мусоросборники стоят отдельно от площадок и организованы отдельной разворотной площадкой [4].

«Зеленое» обрамление. Для того, чтобы запахи от мусорных контейнеров не распространялись по всему двору, с трех сторон мусорные площадки огораживают цветущими растениями или же подпорными стенками или перголами.

Подпорные стенки. В общественном понятии подпорная стена - это конструктивное сооружение, удерживающее от обрушения и сползания находящийся за ней массив грунта на уклонах местности (откосах, склонах, выпуклостях и впадинах поверхности участка).

Все стенки, возводимые при загородном строительстве можно условно разделить на:

Декоративные: используются в качестве архитектурно-художественного элемента. Применяются на плоских (ровных) и с небольшим уклоном участках как элемент ландшафтного дизайна;

Укрепительные: применяются для удержания грунта на уклонах местности. Широко применяются при террасировании естественных склонов с целью увеличения полезной площади для размещения элементов озеленения и благоустройства.

В случае ограждения мусоросборников, подпорные стенки будут выполнять в большей степени декоративную функцию, «пряча» эстетически неприятные глазу контейнеры за своей изящной конструкцией. На декоративных подпорных стенках также активно используется озеленение.

Безопасность. Один из важнейших аспектов создания проекта – обеспечение безопасности использования и хранения эксплуатации. Если обращаться к европейским аналогам мусоросборников, зарубежом предъявляются больше требований для нормальной эксплуатации оборудования [5]. При эксплуатации мусорных баков, самым ответственным моментом является его закладка и установка. Также особое внимание должно уделяться обслуживанию при поднятии служебным автотранспортом контейнера в воздух для его опорожнения. Материалы и места крепления конструкций должны соответствовать всем предъявляемым требованиям, не должны беспокоить и вредить человеческому здоровью.

### **Библиографический список**

1. Абрамов Н.Ф., Проблема управления твердыми бытовыми отходами в Москве/ Абрамов Н.Ф., Юдин А.Г. // Материалы 1-го науч.-метод. семинара «Управление твердыми бытовыми отходами в Московском регионе: сегодня и завтра», 1-2 марта 1999 г., Москва. Моск. обществ. науч. фонд. - М., 1999. - С.46-58.

2. Лихачев Ю.М. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / Лихачев Ю.М., Селиванова С.В., Глазов И.Н. и др. // Комплексная переработка твердых бытовых отходов - наиболее передовая технология: Сб. тр. - СПб.:СПбГТУ, 2001. - С.72-88.

3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2001 N 16 "О введении в действие санитарных правил" (вместе с "СП 2.1.7.1038-01. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. Санитарные правила") (Зарегистрировано в Минюсте РФ 26.07.2001 N 2826) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_32662/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32662/)

4. Пендюрин Е.А., Технологии переработки отходов производства в Шебекинском районе/ Пендюрин Е.А., Щербаков Н.М. // Вектор ГеоНаук. – 2018. – 1(2). – С. 87-90.

5. Соколов Л.И. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов : монография / Л. И. Соколов [и др.]. - Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. – 174 с.

**УДК 691.5**

**Чепенко А. С., студ.,**

**Яремчук М.В., студ.,**

**Махортов Д.С.**

**Кожушков А.Д.**

**Загороднюк Л. Х. д-р. техн. наук, проф.,**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## **ПРОБЛЕМЫ СОРТИРОВКИ МУСОРА В РОССИИ**

*Ни для кого не секрет, что Россия в плане переработки мусора находится далеко позади большинства цивилизованных стран, где забота об экологии приносит пользу природе и национальной экономике. Да, в нашей стране существуют мусороперерабатывающие заводы с импортными комплектующими, но пока их количество крайне ограничено.*

*Ключевые слова: экология, проблема, раздельный сбор, переработка, ТБО, отходы, вторсырье, контейнерные шкафы, площадки, мусоропереработка.*

Утилизация отходов на сегодня является серьезной экологической и экономической проблемой для России, да и для других стран тоже. Постоянно растущее потребление оборачивается все увеличивающимся количеством мусора, в том числе опасного для природы и человека. Почва и вода деградируют, загрязняются. Гибнут животные, среда обитания которых уничтожается. По прогнозам ученых, если пустить

ситуацию на самотек, то к 2050 году в Мировом океане будет больше мусора, чем рыбы. Согласитесь, малоприятная и даже пугающая перспектива. Но и уничтожение мусора, его сжигание, вывоз на полигоны - отнюдь не лучший выход, так как окружающая среда все равно загрязняется, в воздух попадают токсины, парниковые газы [1].

Цивилизованный мир придумал оптимальный ответ на "мусорный" вызов: раздельный сбор и переработка отходов для производства новой продукции.

Основные выгоды и преимущества переработки отходов.

Во-первых, благодаря переработке можно избавиться от самого мусора, причем экологически безопасным способом.

Во-вторых, сдача макулатуры, пластика, стекла, полиэтиленовых пакетов и прочих не нужных отходов на сегодня очень неплохо оплачивается пунктами сбора вторсырья.

В-третьих, после переработки вторсырье используется для производства товаров. А они, в свою очередь, не только будут стоить дешевле, но и - что очень важно - не потребуют добычи природных ресурсов, которая зачастую осуществляется экологически грязными способами. Кроме товаров, из мусора также можно производить электроэнергию.

В-четвертых, люди на перерабатывающих предприятиях получают дополнительные рабочие места - могут кормить свои семьи и поддерживать экономику страны, работая в экологически полезной сфере [2].

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны.

Практически для всех субъектов Российской Федерации одна из основных задач в области охраны окружающей среды – решение проблем обезвреживания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Каждый год в России производится примерно 70 млн тонн твердых коммунальных отходов. На переработку из этого количества уходит всего 5 млн тонн, остальное гниет на свалках и полигонах. Планируется, что к 2024 году на переработку будет уходить примерно 42 млн тонн.

Утилизация ТКО составляет 2,1 млн тонн. По данным Минприроды, через шесть лет показатель должен достигнуть 25 млн тонн [3,4].



Чтобы обеспечить запланированные показатели, нужно построить на территории России 130 мусороперерабатывающих заводов. В дальнейшем переработанные отходы можно будет экспортировать в Швецию, которая уже выразила заинтересованность в покупке российского мусора по причине чрезвычайно малого количества мусора в своей стране. Также экспорт планируется и в другие страны.

Выполнение сортировки мусора Сортировка бытовых отходов в России слаборазвита. В стране практически отсутствуют комплексы по сортировке мусора. Сортировка выполняется в основном на перегрузочных станциях. В РФ сосуществуют две схемы для обращения с мусором: Первый вариант заключается в вывозе транспортом утильсырья с контейнерных площадок в конкретное место для утилизации. Этим местом может быть мусороперерабатывающий завод, либо полигон. Он действует в случае близкого расположения территорий для утилизации утиля к городу. К таким точкам предъявляются особые требования. В частности, полигон должен располагаться в достаточном удалении от лесополосы, водоемов и линий электропередач.

Второй вариант заключается в вывозе бытовых отходов и крупногабаритного утиля на специализированные перегрузочные станции. На станциях выполняется частичная разборка отработанных материалов, а также их погрузка на специализированный транспорт, прессовка и вывоз на полигон или мусороперерабатывающий комплекс. Сортировка и разбор может выполняться вручную или при помощи механических аппаратов. Первый вариант гораздо дешевле второго, однако он не проигрывает в эффективности.

#### *Замена баков на контейнеры Тбо*

##### Контейнерный шкаф

Это изделие привлекательное снаружи, закрывает от посторонних взглядов мусорные баки различного размера, не позволяет бродячим животным и грызунам залезать в баки, предотвращает поджог отходов, их разнос ветром и залив водой. Как правило, контейнерные шкафы, установленные возле домов, имеют окошки, не допускающие попадание внутрь крупных отходов. Таким образом, крупногабаритный мусор не торчит из бака.

##### Контейнерный шкаф для ТБО

Контейнерный шкаф для ТБО позволяет скрыть от глаз мусорные контейнеры, расположенные возле домов, офисных зданий, спортивных и социальных объектов. Как правило, такой шкаф имеет крышку и распашные дверцы, которые плавно и беззвучно открываются. В зависимости от пожеланий клиента, контейнерные шкафы выполняют

из металла, красят краской, отделывают искусственным камнем или другими материалами. За счет этого конструкция становится практически незаметной на фоне окружающих строений. Плюс ко всему, помимо декоративной функции, шкаф позволяет защитить мусорный контейнер от осадков, продлить срок его эксплуатации [5].

#### Контейнерный шкаф экобокс

Контейнерный шкаф, предназначенный для экобокса, выполнен таким образом, что обеспечивает полностью закрытое хранение вредных отходов, отличается оригинальным и стильным дизайном, обеспечивает легкий перенос конструкции в случае проведения ремонтных работ на мусорной площадке.

Загрязнение окружающей среды – проблема глобального масштаба. Она решится очень быстро, как только страны во всем мире захотят научиться перерабатывать мусор и использовать его во благо.

То, что в России это постепенно начинают понимать и предпринимать какие-то шаги к улучшению ситуации, дает надежду. Если система отлажено заработает и сами люди ничего не испортят, то в ближайшие несколько лет экологическая ситуация в стране пойдет на улучшение.

#### Библиографический список

1. Абрамов Н.Ф., Проблема управления твердыми бытовыми отходами в Москве/ Абрамов Н.Ф., Юдин А.Г. // Материалы 1-го науч.-метод. семинара «Управление твердыми бытовыми отходами в Московском регионе: сегодня и завтра», 1-2 марта 1999 г., Москва. Моск. обществ. науч. фонд. - М., 1999. - С.46-58.
2. Лихачев Ю.М. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / Лихачев Ю.М., Селиванова С.В., Глазов И.Н. и др. // Комплексная переработка твердых бытовых отходов - наиболее передовая технология: Сб. тр. - СПб.:СПбГТУ, 2001. - С.72-88.
3. Ахметова Г.З. История развития проблемы ТБО/ Г.З. Ахметова // Актуальные методологические и теоретические проблемы в российской науке: сб. науч. тр. 4.1. - Омск: Омск. экон. ин-т, 2006. - С.218-225.
4. Букреев Е.М., Твердые бытовые отходы - вторичные ресурсы для промышленности/ Букреев Е.М., Корнеев В.Г. // Экол. и пром-сть России. - 1999. - Май. - С.38-41.
5. Гарин В.М., Пути ликвидации твердых отходов/ Гарин В.М., Хвостиков А.Г. // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. Вып.4 (междунар.).- Рост.-на- Дону гос. акад. с.-х. машиностроения. - Ростов-н/Д, 2000. - С.112-114.

Яремчук М.В., студ.,  
Чепенко А. С., студ.,  
Бандаренко Д.В., маг.,  
Антонюк Р.О., маг.

(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## **ПОВЫШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОПРОЧНОГО ПОРОШКОВОГО БЕТОНА**

*Высокопрочный бетон-это композиционный материал, который характеризуются высоким пределом прочности при сжатии, высокими показателями по водонепроницаемости и морозостойкости бетона и высококачественной лицевой поверхностью, которая не предполагает операции по отделке лицевой стороны изделий.*

*Ключевые слова: бетон, композиция, порошок, компоненты, строительные материалы, прочность, наполнители, суперпластификатор, самоуплотняющиеся, пластичность.*

Необходимость и возможность утилизации и переработки промышленных отходов рассматривается не только с точки зрения охраны окружающей среды и методов управления структурообразованием, но и с точки зрения экономической эффективности, так как они являются дешевым сырьем в производстве строительных материалов.

Для выбора оптимального научного решения по утилизации отходов необходимо обладать информацией о характеристиках объекта; определении отходов как сырьевого ресурса (состав, доступность); предполагаемых направлениях использования; технических решениях по принятому варианту; народнохозяйственном эффекте.

В современном мире строительная отрасль сталкивается со все более высокими требованиями в направлении производства высокопрочных и высокоэффективных строительных материалов, многие из которых в России ранее не производились или выпускались в небольших объемах, в том числе для повышения их декоративной выразительности [1-4].

Достижение этих требований заключается в обеспечении строительства из малообъемных полиструктурных материалов и изделий высокой прочности, что позволило бы снизить массу здания или сооружения, не снижая их конструктивной жесткости, устойчивости и долговечности.

В строительной отрасли накоплен значительный положительный опыт использования вторичных продуктов в производстве вяжущих, плотных и пористых заполнителей для бетонов различных типов, в

производстве керамических, автоклавных, теплоизоляционных и других строительных материалов и изделий. Однако он не является системным.

В настоящее время получены репрезентативные результаты при исследовании высокопрочных порошковых бетонов, структурированных органическими добавками, в которых присутствуют реакционноспособные мелкодисперсные наполнители различной природы, в том числе на основе техногенного сырья. Эти органоминеральные упрочняющие композиции обеспечивают быстрый прирост прочности изделий за счет их взаимодействия в присутствии воды, как между собой, так и с поверхностью наполнителя [5].

Под высокопрочными композиционными материалами международная организация строительства подразумевает бетоны, имеющие прочность на сжатие в цилиндрах 60-130 МПа. Под высококачественными композициями-бетоны с высокими эксплуатационными свойствами с водосвязывающим коэффициентом менее 0,4. Такие материалы все чаще используются в строительстве Японии, Норвегии, США, Франции, Канады и др. [5]. Положительными свойствами порошковых бетонов являются: высокая прочность, водо-и сульфатостойкость, термостойкость, пониженная экзотермия.

Возможно переход на композиционное вяжущее с меньшим содержанием минеральных добавок при увеличении его расхода – наиболее простые способы повышения ранней прочности бетона. Однако их эффективность напрямую связана с ценами на цемент и их соотношением для разных видов. Увеличение абсолютного расхода цемента не только увеличивает стоимость бетона, но и увеличивает его усадку, тепловыделение.

На рисунке 1 показано соотношение роста ранней прочности бетона и стоимости цемента в бетоне, которое будет уменьшаться за счет введения песка и гравия. В то же время, в зависимости от соотношения семи компонентов и содержания воды, могут быть получены самоуплотняющиеся, высокопластичные, умеренно пластичные, низкопластичные, полужесткие, жесткие и сверхжесткие бетонные смеси.

Полученный порошкообразный бетон содержит в своем составе реологическую матрицу, обеспечивающую наименьший предел текучести и низкую вязкость бетонных смесей с фракциями мелкого заполнителя от 0,16 до 0,63 мм. В связи с этим при содержании в этой смеси порошкообразного наполнителя получают активированный мелкозернистый бетон. В свою очередь, при заполнении порошка активированными смесями гравий даст вам порошок-активированный

щебень и бетон. Очевидно, что при переходе от наиболее цементоемких к другим видам бетона доля цемента будет увеличиваться.

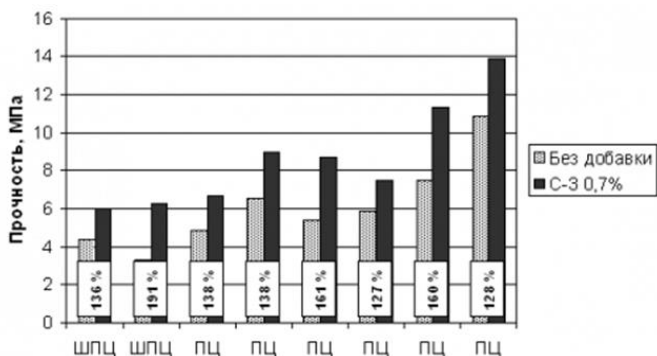


Рис. 1 – Рост прочности бетона в ранние сроки твердения при снижении водосодержания бетонной смеси за счет введения суперпластификатора

Введение суперпластификатора значительно повышает водо-выпуская способность формовочной смеси и снижает ее расслаивания. Основным селективным действием компонентов на процессы синтеза опухолей является вытеснение ионов  $Ca^{2+}$  ионами  $Na^{+}$  в результате обменных реакций, протекающих одновременно с реакциями гидратации, что сопровождается значительным водовосстанавливающим эффектом. При равной подвижности смесь композиционного вяжущего с добавлением суперпластификатора обладает более высокой вязкостью, значительно меньшим расслоением и большей пластичностью по сравнению с традиционной бетонной смесью. Производство мелкозернистого бетона на таком вяжущем позволяет сократить временные, энергетические и материальные затраты на производство, получить бетоны с высокой водостойкостью и морозостойкостью.

Широкое применение аморфного кремнезема в производстве бетона и железобетонных изделий обусловлено рядом факторов: низкой насыпной плотностью ( $250 \text{ кг/м}^3$ ), значительным расходом воды при изготовлении рабочих смесей (большая удельная поверхность – более  $20 \text{ 000 м}^2/\text{кг}$ , обычный цемент –  $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ ).

В нашей работе при изготовлении опытных образцов порошкообразного бетона также использовался микрокремнезем в качестве компонента композиционного вяжущего, а также высокоалюминатный глиноземистый цемент и мелкоизмельченные

отходы горного производства. В качестве суперпластификатора использовали органическую добавку Melflux 2651 [5].

Высокопрочная композиция получена путем модифицирования ее комплексной добавкой, состоящей из суперпластификатора и мелкозернистого минерального компонента. Содержание комплексной добавки составило 32-34%. Доля суперпластификатора Melflux 2651 составила 0,9 % от расхода цемента. Потребление цемента сократилось на  $\approx 20$  %.

Таким образом, порошок бетон становится все более популярным во всем мире и призван полностью изменить представление о бетоне, так как позволяет создавать долговечные, практичные и надежные изделия. Применение стандартных и техногенных изделий для производства данного вида бетона позволяет значительно снизить материальные и энергетические затраты, а также сократить сроки изготовления конструктивных элементов зданий и сооружений.

#### **Библиографический список**

1. Толстой А.Д. Штампованные высокопрочные порошковые декоративные бетоны/ А.Д. // Научные технологии и инновации. – Сборник докл. Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. Ч.3. – Белгород, 2014, с. 334-338
2. Толстой А. Д. Высокопрочные декоративные комплексы с органоминеральными добавками/ Толстой А. Д. Лесовик В. С. Ковалева И. А. // Научный журнал фармацевтических, биологических и химических наук. - 2014.- Т.5.№.5 - №1607.
3. Толстой А.Д. Порошковые бетоны на композитных связующих с применением промышленных отходов. / Толстой А. Д. Лесовик В. С. Ковалева И. А. // Порошковые бетоны на композитных связующих с применением промышленных отходов. 19 Международная Сессия Строительных Материалов, 2015. - С. 997-1000.
4. Толстой А.Д., Органогенные высокопрочные композиции/ Толстой А.Д., Лесовик В.С., Ковалева И.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2014. - № 5. - С. 67-69.
5. Попкова О.М. Конструкции зданий и сооружений из высокопрочного бетона/ О.М. Попкова // Серия строительные конструкции. Обзорная информация. Вып. 5. М.: ВНИИТПИ Госстроя СССР, 1990. - 77 с.

## СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНАХ

УДК 504.75

Баланьос Фуел Фабрицио, маг.,  
Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,  
Воронина Ю.С., асп.  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ ЭСТЕРО САЛАДО (ЭКВАДОР)

*Дана характеристика водной системы Эстеро Саладо – Республика Эквадор. Приведены сведения о географическом местоположении и экономическом значении Эстеро Саладо. На основании литературных источников показано экологическое состояние системы Эстеро Саладо.*

*Ключевые слова: Республика Эквадор, экологическое состояние, система Эстеро Саладо.*

Эстеро Саладо (Эквадор) - это устьевая система, состоящая из сложной дренажной сети. С геоморфологической и океанографической точки зрения это рукава моря.

Вместе с нижними частями рек Дауле и Бабахойо они являются частью экосистемы, которая называется «Внутренний лиман залива Гуаякиль».



Рис. 1 - Внутренний лиман залива Гуаякиль

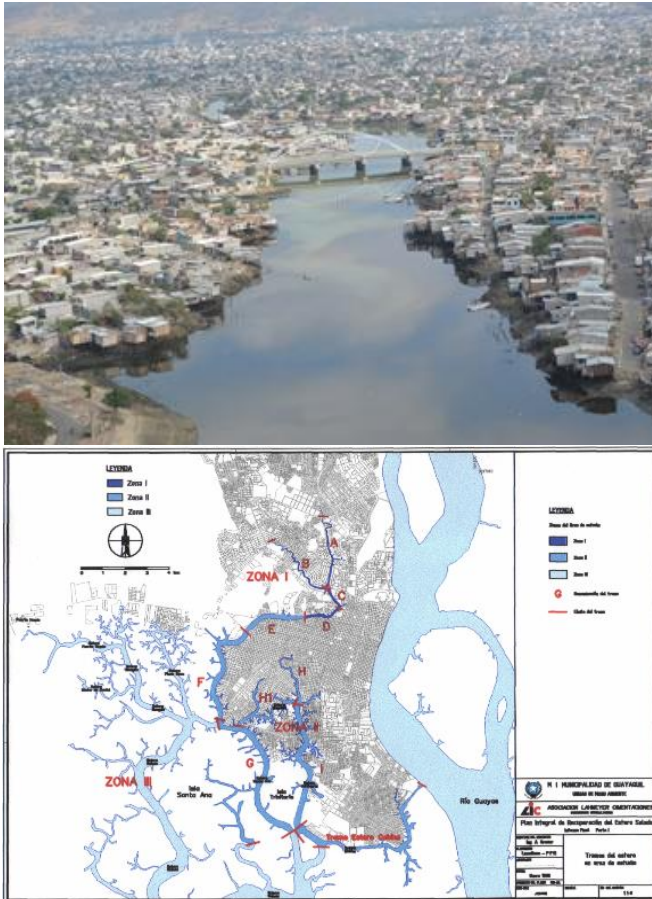


Рис. 2 - Эстеро Саладо

Происхождение Эстеро Саладо происходит из-за осадочного вклада реки Гуаяс, сложной системы островов, разделенных приливными каналами, которые образуют длинный барьер от города Гуаякиль до окрестностей острова Пуна. Эстеро Саладо простирается примерно на 60 км от морского порта Гуаякиль до Посорья; его устье в Канале дель Морро узкое и глубокое, шириной 3 км и глубиной почти 60 м, двигаясь к Гуаякилю, расширяется, обнаруживая серию вторичных каналов, ручьев, берегов и островов, пронизывающих континент. Наконец, главный канал постепенно сужается и заканчивается в некоторых ветвях, которые входят в город Гуаякиль



[1]. В пределах Эстеро-Саладо были разграничены стратегически важные области для устойчивого управления ресурсами, такие как Саладо-дель-Боске-Протекто-дель-Норте площадью 47,15 га, Защитный лес Пуэрто-Хондо площадью 2000 га, и заповедник мангровой фауны Эль-Саладо с 5 407 га [1].

Эстеро Саладо проходит через часть Гуаякиля, самого густонаселенного города в Эквадоре, который в последние годы претерпел серьезное ухудшение качества своих вод в результате антропогенной деятельности, бытовых, сельскохозяйственных и промышленных стоков, которые сбрасываются без какой-либо очистки.

Эстеро Саладо во внутренних секциях, известных как «А» (Урдеса-Кеннеди) и «В» (Урдеса-Мирафлорес), подвержен воздействию промышленных и бытовых сбросов воды с высокими значениями БПК<sub>3</sub> выше 20 мг/л и низкими концентрациями кислорода (<1 мг/л), достигая бескислородного состояния. Отстойники, присутствующие в этих секциях, имеют высокие концентрации сульфидов и высокие биохимические потребности в кислороде, а также высокие концентрации ртути и свинца. Другим фактором, влияющим на качество воды в Эстеро Саладо, являются твердые отходы, особенно во внутренних районах пригорода Гуаякиль (Пуэрто-Лиза, Эстерос Моголлон, Паланкеадо), где в настоящее время ежедневно собирается 3,5 тыс т твердых отходов.

Другое влияние урбанизации - это токсичные загрязнители, которые попадают в прибрежные экосистемы через стоки и водозабор. Это производство токсичных загрязняющих веществ, добавляемых к гидроизоляции почвы с соответствующим снижением инфильтрационной способности, может создавать ситуации большей уязвимости к прибрежным экосистемам, учитывая концентрированный перенос загрязняющих веществ через стоки.

Рост легальных и нелегальных поселений: строительство портов, креветочных ферм и каналов связи и развитие городов, связанное с использованием непроницаемой поверхности (крыши, дороги, тротуары, мосты) на Эстеро-Саладо и вокруг него, привело к ухудшению качества воды, загрязнению почвы и потере мангровых территорий. Как следствие, этот лиман стал резервуаром различных загрязнителей [1, 2].

Они накапливаются в донных отложениях и водных организмах, увеличивая их концентрации в различных звеньях пищевой сети, главным образом, в моллюсках, ракообразных и рыбе, которые

являются основным источником пищи и экономической поддержки большего числа людей.

Из всех загрязняющих веществ тяжелым металлам уделяется особое внимание, поскольку они не разлагаются микроорганизмами, они токсичны в низких концентрациях и имеют тенденцию накапливаться в прибрежных и устьевых районах [3]. Кроме того, они накапливаются в водных организмах, где происходит процесс биоаккумуляции и биоагнизация [4].

Из тяжелых металлов Cd и Pb являются наиболее токсичными. Воздействие Cd связано с различными заболеваниями почек, гипертонией, анемией, остеопорозом, остеомаляцией, диабетом, аносмией, хроническим ринитом, эозинофилией и некоторыми типами рака, такими как лейкоз, рак молочной железы, поджелудочной железы, легких и простаты. У рыб, птиц и млекопитающих он вызывает снижение роста, анемию, гипертонию, эндокринные нарушения, а у амфибий - уменьшение метаморфоза [5].

Свинец вызывает изменения в клеточном ионном статусе и окислительном стрессе, которые что приводит к эндокринным нарушениям, ингибированию активности ферментов, гибель клеток, генотоксичность и воспалительные проблемы [6].

Дети очень чувствительны к свинцу, который вызывает задержку умственное и интеллектуальное развитие [7]. У животных Pb вызывает задержки в созревании, влияет на количество и качество сперматозоидов и вызывает изменения поведения у млекопитающих, беспозвоночных и птиц, которые могут быть смертельными при низких концентрациях [6].

Некоторые исследования показали высокое содержание Cd и Pb в воде и отложениях в Эстеро Саладо в некоторых основных точках, которые позволяют иметь контрольные значения их поведения в исследуемом районе в течение многих лет.

Вполне вероятно, что это загрязнение связано с большим количеством компаний, которые расположены вокруг лимана и сбрасывают в него свои сточные воды без предварительной обработки, а также из-за плохого обращения с твердыми отходами [8]. В число этих компаний входят фабрики по производству пластмасс, лакокрасочной, аккумуляторной, текстильной и металлообрабатывающей продукции [9], которые, как сообщается, являются потенциальными антропогенными источниками Cd [10]. Кроме того, существуют незаконные канализационные трубы, которые достигают лимана без какого-либо контроля [9].

Эти два металла были найдены в значениях, превышающих максимальные пределы, разрешенные действующим в Эквадоре экологическим законодательством, устанавливающим критерии допустимого качества для сохранения флоры и фауны в пресных, холодных или теплых водах, и в морских и устьевых водах [10], указывающее, что значения не должны превышать 0,005 мг L-1 Cd и 0,01 мг L-1 Pb.

#### **Библиографический список**

1. Monserrate L. Study of the physicochemical and biological conditions in the coastal area of two sectors of Estero Salado with different urban areas / L. Monserrate, J. Medina, P. Calle // Thesis Polytechnic School of the coast of Guayaquil. – 2011.
2. Rodríguez A. Contaminación por Residuo de Hidrocarburo del Petróleo en el Puerto Marítimo de Guayaquil y su área de influencia debido a actividades navieras, período 1984 al 2004 / A. Rodríguez // Acta Oceanográfica del Pacífico. Guayaquil. 2005. Vol. 103 No. 1. – 18 p.
3. Lacerda L.D. The Fate of Trace Metals in Suspended Matter in a Mangrove Creek during a Tidal Cycle / L.D. Lacerda, L.A. Martinelli, C. E. Rezende, A.A. Mozeto, A.R.C. Ovalle, R.L. Vitoria, C.A.R. Silva and F. B. Nogueira // Science of the Total Environment. - 1988. - Vol. 75. - No. 2-3. - pp. 169-180.
4. Pernía B., De Sousa A., Reyes R. and Castrillo M. (2008). Biomarkers of cadmium contamination in plants // Interciencia. – 2008. - 33. – p. 112-119.
5. Richardson M.E. Pathological changes caused by the ingestion of cadmium in Japanese quails / M.E. Richardson, D. Fox, B.E. Fry // Journal of Nutrition. – 1974. - 104. – p. 323–338.
6. Lassiter M. Interspecific coherence in the effects and modes of action in support of causation determination in the United States. Comprehensive scientific evaluation of lead by the Environmental Protection Agency / M. Lassiter, E. Owens, M.M. Patel, E. Kirrein, M. Madden, J. Richmond-Bryant, E. Hines, A. Davis, L. Vinikur-Imler, J.J. Dubois // Toxicology. – 2015. - 330. – p. 19-40.
7. Poma P. The effect of lead on people / P.Poma // Annals of the Faculty of Medicine. – 2008. - 69 (2). – p. 120-126.
8. EMAG. Restoration of Estero Salado. Work plan Municipal sewerage company of Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 1978. - 43 pp.
9. MAE. (2017). List of industries with downloads in Estero Salado [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ambiente.gob.ec/wp-ntent/uploads/downloads/2012/08/matrix\\_industriasEMPRESAS.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-ntent/uploads/downloads/2012/08/matrix_industriasEMPRESAS.pdf)
10. Bjerregaard P. Ecotoxicology of Metals—Sources, Transport, and Effects on the Ecosystem / P. Bjerregaard, C.B.I. Andersen, O. Andersen // Handbook on the Toxicology of Metals 4E.- 2015. – P. 425-459.

**Витрищак С.В., д-р мед. наук., проф.,**  
**Савина Е.Л., канд. мед. наук, доц.,**  
**Клименко К.В.,**  
**Клименко А.К.,**  
**Зайцев В.И.**

*(ЛГМУ им. Святителя Луки, г. Луганск, ЛНР)*

## **ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФЕНОМЕНА МАРГИНАЛЬНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ- ДЕПРЕССИВНОГО РЕГИОНА**

*Аспекты изучения феномена маргинальности в качестве предметной области исследования в экологически депрессивном регионе включают - выделения маргинальных групп, стратификационной детерминированности маргинальности, взаимосвязи феномена маргинальности с проблемами дезадаптированности/адаптированности социальных субъектов в условиях социокультурных преобразований*

*Ключевые слова: маргинальность, личностные биографии, экология социальные объекты, индивидуумы, экспликации, «адаптационный синдром», суицидальная личность, стратификационные проявления.*

Маргинальность [от лат. margo (marginis) – край, граница] – явление взаимного отчуждения между традиционным обществом и нетрадиционными людьми. Зарубежные и отечественные обществоведческие и медицинские дисциплины достаточно часто сегодня возвращаются к проблеме маргинальности, маргинального общества, маргинального типа личности. И это неудивительно: ведь современная социальная реальность, определяемая в категориях преобразования, транзитивности, трансформации структурного и социокультурного уровней социума, детерминировала качественные изменения не только всех элементов общества - ценностей, норм, идеалов, возможностей, но и его субъектов - индивидуумов, наделенных вполне определенным психическим и соматическим здоровьем. Это, в свою очередь, привело к ломке привычных социальных отношений, изменениям в социально-экономической сфере, появлению новых технологий, новых статусов и социальных ролей и, связанных с этим, модификаций образа жизни, повлияло на формирование индивидуального и общественного здоровья населения. Усилилась необходимость в формировании новых практик, коренных изменениях в структуре идентификации индивидов по ряду социальных позиций, включая особенности жизнедеятельности, характер учебной и производственной деятельности, поведения [1].

В результате потери привычных ролей и функций, ориентиров личностных биографий, социальные субъекты тем самым оказались в состоянии неопределенности, переходности, интерпретируемого в рамках социологической традиции категорией «маргинальность». Данная ситуация характеризует и современное общество, в котором в результате трансформационных преобразований прежде стабильные экономические, социальные, духовные структуры оказались существенно разрушенными, а элементы, образующие каждую из названных структур - институты, социальные группы и индивиды - оказались в пограничном состоянии. Для характеристики последнего целесообразно использовать понятие маргинальности, которое приобретает в данных условиях качественно новое содержание, которое существенно отличается от традиционных интерпретаций. Это приводит к необходимости более детального рассмотрения и уточнения данного понятия в качестве конструктивной основы для анализа современных процессов и явлений в обществе, разработки адекватных методов его познания, гигиенической коррекции популяционного и индивидуального здоровья. Сегодня маргинальность характеризуется как неизбежное, более того, атрибутивное состояние современного украинского общества, предписанность которого обуславливается распадом стабильного каркаса социальной структуры. Кроме того, социальная маргинальность (и как состояние, и как процесс) является тем социологическим критерием, который позволяет оценить степень стабильности как общества в целом, так и позиций отдельных индивидов. По этой причине социологическая традиция изучения концепции маргинальности включает целый комплекс подходов, оформившихся идей и теоретических направлений, представленных в западной и отечественной социологической мысли. В современной социологической науке термин «маргинальность» приобретает особую популярность, как на Западе, так и в постсоветской социологии. Особый интерес к концепции маргинальности здесь возникает в условиях проявления кризисных моментов, транзитивных состояний социальной системы, когда само явление маргинальности приобретает все более объективную окраску. Маргинальность сегодня выступает в качестве категории, которая наиболее полно характеризует современную социокультурную ситуацию. Поэтому, анализ основных теоретических подходов к маргинальности, сложившихся в западной социологии позволит в дальнейшем наиболее полно и адекватно интерпретировать специфику современного общества.

Заметим, что в рамках социологической традиции вырисовываются два основных теоретических подхода, объясняющие феномен маргинальности, его сущность, условия возникновения, характер и направленность:

1) Субъективистский подход, базирующийся на интерпретации маргинальности как психономиналистического феномена переживаемого социальными субъектами в результате ряда социокультурных процессов: конфликта культур (Р. Парк и Э. Стоунквист) и социокультурных практик субъектов (А. Антоновски, М. Голдтроп, Т. Веблен и др.). Именно в работах Р. Парка и Э. Стоунквиста понятие маргинальности получает статус научного термина, опирающегося на совокупность представлений о содержании, структуре обозначенного ими феномена. В трактовке маргинальности Р. Парка и Э. Стунквистамаргинал - это социальный субъект, участвующий в конфликте культур, находящийся на краю каждой из них, и не принадлежащий ни одной.

2) Структуралистский подход интерпретирует феномен маргинальности как результат структурных трансформаций общества [3, 4].

Культура, в свою очередь, является плотью общества. Другими словами - это то, без чего оно не может существовать. В обществе со стабильными отношениями и прочными устоями культура дает индивиду заранее готовые и апробированные ответы на вопросы о смысле жизни, о ее цели, помогает ориентироваться в жизни. Однако предписания культуры всегда включают в себя и некий общий закон жизни, который объединяет всех членов общества, а также правила и нормы, обязательные для представителей разного пола, возраста, социального положения. Длительность существования социума и его бескризисность приводят к тому, что общие и частные модели поведения членов общества адаптируются друг к другу, а важнейшие императивы культуры становятся сакральными. Примером того являются Законы Ману (5 в. до н. э., Индия), в которых отчетливо прослеживается структура общества, закреплённая и освященная религией, описываются нормы поведения, формы общения, обязанности и права представителей всех сословий (варн): брахманов, раджей, кшатриев, вайшьев, шудров, чандалов. Нарушение их преследовалось и наказывалось. Как видим, человек был «запрограммирован» традицией и подчинялся жестким нормам своей группы от рождения до самой смерти. Современное общество далеко не похоже на предшествующее общество. Конец 20 – начало 21 веков достаточно динамичные. Их культура лишена прочных традиций.

Причиной этого является конфликт между ценностями личности и её реальным положением в обществе. Поэтому, как отмечала представитель неофрейдизма Карен Хорни, культура ставит перед человеком проблему выбора и согласования ценностей и стилей жизни. Первая не вырабатывает однозначного кредо для поведения индивидов, идет размывание жестких социальных границ между общественными группами, интенсивно происходит процесс маргинализации, секуляризации общественной жизни. На фоне современного массового и высококомобильного общества система «жестких норм» для индивидов отсутствует. Это создаёт большие трудности для их внутреннего мира [2].

Маргинальная личности порождает и свою психологию. Она основывается на аномии, которая согласно мнению Р. Макайвера - есть состояние сознания, с такими как:

1) бесцельность жизни, вследствие отсутствия ценностей, что есть результатом конфликтного столкновения различных структур и систем ценностей, ибо «теряя компас, указывающий путь в будущее, они лишаются настоящего»;

2) использование своей силы или возможности ради самого себя, что является результатом утраты моральных ориентиров;

3) изоляция от значимых человеческих отношений и связей вследствие утраты своих прежних ценностей.

В силу этого, без всякого сомнения, в сознании личности фиксируется маргинальный комплекс на основе разрыва социальных связей, отсутствия самоидентификации личности со своей ин группой. Как указывал Э. Дюркгейм, этот комплекс порождает отчуждение, замкнутость, состояние неудовлетворённости, беспокойства, тревоги, поиска своего места в социальной структуре, чувства прав без обязанностей, ориентации на потребление, удовольствие, развлечение. В сознании индивида доминирует иррациональное, вытесняя и подавляя элементы рационального. На этом фоне такие качества, как корысть, агрессия, обман, эгоизм, нетерпимость и т.д. являются неотъемлемыми характеристиками маргинала, которые возникают в результате невозможности индивида удовлетворить потребности в стремлении к групповой защите, солидарности, поиску стабильности, поддержке самоуважения, что решает проблему выживаемости и всё это, в свою очередь, приводит к стрессовым ситуациям, которые имеют свои последствия. Г. Селье вводит понятие «адаптационного синдрома», под которым понимает сумму всех неспецифических реакций организма. Он подчёркивает, что «гормональные защитные реакции» синдрома адаптации не являются патогенными. Сами по

себе; напротив, они представляют собой необходимые физиологические реакции на повреждение как таковое. Поэтому первые, накладываясь на деформируемую среду, приводят к появлению патологического организма и соответственно патологической, а значит и маргинальной личности. Необходимо отметить, что близость характеристик маргинального человека Э. Соунквиста переплетается с характерными чертами общества, находящегося в состоянии аномии, как следствия разрыва социальных связей Э. Дюркгейма.

Так, рассматривая аномию как социальное явление и как состояние безнормности, ценностной вакуумизации общества, Э. Дюркгейм создает теоретическую модель современного ему общества, основываясь на следующих предпосылках:

- смешение механической и органической форм солидарности и соответствующих форм разделения труда ведут к разрушению ценностной стабильности общества и порождают такой феномен как аномия;

- в социальном измерении аномия проявляется в разрушении традиционных структур, институций, то есть аномийное общество в целом – это общество, переживающее кризис самоидентичности;

- в социокультурном измерении аномия проявляется в контингентности основных социальных ценностей, утрате ценностного центра, и в целом в ценностно-нормативном вакууме.

Наглядным примером маргинальной личности в трансформирующемся обществе есть суицидальная личность. Социологи, психологи, медики внимательно изучают это явление. Австрийский учёный Э. Рингель выделяет три основные группы риска. К первой относит пожилых людей, которым общество уделяет непростительно мало внимания. Одиночество, бедность, болезни – главные причины самоубийства у большинства людей этой категории. Потеря смысла жизни становится настолько осязаемой, что вера в будущее угасает. Второй группой риска есть молодые люди. Для них трагедией является драматическое разобщение между ними и родителями, которые перестали выполнять важную функцию передачи своему ребёнку системы ценностей. Кстати, речь идёт о формировании моральных устоев последних. Духовное обнищание родителей – результат постоянной погони за деньгами, материальными благами. Дети для них – остаточный принцип. А в целом молодёжь живёт под давлением страха «четырёх «Б»»: болезни, безработицы, безденежья, беспредела. И третью большую группу составляют алкоголики. Это «хроническое самоубийство»,



направленное на сознательное убийство своего тела, мозга, положения в обществе. Такое методическое самоуничтожение часто заканчивается самоубийством. Причём из этих трёх групп самый высокий уровень суицида среди молодых людей, как сообщает обозреватель экономического французского журнала «Нувель экономист» Мишель Тардьё. А причина в том, что у них доминирует чувство ненужности обществу.

Б. Манчини с помощью выделения сущностной (по определению) маргинальности, констатирует совершенно новые возможные варианты воспроизводства маргинального статуса. Данное положение представленной исследовательской концепции позволяет значительно обогатить потенциал изучаемого феномена. Кроме того, Б. Манчини делает вывод, что степень маргинальности зависит от того, является ли социальная ситуация, в которой находится индивид, центральной частью его жизни. Исследователь предлагает ряд измерений маргинальности:

- изменчивость ситуации: чем больше постоянство и неизменность маргинальной ситуации, тем больше степень неприспособленности;
- заметность: чем больше степень центральности маргинальной ситуации по отношению к личной идентичности, тем больше степень неприспособляемости;
- видимость: чем больше заметность маргинальности личности, тем более высокая степень неприспособляемости (исследователь отмечает отличие между объективной и субъективной маргинальностью);
- культурный конфликт: высокая неприспособляемость обуславливается высокой степенью и мерой различий в культурных формах двух референтных групп. Здесь автор имел в виду различия, которые несовместимы с общей ориентацией личности и способны создать беспокойство, тревогу, так как различия в культурных формах различных групп сами по себе не предполагают конфликта;
- групповой конфликт: чем выше степень конфликта между двумя группами, как политических, так и социальных субъектов, тем выше степень неприспособляемости маргинальной личности;
- позиция «подающей» группы: неприспособляемость будет повышаться в зависимости от степени, с которой «подающая» группа маргинальной личности протестует, препятствует ее движению в принимающую группу;
- проницаемость «принимающей» группы: вместе с ростом степени, с которой реципиентная группа противится движению

маргинальной личности в ее ряды, будет расти неприспосабливаемость.

- направление идентификации: здесь исследователь имел в виду прямую зависимость между степенью идентификации и степенью неприспосабливаемости, - чем больше равнозначность идентификации личности с двумя вышеназванными группами, тем более высокая степень неприспосабливаемости. Данная позиция имеет место, когда личность, участвуя в двух культурах, переживает маргинальность лишь тогда, когда будет идентифицировать себя одновременно с ними двумя [5].

В данном случае существует два наиболее вероятных пути разрешения ситуации:

- 1) первый – регулированию конфликтов может способствовать идентификация индивида с какой-либо одной культурной группой;

- 2) второй – двойная идентификация скорее имеет результатом обогащение (творчество), чем конфликт.

Сознательная природа позиции: чем выше степень добровольности личности идти на занятие ею маргинальной позиции, тем меньше степень неприспосабливаемости. Вынужденное занятие маргинальной позиции может заведомо иметь более разрушительные социальные и психологические последствия для индивидов и групп, чем маргинальность, навязанная свободным выбором. Этот вопрос наиболее актуален в ситуации структурной маргинальности. Особую важность приобретает социальная полемика государств, направленная на сокращение масштабов недобровольности (вынужденности) создания маргинальных позиций.

Маргинализация это подвижный процесс. Поэтому он имеет свою направленность. Так, с одной стороны, - это полнейшая деструктивность: разрушение социальности, деградация, дезорганизованность, депрофессионализация («маятниковая миграция», такая как «поездники», «вахтовики», «шабашники»; распространение неквалифицированного исполнительского умственного труда, физического, в основном женского, как рабочие дорстря, путейцы, подсобницы); с другой - это конструктивный аспект маргинализации, что является приводным ремнем механизма общественного прогресса, т.е. создание новых общественных структур. Маргинальные группы со временем обретают статусную определенность. При этом они характеризуются устойчивостью, стабильностью, выработкой имиджа, ментальности, кодекса чести. Однако эта тенденция не является конструктивной. Она привносит в общество дискомфорт и нестабильность, т.к. маргинальные группы,

пытаясь компенсировать свою «промежуточность», натягивают «маску» той или иной нации, культуры, религии, они пытаются имитировать чужой образ жизни, перекручивая его и искажая до неузнаваемости. Этап постсоветского развития общества также маргинален. Маргинальность прослеживается на всех уровнях: микро-, мезо-, макро-. Однако на любом уровне, в любом варианте, будь-то результат свободного выбора или же следствие процесса деклассирования, который провоцируется напуганным обществом, как отмечает А. Фарж, маргиналы означают не изнанку мира, а как бы его омуты, теневые стороны. Общество выставляет отверженных напоказ, дабы подкрепить свой собственный мир, тот, который считается «нормальным» и светлым. Такой теневой стороной сегодня являются «новые бедные». В литературе на проблему бедности давно обратили внимание. Ещё в 19 веке ей посвятили свои работы журналист Г. Майхью, публицист Т. Арчер, писатели Ч. Диккенс и А. Моррисон, социолог-реформатор Ч. Бут. Причем бедность рассматривалась ими как стиль жизни в индустриальном обществе. 20 в. поставил проблему бедности в более конструктивную плоскость. Представители чикагской социологической школы выделили критерии этой социальной группы, а именно: замкнутость, формирование собственных установок, норм. В 50-е гг. 20 в. американский учёный О. Льюис пришёл к выводу, что бедность это особая культура, а не адаптация к окружающему миру. Она обладает 70-ю специфическими чертами, которые структурировал в 4 блока: 1) отсутствие или низкий уровень участия в основных институтах общества: 2) критические установки по отношению к институтам господствующих классов, к официальным нормам брака, минимальную организованность вне рамок семьи; 3) отличные от общепринятых взаимоотношения полов - отсутствие детства, ранние сексуальные контакты, свободные браки, высокая частота аборт; 4) преобладание таких установок, как беспомощность, зависимость, униженное положение, что связано с низкой мотивацией к труду, к достижениям. В 50-60-е гг. 20 в. в социологической литературе в противовес культурному подходу («культура бедности») появляется понятие «синдром бедности», где акцент смещается в сторону социальности. В последнее время, данное явление характеризуется с позиций концепции стиля жизни. Она является показателем и символом положения, которое занимает человек или социальная группа в стратификационной системе социума.

Заканчивая обзор основных положений концепции маргинальности в контексте анализа ее стратификационных

проявлений, сделаем следующие выводы. Достаточно широкое определение данного социального феномена в интерпретации представителей психоаналитического подхода, в фокусе структурного подхода уточняет его по ряду параметров и приобретает следующее содержание:

1. По мнению представителей структурного подхода маргинальность представляет собой естественный функциональный продукт жизнедеятельности общества, а именно его социальной структуры, не обязательно возникающий во время быстрых социальных изменений. В этом состоит одно из отличий концепции структурной маргинальности от социокультурной, в рамках которой маргинальность в большей степени есть результат взаимоотношений по оси «индивид – общество».

2. В рассуждениях представителей классического психоаналитического подхода маргинальность – сугубо культурное явление, которое характеризуется целым комплексом психологических характеристик и применимо в большинстве своем к отдельному индивиду либо социальной группе. У теоретиков структурного подхода мы наблюдаем акцентуацию комплексности и многоуровневости данного явления, охватывающего целые группы, слои, классы. Иными словами, для представителей структурного подхода маргинальность – это не столько психологическое состояние личности, сколько условие социальной организации, ограничивающее действия индивидов. Это, по сути, атрибут современного общества, характеризующегося противоречивостью своего развития.

3. Обобщенный анализ структурной маргинальности позволяет характеризовать данное явление в двух измерениях:

- во-первых, маргинальность является продуктом структурных взаимосвязей и условий развития общественной системы. Это результат рассогласования общественных структур, то есть культурного и стратификационного уровней общества. В данном случае, маргинальность выражается в степени участия социальных субъектов в производственном процессе, распределении доходов, пространственном перемещении. Характерным моментом здесь является институциональная незакрепленность маргиналов;

- во-вторых, маргинальность есть результат конфликта с общепринятыми нормами. Именно в результате рассогласования ценностно-нормативных систем в сознании индивида и формируется альтернативная официальной позиция маргинальности.

Думается, что подобная многоуровневая модель маргинальности позволит уточнить потенциальную область исследования данного

феномена, его сложность, а также аналитически выделить его сущностные черты. В целом, если обратиться к социологическим основаниям той ситуации, которая сложилась, то можно заметить, что она с точки зрения детерминации в большей степени соответствует ситуации маргинальности, описанной представителями концепции структурной маргинальности, чем исследователями психономиналистического подхода. Это объясняется тем фактом, что маргинальность в обществе является главным образом результатом рассогласования общественных структур и структурных взаимосвязей, что и определяет ее тотальный, массовидный характер (о чем речь пойдет ниже).

Подводя итог анализа западноевропейского подхода к проблеме маргинальности, следует отметить, что в целом развитие концепции маргинальности в рамках европейской социологической мысли базировалось преимущественно на анализе объективных причин. То есть, в качестве предметной области исследования выступают структурные преобразования, а также процессы, явления, которые их сопровождают. В связи с этим, представленный комплекс теоретико-методологических концепций и подходов к маргинальности позволяет характеризовать объективную направленность данного феномена. Последний представляет особый интерес с точки зрения следующих моментов:

1) анализа аспектов структурной маргинальности, - изучения объективных условий ее возникновения и специфики функционирования в обществе, выделения маргинальных групп;

2) выделения стратификационной детерминированности маргинальности, ее объективных критериев;

3) построения аналитической модели рассматриваемого феномена с учетом его объективного характера;

4) определения места маргинальных социальных субъектов в структуре общества, а также их роли в трансформационных процессах;

5) анализа взаимосвязи феномена маргинальности с проблемами дезадаптированности/адаптированности социальных субъектов в условиях социокультурных преобразований.

**Выводы:** Таким образом, проанализированные выше концепции, изучающие феномен маргинальности, несмотря на имеющиеся различия, обладают общим основанием, которое заключается в том, что данное явление характеризует степень интегративности/дизинтегративности социальных процессов экологически депрессивного региона. Однако если психономиналисты

используют данное понятие преимущественно для описания отдельных ситуаций культурных конфликтов, то у представителей структурного подхода эта категория приобретает новый аспект, позволяющий анализировать маргинальность как сложный социальный феномен, потенциально заложенный в обществе.

#### **Библиографический список**

1. Медведева С. Маргинальные социальные группы на восточно-европейском рынке труда / С. Медведева, В. Хинкрикс // *Общественные науки за рубежом. Серия 11. Социология РЖ.* – М.: ИНИОН, 1992.- № 2. – С. 77-79.

2. Наваджанов Н. Проблема маргинальной личности: постановка задачи и определение подходов / Н. Наваджанов // *Социальная философия в конце XX века.* – М.: Политиздат, 1991.-С.149-155.

3. Парк Р. Культурный конфликт и маргинальный человек / Р. Парк // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 11. Социология.* - М.: ИНИОН, 1998.-№2.-250с.

4. Парк Р. Человеческая миграция и маргинальный человек / Р. Парк // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 11. Социология.*- М.: ИНИОН, 1998.- №3.- 250с.

5. Парк Р. Социальная маргинальность: характеристика основных концепций и подходов в современной социологии (Обзор)/ Р. Парк // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 11. Социология РЖ.-М.: ИНИОН, 1992.-№2.-С.99-124.*

УДК 614.842.663

**Гаручава М.Ю., студ.,  
Бондаренко М.А. преп.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

### **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ И ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ**

*В настоящее время в Российской Федерации обострилась проблема экологических и экономических последствий от пожаров, а также растет социальный ущерб – увеличение количества травмированных и погибших, особенно это связано с пожарами на объектах с массовым пребыванием людей. Для уменьшения негативных последствий разработана пожарная тактика, которая устанавливает основные аспекты по тушению пожаров.*

*Ключевые слова: пожарная тактика, аварийно-спасательные работы, опасные факторы пожара, потери (ущерб).*

При современном уровне развития средств массовой информации (СМИ), масштабе их социальной и общественной значимости,

связанных с этими факторами возможными социально-политическими последствиями чрезвычайной ситуации с массовой гибелью людей, быстрота и результативность тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ на объектах с массовым пребыванием приобретает особое значение. Безотносительно реальной эффективности задействованных для реагирования на названную ситуацию сил и средств, факты групповой гибели либо получения тяжелых травм гражданами (особенно – детьми и пожилыми) безоголосно, а то и злонамеренно тиражируются СМИ, вызывая предсказуемый общественный резонанс.

Пожарная тактика представляет собой теоретическую основу действий подразделений пожарной охраны (далее по тексту - ППО), призванную исследовать и выявлять закономерности присущие пожарам. Подготовка ППО к тушению пожаров и спасению людей невозможна без тактической выучки. Успешное тушение пожара может быть достигнуто не только благодаря активным и умелым действиям, но и в результате осуществления заблаговременных мероприятий [1].

Объекты с массовым пребыванием людей - здания или сооружения в которых возможно одновременное пребывание 50 человек и более или 1 человека на 1 кв. м. К таковым относятся кинотеатры, торговые центры, концертные залы, клубы, больницы и др. [2].

Характерную опасность при возникновении пожара на объектах с массовым пребыванием людей составляет возникновение паники и давки людей на путях эвакуации, незнанием большинства застигнутых пожаром людей специфики внутреннего устройства здания. Усугубляется ситуация опасными факторами пожара (далее по тексту - ОФП) и разрушением конструкций здания, мешающим быстрому проходу большого количества людей.

Аварийно-спасательные работы (далее по тексту - АСР) это в первую очередь действия по спасению людей, культурных и материальных ценностей в зоне чрезвычайных ситуаций (далее по тексту - ЧС), локализации и ликвидации ЧС и снижения вторичных и ОФП. АСР имеют ряд характерных факторов угрожающих жизни и здоровью людей, проводящих эти работы, требуют специальной подготовки и оснащения [3].

АСР в очагах поражения включают:

- 1) проведение разведки;
- 2) тушение пожаров, локализация ЧС;
- 3) снижение или доведение до минимума ОФП действующие на людей;

- 4) поиск пострадавших и оказание им соответствующей помощи;
- 5) эвакуация людей из опасных зон;
- 6) осуществление санитарной обработки.

Вышеперечисленные мероприятия требуется проводить в максимально сжатые сроки. Объемы разрушения и потерь растут с течением времени, из-за воздействия вторичных поражающих факторов ЧС.

В зданиях с массовым пребыванием людей высота помещений колеблется от 3 до 30 м и более. Коридоры - это основные горизонтальные коммуникации, в зданиях такого типа, обеспечивающие связь между помещениями в пределах этажа. В качестве вертикальных коммуникаций применяются лестницы, лифты и эскалаторы [2].

Спасение людей на пожаре производится по указанию руководителя тушения пожара (далее по тексту - РТП), с применением различных технических средств, обеспечивающих успешное выполнения боевой задачи.

По результатам разведки, в зависимости от обстановки на пожаре определяется порядок и способы спасения людей.

Спасение людей на пожаре организуется и проводится в том случае если:

- людям угрожает огонь, высокая температура, опасность взрыва или обрушение конструкций, либо помещение где они находятся заполнены дымом;
- люди не могут самостоятельно выбраться из зоны влияния ОФП;
- имеется угроза распространения огня и дыма по путям эвакуации;
- предусматривается применение опасных для жизни людей огнетушащих веществ.

Основной задачей по тушению пожаров является достижение локализации и ликвидации пожара в сроки, определяемые возможностями привлеченных к его тушению сил и средств (далее по тексту - СиС) пожарной охраны. Для успешного выполнения основной задачи необходимо своевременное сосредоточение СиС на пожаре, а также активные и наступательные действия [1].

На месте сложившейся ЧС производится разведка с целью определения решающего направления введения СиС ППО. Решающим направлением является направление введения СиС подразделений, в данный момент времени, обеспечивающих максимально эффективное выполнение основной боевой задачи.

При проведении разведки необходимо установить:

- место и площадь горения, пути распространения огня;



- наличие и характер угрозы людям, а также их местонахождение;
- месторасположения ближайших водосточников;
- наличие электроустановок под напряжением, возможность и целесообразность их отключения;
- состояние и поведение строительных конструкций;
- возможные пути ввода СиС для тушения пожаров и иные данные необходимые для выбора решающего направления.

При определении решающего направления ведения боевых действий по тушению пожара необходимо исходить из следующих принципов:

1. Угроза жизни. ОФП угрожают жизни людей и их спасение невозможно без применения технических средств спасения. В таком случае вводятся огнетушащие средства, СиС сосредотачиваются для обеспечения спасательных работ.

2. Угроза взрыва. Создается угроза взрыва, СиС сосредотачиваются в местах где действия подразделений обеспечивают максимальную защиту и безопасность жизни.

3. Предотвращение ущерба. Горением охвачена часть объекта, и оно распространяется на другие части строения. СиС сосредотачиваются в местах, где дальнейшее воздействие огня может привести к наибольшему ущербу.

4. Интенсивное горение. Имеется угроза распространения огня на соседние помещения. СиС сосредотачиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения.

5. Защита соседних зданий (объектов). СиС сосредотачиваются на защиту здания.

Боевые действия по тушению пожаров начинаются с момента получения сообщения о ЧС в пожарной части и считаются законченными по возвращению в ППО к месту постоянной дислокации. Боевые действия включают в себя: обработку вызова, выезд и следование к месту ЧС, проведение боевого развертывания, проведение разведки, спасение людей и имущества, ликвидация горения, проведение АСР и других неотложных работ, сбор и возвращение в ППО [1].

По прибытию на пожар первого отделения, должностные лица ППО выполняют боевое развертывание (далее по тексту - БР). В зависимости от сложившейся ситуации производят различные действия. Если по прибытию к месту ЧС караулу известен только адрес, то осуществляют подготовку к ведению боевых действий. Таким образом пожарный автомобиль устанавливается на пожарный гидрант (водосточник), рабочее колесо насоса приводится в действие,

шанцевый инструмент открепляется из отсеков и складывается возле автомобиля, подается рукав первой помощи. В случае, когда помимо адреса известно и направление ведения боевых действий, производятся те же действия как при подготовке, вместо ствола первой помощи прокладываются магистральные линии, шанцевый инструмент открепляется и складывается возле пожарного разветвления. В случае если известен адрес, направление ведения боевых действий и вид проводимых работ производится полное БР. Выполняются действия как в предварительном БР, прокладываются рабочие линии, определяются позиции ствольщиков, подаются стволы на тушение [4].

При пожаре на объекте с массовым пребыванием людей возможно:

- высокая скорость распространения горения, особенно в сценических комплексах, кинозалах;
- сильное задымление;
- угроза обрушения конструкций и оборудования зрительного зала;
- возникновение множественных скрытых очагов пожара.

При тушении пожара необходимо:

- принять меры по предотвращению паники;
- в кратчайший срок организовать и провести эвакуацию людей;
- огнетушащие вещества в сценические комплексы вводить через ближайшие входы, а также на защиту соседних помещений;
- задействовать системы обеспечения безопасности, использовать клапаны для выхода дыма;
- проводить разведку всех помещений на предмет обнаружения людей;
- задействовать штатные системы пожаротушения;
- при использовании противопожарного занавеса, подавать стволы на его охлаждение;
- при тушении сценического комплекса необходимо использовать перекрывные стволы с возможностью переключения компактной струи на распылённую.

При тушении таких объектов важно учитывать, что нередко те случаи, когда люди не могут найти выход в условиях задымления и воздействия высоких температур. Таким образом, возможно нахождение людей в самых неожиданных местах. АСР будут проводиться различными способами, с применением достаточного количества оборудования и техники, тем самым уменьшая негативные социальные, экологические и экономические последствия [6-7].

### Библиографический список:

1. Приказ МЧС России от 16.10.2017г. №444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru>
2. Федеральный закон от 22.07.2008г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legalacts.ru>
3. Федеральный закон от 22.08.1995г. №151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legalacts.ru>
4. Повзик Я. С. Пожарная тактика./ Я.С. Повзик. - Москва: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 1999. - 442 с.
5. Божков Ю.Н., Особенности экономического обеспечения пожарной безопасности в России и за рубежом. / Божков Ю.Н., Бондаренко М.А. // В сб.: IX Междунар. молодежн. форум «Образование. Наука. Производство». - Белгород, 2017. - С. 223-226.
6. Бондаренко М.А., Влияние техногенных катастроф на окружающую среду. / Бондаренко М.А., Карпенко Е.А. // В сб.: Образование, наука, производство VIII Междунар. молодежн. форум. - 2016. - С. 113-117.

УДК 504.03

Мальцева Е.К., студ.,  
Кирюшина Н.Ю. канд. тех. наук, доц.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## ОХРАНА МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Минеральное сырье является основой развития промышленного производства, без которого невозможно дальнейшее развитие человечества. Это требует бережного и экономного использования имеющихся минеральных ресурсов, а также их охраны. Поэтому охрана минеральных ресурсов – необходимая составляющая рационального использования всего природно-ресурсного потенциала любого региона.*

Ключевые слова: минеральные ресурсы, охрана минеральных ресурсов, ресурсосбережение.

Под охраной минеральных ресурсов понимают их рациональное, экономное использование, основывающееся на долговременной хозяйственной и эколого-экономической стратегии.

С добычей и использованием полезных ископаемых связан ряд наиболее острых и актуальных с точки зрения рационализации природопользования проблем: исчерпаемость и практическая невозобновимость полезных ископаемых как природного ресурса;

воздействие на окружающую среду всех производств, так или иначе связанных с его добычей и переработкой. Эти проблемы тесно взаимосвязаны.

Решение проблемы рационального использования добываемых минеральных ресурсов связано с повышением эффективности общественного производства, его интенсификацией, развитием научно-технического прогресса и может быть сведено к 3 основным задачам:

- уменьшение потерь в недрах при извлечении, а также при последующей переработке полезных ископаемых;
- увеличение комплексности использования добываемого сырья;
- более рациональное использование уже изъятых и вовлекаемых в производство минеральных ресурсов [1].

Потери полезных ископаемых в недрах зависят от геологических особенностей месторождения, способа добычи, уровня культуры и организации производства. Так, в среднем во всех странах остается в земле или выбрасывается в отвалы 15-20% руд черных и цветных металлов, «плановые» потери при добычи нефти в среднем в мире составляют 56 %, каменного угля – 40 %, калийной соли и слюды – 80 %. Особенно велики потери при шахтном способе добычи.

Увеличение комплексности использования минерального сырья возможно за счет извлечения сопутствующих компонентов из основной добываемой горной массы. Данные вещества имеют самостоятельное значение, а их общая экономическая ценность нередко превышает ценность основного компонента. Так, очень эффективно, когда с железом добывают титан, кобальт и другие металлы. Например, в России в 90-ых годах за счет попутного извлечения выпускалось более 10 % меди, свинца, цинка и около 20 % серной кислоты от общего объема производства их в стране [2].

Более рациональное использование уже изъятых и вовлекаемых в производство минеральных ресурсов – один из основных способов их охраны. Из всего ныне добываемого сырья, только несколько процентов в итоге превращается в готовую полезную продукцию. Уменьшение удельного потребления минерального сырья на производство единицы продукции, может быть достигнуто разными путями. Сейчас более трети ценного сырья уходит в отходы при обогащении, последующие переработке и транспортировке.

Не менее остро стоит вопрос скорейшего решения проблемы минимизации масштабов и глубины отрицательного воздействия на окружающую среду всех горнодобывающих производств, металлургических заводов, связанных с добычей и переработкой

полезных ископаемых. Современные масштабы этого воздействия позволят отнести добычу и переработку полезных ископаемых к особо опасным видам хозяйственной деятельности. Прямому нарушению подвергаются практически все компоненты природной среды, в первую очередь – литогенная основа ландшафта.

Создание шахт, карьеров, отвалов и др. сопровождается нарушением почвенно-растительного покрова, природного рельефа, загрязняются поверхностные и подземные воды и др [3].

Не меньшую проблему составляет перенос с воздушными массами пылевых частиц, образующихся при ведении горно-взрывных работ на карьерах и при разведении незакрепленных поверхностей карьеров, отвалов и др., и формирование на поверхности почвы горизонта, препятствующего нормальному развитию растений, заилиeniu русла рек.

Сложнейший комплекс экологических проблем формируются в зонах газо- и нефтедобычи. Особенно остро в настоящее время эти проблемы стоят в северных регионах, где разрабатываются крупнейшие в мире месторождения. С точки зрения экологичности, технологии добычи полезных ископаемых наиболее лучшим считаются геотехнологические скважинные методы, в которых извлечение полезных компонентов сырья перемещено в недра, а работа геотехнологических систем организована в замкнутые циклы, что значительно ограничивает сферу их воздействия на природную среду [4]. Но и этот метод также может нести в себе серьезную экологическую угрозу, связанную с утечкой высокотоксичных рабочих растворов и их попаданием в подземные воды, особенно в верхние водоносные горизонты.

#### **Библиографический список**

1. Зенгина Т.Ю. Ресурсопользование: учебное пособие./ Т.Ю. Зенгина. - Москва – Ухта: ИУИБ, 2012. – 272 с.
2. Основные положения стратегии устойчивого развития России // Бюллетень «Охрана и использование природных ресурсов в России». – 2002. - № 9-10. – С. 47.
3. Люри Д. И. Устойчивое ресурсопользование и концепция глобального ресурсно-экологического перехода. В кн.: Природопользование и устойчивое развитие. Мировые экосистемы и проблемы России./ Д.И. Люри. - М.: КМК, 2006. - С. 78-91.
4. Константинов, В.М. Рациональное использование природных ресурсов и их охрана / В.М.Константинов, В.М.Галушкин, И.А.Жигарев, Ю.Б.Челидзе; под ред. В.М.Константинова.- М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.

Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,  
Сокену С., студ.,  
Дантонка М., студ.  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## ДЕГРАДАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕНИН

*Дана краткая характеристика государства в Западной Африке – Республике Бенин. На основании литературных источников определены основные экологические проблемы и пути их решения.*

*Ключевые слова: Республика Бенин, экологические проблемы.*

Республика Бенин – африканское государство, расположенное в западной части Африки, которое имеет выход к Атлантическому океану через Гвинейский залив. Оно непосредственно граничит с такими странами африканского континента, как Нигерия, Буркина-Фасо, Нигер и Того. Население Бенина насчитывает 9,5 млн. человек, и примерно половину от этого числа составляют жители младше 16 лет [1].

Климат в республике субэкваториальный в северной части страны, экваториальный в южной части, с двумя сезонами дождей (с марта по июль и с конца сентября до начала ноября).

Бенин — слабо развитое аграрное государство, экономика которого основана на натуральном сельском хозяйстве. В стране имеются месторождения нефти и газа, но они не эксплуатируются. Другие известные природные ресурсы — железная руда, золото, фосфориты, мрамор и лес (разработка незначительна) [2].

В основе деградации экосистем республики Бенин лежат природный (изменение климата) и антропогенный (особенно плохо регулируемая сельскохозяйственная деятельность) факторы.

На рисунке 1 показана территория, подвергшаяся деградации.

Климатические опасности, обусловленные небольшими сдвигами в дождливые периоды, становятся очень важными по всей стране. На юге страны отмечается дефицит и сокращение второго сезона дождей; что приводит к снижению урожайности и скорости обновления растительного покрова. С другой стороны, дожди в начале сезона дождей являются сильными, часто достигающими интенсивности выше 100 мм / ч, что способствует стоку и эрозии на плохо защищенных территориях.



Рис. 1 - Территория, подвергшаяся деградации

Антропогенные причины деградации могут быть обусловлены двумя явлениями:

Первое - это накопление населения или животных, что приводит к чрезмерной эксплуатации природных ресурсов на местах, что обусловлено эволюцией населения или случайными причинами, такими как наличие водного пункта или иммиграционное движение.

Второе связано с чрезмерной эксплуатацией природных ресурсов.

Чрезмерная эксплуатация природных ресурсов происходит, когда поддерживается традиционная система сменного культивирования, в то время как демографическая нагрузка становится высокой.

Процесс деградации часто обусловлен слишком быстрой сменой культур, что не позволяет травам или залежным кустам восстанавливать плодородие верхнего слоя обрабатываемой почвы.

Почвы в южной и северной зонах часто страдают от чрезмерной эксплуатации сельскохозяйственных культур, стад и ежегодного происходящих кустарных пожаров.

Снижение плодородия и возделывание почв, которые слишком бедны, вызывают снижение урожайности, плохой рост растений и плохой почвенный покров в сезон дождей. Земля затем подвергается водной и ветровой эрозии.

На рисунке 2 показана картина эрозии и потери биоразнообразия.

Нет сомнений в том, что уменьшение количества осадков, наблюдаемое в последние годы, и особенно растущая неоднородность в пространстве и времени дождей, дают первоначальный импульс, который ведет экосистемы в нисходящую спираль деградации.

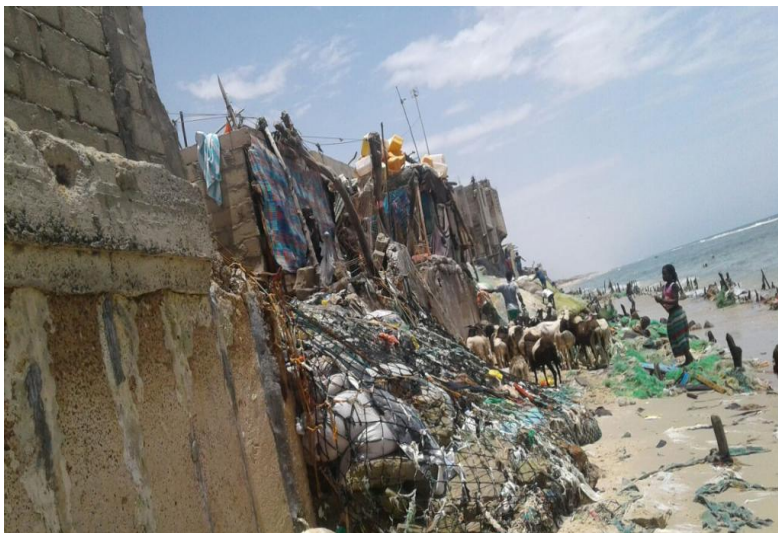


Рис. 2 - Эрозия и потери биоразнообразия

Это уменьшение количества осадков приводит к уменьшению растительного покрова, который также подвержен большей деградации (чрезмерный выпас скота, пожары кустарников, вырубка деревьев, подавление залежных земель), что приводит в конце сухого сезона к появлению на поверхности которой может быть образована пленка.

Первые дожди в сезоне, которые часто бывают в форме локальных и сильных гроз, падают на сухую и уплотненную почву и стекают мгновенно, вызывая равномерное удаление поверхности земли. До тех пор, пока уклон земли высок, этот сток концентрирует полые овраги, и каждый посещает важные модификации зон либо путем полного зачистки, либо путем захоронения верхнего слоя почвы. Сток резко увеличивается, и коэффициент стока может превышать 50%. С уменьшением количества воды, доступной в почве и во всем мире в годовом масштабе, испарение и суммарное испарение уменьшатся.

Тем не менее, увеличение альбедо голых поверхностей и влияние ветра, которое было более расстроено из-за эффекта растительности от ветра, способствуют ускорению процессов испарения. Это явление наносит ущерб развитию растительности.

Из приведенной информации видно, что экологические проблемы республики Бенин близки экологическим проблемам других стран и



усугубляются климатическими условиями и особенностями ведения сельского хозяйства.

### **Библиографический список**

1. Бенин: с какими проблемами сталкивается местное население? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dxnews.com/ru/ty2sn-benin/>
2. Бенин [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бенин>

**УДК 504.75**

**Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф,  
Амуссу Бабила, маг.,  
Луа Делрин Матью, маг.,  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)  
Шайхиев И.Г., д-р. техн. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕНИНА**

*Кратко дана характеристика государства в Западной Африке – Республике Бенин. Приведены сведения об географическом местоположении, флоре и фауне региона, экономике и климатических условиях. На основании литературных источников определены основные экологические проблемы и пути их решения.*

*Ключевые слова: Республика Бенин, экологические проблемы, пути решения.*

Республика Бенин расположена в Западной Африке. На востоке граничит с Нигерией (протяженность границ 773 км), на западе с Того (644 км), на севере с Буркина-Фасо (306 км) и Нигером (266 км). На юге омывается водами Атлантического океана (залив Бенин). Длина береговой линии составляет 121 км (рисунок 1). Столица — город Порто-Ново, однако правительство размещается в городе Котону, самом крупном городе страны. Территория составляет 112622 км<sup>2</sup>, население – более 10 млн. 700 тыс. человек (2016). Речная сеть густая. Главные реки - Веме и Моно, обе судоходны [1].

Растительность в основном высоко травяная саванна с акациями, пальмами дум, деревьями карите. На побережье тропические вечнозелёные леса, а также посадки масличной пальмы и тика.

Животный мир довольно богатый. В саванне много антилоп и крупных хищников — львы, пантеры, гепарды. Встречаются слоны и буйволы.

Недра страны содержат запасы нефти, мрамора.

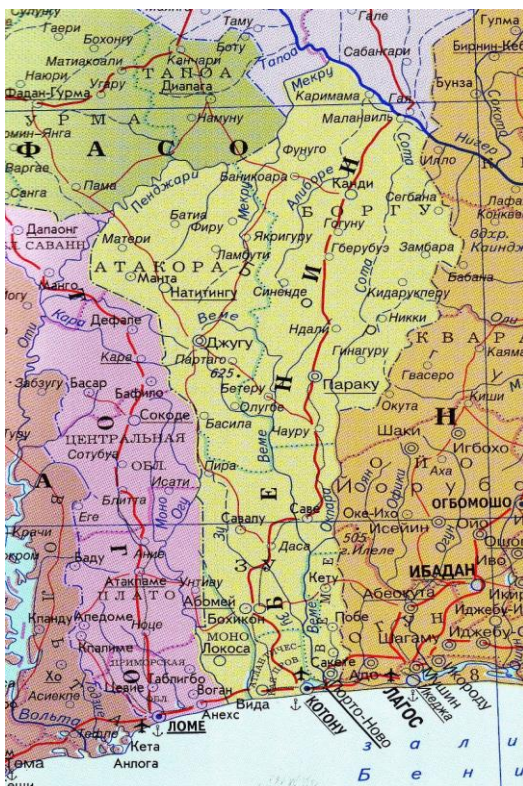


Рис. 1 – карта Республики Бенин

Климат - субэкваториальный в северной части страны, экваториальный в южной части, с двумя сезонами дождей (с марта по июль и с конца сентября до начала ноября). В этот период выпадает 800-1300 мм осадков и очень высокая влажность воздуха. Среднемесячные температуры воздуха – 24-27 °С. На севере страны чётко выражены два сезона - сухой (с декабря по апрель-май) и дождливый (с июня по ноябрь). Средняя температура января 25 °С, июля - 32 °С, осадков меньше, чем на юге — 750-1250 мм, часты засухи.

Экономика Бенина развита слабо, основана на натуральном сельском хозяйстве (выращивание кукурузы, тапиоки и ямса) и на выращивании хлопчатника. Хлопок является одной из основных товарных культур, в 2014 году производство хлопка достигло 130 630 тыс. т, что составляет 17-е место в мире. Второй по важности товарной

культурой являются орехи-кешью. За 2015/2016 годы объём урожая оценивался в 125 тыс. тонн. Также в стране идеальные условия для выращивания арахиса, который также экспортируется.

В стране имеются месторождения нефти и газа, но они не эксплуатируются. Другие известные природные ресурсы — железная руда, золото, фосфориты, мрамор и лес. В Бенине выявлено 39 важнейших месторождений золота; объём добычи золота составляет ~ 500 кг в год.

Экспортные<sup>1</sup> товары (1,11 млрд. долл. в 2016 г.) — золото, хлопок, орехи кешью, арахис, фрукты, пальмовое масло, лесоматериалы, нефтепродукты (реэкспорт) [1].

Экологические проблемы в Республике Бенин такие же как и для других стран Западной Африки, находящихся в тропической и субтропической зонах. Учитывая тот факт, что в регионе 2 сезона дождей, данное обстоятельство способствует вымыванию плодородного слоя в результате наводнений и обильного выпадения осадков. Для устранения данного обстоятельства, также как и во всем мире, необходимо укрепление береговой линии рек кустарниками и деревьями. Однако, в стране наблюдается обратный процесс – планомерное уменьшение площади лесов за счет вырубки последних [2]. Как определено, скорость вырубки лесов в Бенине составляет 8 % [3]. Древесина идет для удовлетворения насущных проблем населения, в основном для изготовления дров, и экспорта за границу [4].

Кроме того, вырубка лесов ведет к эрозии почвы, возникновению оврагов и сокращению площадей пастбищных земель и изменению ландшафта [5].

Одной из экологических проблем Республики Бенин является разработка месторождений золота кустарными способами. В результате выработки месторождения, рекультивация земель, как правило, не производится, что, соответственно, способствует изменению ландшафта и эрозии земли, о чем говорилось выше. Кроме того, выработка золота осуществляется амальгамным способом, т.е. с использованием металлической ртути [6]. Использование последней негативно влияет на здоровье золотодобытчиков и биоценоз окружающей природной среды. Выходом из создавшегося положения служит использование более современных способов добычи золота и рекультивация и облесение карьеров золотодобычи.

Добыча железной руды и фосфатов способствует возникновению ранее сказанных проблем – изменению ландшафта в районах добычи полезных ископаемых. Однако, указывается, что добыча последних приводит к возникновению еще одной проблемы – попаданию

токсичных элементов с шахтными и поверхностными водами в поверхностные водоисточники в периоды выпадения дождей. Как указывается, данное обстоятельство приводит к увеличению болезней, в том числе и онкологических [7]. Выходом для решения названной проблемы является очистка шахтных и промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Также одной из проблем городов Республики Бенин является плохое управление очисткой сточными водами в сочетании с отсутствием средств санитарии, что усугубляет проблемы загрязнения природных вод, в частности, в г. Котону [8]. Путем решения проблемы является построение сетей канализации и городских очистных сооружений.

Еще одной экологической проблемой является задача нахождения путей вторичного использования отходов от переработки сельскохозяйственного сырья. Как говорилось ранее, в Республике Бенин, основными культурами являются хлопок, орехи кешью, арахис, пальмовое масло.

Одним из путей решения экологических проблем является использование отходов от переработки сельскохозяйственной продукции в качестве реагентов для извлечения поллютантов, в частности, ионов тяжелых металлов из шахтных вод, на предприятиях по добыче полезных ископаемых.

Ранее показана возможность использования отходов от переработки хлопка для извлечения ионов  $Pb^{2+}$  [9, 10],  $Cu^{2+}$  [11],  $Hg^{2+}$  [12] и других токсичных ионов. Скорлупа орехов кешью также исследована в качестве адсорбционного материала для удаления ионов  $Cu^{2+}$  [13],  $Zn^{2+}$  [14],  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  и  $Cr^{3+}$  [15] и других.

Скорлупа орехов арахиса, которая образуется в мировом масштабе в огромном количестве, также изучалась для извлечения ионов  $Cu^{2+}$  и  $Cr^{3+}$  [16],  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  [17],  $Ni^{2+}$  [18] и других.

Отходы от получения пальмового масла также исследовались для извлечения ионов  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  [19],  $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  [20],  $Cd^{2+}$  и  $Pb^{2+}$  [21] и т.д.

Указанные выше отходы также могут использоваться для получения активированных углей и использования последних в качестве адсорбентов для удаления различных загрязняющих веществ из водных сред [22].

Очевидно, что экологические проблемы в Республике Бенин сродни мировым экологическим проблемам и их надо решать комплексно с использованием опыта мирового сообщества.

### Библиографический список

1. Бенин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бенин>.
2. Barnes R.F.W. Deforestation trends in tropical Africa / R.F.W. Barnes // *African Journal of Ecology*. – 1990. – vol. 28. – No 3. – P. 161-173.
3. Houessou L.G. Land use and land-cover change at “W” biosphere reserve and its surroundings areas in Benin Republic (West Africa) / L.G. Houessou, O. Teka, I.T. Imorou, A.M. Lykke and ets. // *Environment and Natural Resources Research*. – 2013. - vol. 3. - No. 2 – P. 87-101.
4. Asongu S.A. The role of human development on deforestation in africa: A modelling-based approach, / S.A. Asongu, B. Jingwa // AGDI Working Paper, No. WP/12/036, African Governance and Development Institute (AGDI), Yaoundé. – 2012. – 24 p.
5. Barthès B. Field-scale run-off and erosion in relation to topsoil aggregate stability in three tropical regions (Benin, Cameroon, Mexico) / B. Barthès, A. Azontonde, B.Z. Boli, C. Prat and ets. // *European Journal of Soil Science*. – 2000. - vol.51. – No 3. – P. 485-495.
6. Grätz T. The "frontier" revisited: gold mining camps and mining communities in West Africa./ Grätz T. - Berlin: Zentrum Moderner Orient. – 2013. – 22 p.
7. Fasinu P.S. Heavy metal pollution in sub-saharan Africa and possible implications in cancer epidemiology / P.S. Fasinu, O.E. Orisakwe // *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. – 2013. – vol. 14. – No 6. – P. 3393-3402.
8. Hounkpe S. Wastewater management in third world cities: case study of Cotonou, Benin / S. Hounkpe, E. Adjovi, M. Crapper, E. Awuah // *Journal of Environmental Protection* – 2014. – vol. 05. – No 05. - P. 387-399.
9. Riaz M. Pb(II) biosorption from hazardous aqueous streams using *Gossypium hirsutum* (Cotton) waste biomass / M. Riaz, R. Nadeem, M.A. Hanif, T.M Ansari and ets. // *Journal of Hazardous Materials*. – 2009. – vol. 161. – P. 88–94.
10. Dong C. Sulfonated modification of cotton linter and its application as adsorbent for high-efficiency removal of lead(II) in effluent / C. Dong, H. Zhang, Z. Pang, Y. Liu and ets. // *Bioresource Technology*. – 2013. – vol. 146. – P. 512-518.
11. Ozsoy H.D. Adsorption of Cu(II) ions on cotton boll / H.D. Ozsoy, H. Kumbur // *Journal of Hazardous Materials*. – 2006 – vol. 136 – P. 911-916.
12. Roberts E.J. Removal of mercury from aqueous solutions by nitrogen-containing chemically modified cotton / E.J. Roberts, S.P. Rowland // *Environmental Science and Technology*. – 1973. – vol. 7 – No 6. – P 552-555.
13. SenthilKumar P. Removal of copper(II) ions from aqueous solution by adsorption using cashew nut shell / P.SenthilKumar, S. Ramalingam, V. Sathyaselvabala, S.D. Kirupha and ets. // *Desalination*. – 2011. - vol 266. – P. 63–71.
14. SenthilKumar P. Adsorption equilibrium, thermodynamics, kinetics, mechanism and process design of Zinc(II) ions onto cashew nut shell / P. SenthilKumar, S. Ramalingam, R.V. Abhinaya, S. Dinesh and ets. // *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. – 2012 – vol. 90. – P. 973-982.
15. Coelho G.F. Removal of metal ions Cd (II), Pb (II), and Cr (III) from water by the cashew nut shell *Anacardium occidentale* L / G.F. Coelho, A.C. Gonçalves

Jr., C.R.T. Tarley, J. Casarin and ets. // Ecological Engineering. – 2014 – vol. 73. – P. 514–525.

16. Witek-Krowiak A. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions onto peanut shell as a low-cost biosorbent / A. Witek-Krowiak, R.G. Szafran, S. Modelski // Desalination. – 2011. – vol. 265. – No 1-3 – P. 126-134.

17. Babarinde A. Equilibrium sorption of divalent metal ions onto groundnut (*Arachis hypogaea*) shell: kinetics, isotherm and thermodynamics / A. Babarinde, G.O. Onyiaocha // Chemistry International. – 2016. – vol. 2. – No 1 – P. 37-46.

18. M. Ajmal, The use of testa of groundnut shell (*Arachis hypogaea*) for the adsorption of Ni(II) from the aqueous System / M. Ajmal, R.A.K. Rao, J. Ahmad, R. A.hmad // Journal of Environmental Science & Engineering. – 2006. - vol. 48. - No. 3. - P. 221-224.

19. Ahmed L.A.A. Removal of heavy metals from waste water by date palm tree wastes / L.A.A. Ahmed // Engineering & Technology Journal. – 2010. - vol. 28. – No 1. – P. 119-125.

20. Akaninwor J.O. Removal of iron, zinc and magnesium from polluted water samples using thioglycolic modified oil-palm fibre / J.O. Akaninwor, M.O. Wegwu, I.U. Iba // African Journal of Biochemistry Research. – 2007. - vol. 1. – No 2. - P. 11-13.

21. Abia A.A. Sorption of Pb(II) and Cd(II) ions onto chemically unmodified and modified oil palm, fruit fibre adsorbent: Analysis of pseudo second order kinetic models / A.A. Abia, E.D. Asuquo // Indian Journal of Chemical Technology. – 2008. - vol. 15. – No 4. – P. 341-348.

22. Adebisi G.A. Equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies of lead ion and zinc ion adsorption from aqueous solution onto activated carbon prepared from palm oil mill effluent / G.A. Adebisi, Z.Z. Chowdhury, P.A. Alaba // Journal of Cleaner Production. – 2017. – vol. 148. – P. 958-968.

**УДК 504.75**

**Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф,  
Юстас Б, студ.**  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ТАНЗАНИИ**

*Дана краткая характеристика государства Танзании. На основании литературных источников определены основные экологические проблемы и пути их решения.*

*Ключевые слова: Танзания, экологические проблемы, водные ресурсы.*

Вода — это самый ценный природный ресурс. Ее роль — участие в процессе обмена всех веществ, которые являются основой любой жизненной формы. Невозможно представить себе деятельность промышленных, сельскохозяйственных предприятий без использования воды, незаменима она в бытовой жизни человека. Вода

необходима всем: людям, животным, растениям. Для кого-то она является средой обитания. Бурное развитие жизнедеятельности людей, нерачительное использование ресурсов привело к тому, что экологические проблемы (загрязнение воды в том числе), стали слишком острыми. Их решение стоит у человечества на первом месте. Ученые, экологи всего мира бьют тревогу и пытаются найти решение мировой проблемы дефицита пресной воды. Влияние загрязненности вод на живые организмы независимо от причин, загрязнение воды приносит существенный вред. При попадании загрязнителя в живой организм срабатывает защитная реакция. Определенные токсины обезвреживаются иммунитетом, но во многих случаях он не справляется. Требуется лечение и принятие кардинальных мер. В зависимости от источников загрязнения ученые определяют такие показатели отравления:

- генотоксичность. Воздействие тяжелых металлов и других опасных микроэлементов способны изменить или повредить структуру ДНК. В развитии организма наблюдаются серьезные проблемы, развиваются различные заболевания.

- канцерогенность. Онкологические проблемы часто связаны с качеством воды, которую мы потребляем. Опасность заключается в возможности перерождения клеток в раковые.

- нейротоксичность. Химические элементы способны влиять на нервную систему. Загрязнения вод мирового океана тяжелыми металлами приводит к непредвиденным случаям. Все слышали о выбросе китов из воды. Поведение животных становится неадекватным. В некоторых случаях они даже начинают пожирать тех, кто раньше мирно с ними сосуществовал [1].

Только 50 процентов населения Танзании, насчитывающего 53 миллиона человек, имеют доступ к улучшенным источникам безопасной воды, и только 34 процента населения Танзании имеют доступ к улучшенным санитарным условиям. В этих условиях люди, особенно женщины и девушки, тратят значительное количество времени, путешествуя на некоторое расстояние за водой.

Некоторые цифры и факты

- В той части Африки, что расположена в Южной Сахаре включающий Танзания, 71% бремени по добыче питьевой воды падает на женщин и детей.

- Все женщины в этой части Африки тратят в среднем 200 миллионов часов в день на добычу питьевой воды, это эквивалентно 40 миллиардам часов в год.

- В некоторых Африканских школах посещаемость девочек на 15% выше, если источник питьевой воды находится в 15 минутах от их дома или меньше, если источник находится в часе ходьбы от их дома.

- В сообществах (поселках), которые значительно страдают нехваткой питьевой воды, женщины и дети тратят около 6 часов в сутки на добычу воды.

- Связь была обнаружена между уменьшением времени на добычу чистой воды и увеличением школьной посещаемости.

- В некоторых частях Африки и Азии женщины и дети идут пешком в среднем 3,7 километров в день к источнику воды [2].

Основные причины загрязнения воды следующие:

#### 1. Сточные воды.

Представляют собой сточные воды смесь отходов жизнедеятельности человека, грязи, моющих средств и дождевой воды. В итоге получается грязная и токсичная жидкость, которая сливается, как правило, в реки и моря. И основная проблема заключается в том, что бытовые сточные воды содержат различные химические вещества (из-за моющих средств). Именно они наносят основной урон по живым водным организмам, например река Руву

#### 2. Промышленные отходы.

Оказываются они в водоёмах по различным причинам. Случается, так, что промышленные отходы сливаются в реки и моря нарочно (это ведь самый простой способ избавиться от них, и самый вредоносный). А иногда происходят несчастные случаи или утечки, в результате которых отходы оказываются в воде.

#### 3. Фермерские хозяйства.

Из-за удобрений, используемых на полях, наносится большой ущерб водоёмам. Происходит это потому, что химические и органические удобрения, находящиеся в верхнем слое почвы, смываются дождём в водоёмы (а также попадают в подземные воды). Но отказаться от ведения фермерских хозяйств было бы самоубийством, поскольку они являются поставщиками пищи. Поэтому с данной проблемой ничего не поделаешь.

#### 4. Утечки нефти.

К сожалению, случаются они слишком часто. И попадая в водоёмы, нефтепродукты оказывают множество неблагоприятных воздействий на живые организмы.

#### 5. Твёрдые отходы.

В Танзании существует множество водоёмов, которые служат в качестве каких-то помоек. Туда сбрасывается различный мусор, который в большом количестве собирается на поверхности водоёмов.



Из-за чего препятствует попаданию солнечного света, что, в свою очередь, приводит к нарушению многих процессов, происходящих в этих экосистемах.

#### 6. Тепловое загрязнение.

Под этим пунктом подразумевается слив в водоёмы тёплой воды, которая образуется в результате работы тепловых и атомных электростанций. По своему составу вода не представляет никакой опасности, поскольку берётся из тех же водоёмов, но её повышенная температура оказывает неблагоприятное воздействие. Из-за увеличения температуры воды ускоряются многие процессы, что приводит к различным проблемам. В таких водоёмах наблюдаются массовые вымирания живности и ускоренное зарастание водорослями, например река Мсимбази.

#### 7. Атмосферные загрязнения.

В атмосфере нашей планеты содержится множество загрязняющих веществ. Они оказывают вредоносное влияние и на водоёмы.

Наибольший вред доставляют пепел, сажа, зола и различные газы. Оказываются они в атмосфере, в основном, из-за промышленной деятельности людей. А после попадания в воду происходят химические реакции, из-за чего образуются концентрированные кислоты.

Также продукты промышленной деятельности могут вступать в реакцию с водой и в атмосфере, из-за чего идут кислотные дожди, тоже наносящие большой вред водоёмам [3].

Все вышеуказанные источники существенно меняют химический состав воды, уменьшают количество кислорода. В зависимости от различных загрязнений, в реках увеличивается количество водорослей, которые в свою очередь вытесняют животных и рыбу. Это становится причиной изменения местопребывания популяций рыб и других речных обитателей, но многие виды просто умирают.

Грязная вода рек плохо очищается, прежде чем попадать в водопроводы. Ее используют в качестве питьевой. В результате увеличиваются случаи заболевания людей, потому что они пили неочищенную воду. Регулярное употребление загрязненной воды способствует появлению некоторых инфекционных и хронических заболеваний. Иногда некоторые люди могут и не знать, что причина проблем со здоровьем – это грязная вода [3].

Экологические проблемы, загрязнение воды приводят к распространению самых тяжелых заболеваний. Именно с этой жидкостью в организм могут попасть различные возбудители и патогенные организмы, уносящие сотни тысяч жизней. Самые

распространенные заболевания, которые приносит грязная вода, это: холера; тиф; лямблиоз; энтеровирус; амебиаз; шистосомоз; психические аномалии; гастрит; врожденные уродства; ожоги слизистых; онкология; нарушения репродуктивных функций. Независимо от причин загрязнения воды, профилактикой будет являться использование фильтрованной, бутилированной воды. Некоторые кладут в воду серебряные предметы, они имеют определенный обеззараживающий эффект [3, 4].

Загрязнение воды является серьёзной проблемой человечества, но существует множество способов её решения: научиться бережней относиться к природным ресурсам, создать более совершенные очищающие воду механизмы, внедрить бессточные технологии в промышленности, повторно использовать очищенные сточные воды (в сельском хозяйстве, например) и т.д.

Бороться с этой проблемой вполне можно и нужно. А учитывая тот факт, что наука не стоит на месте, можно надеяться, что мы увидим результаты этой борьбы.

#### **Библиографический список**

1. Tanzania's water and sanitation crisis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://water.org/our-impact/tanzania>.
2. Проблема с питьевой водой в Африке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metronews.ru/partners/novosti-partnerov-49/reviews/problema-s-pitevoy-vodoy-v-afrike-1190559>.
3. Water Point Mapping System (WPMS) Tanzania [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maji.go.tz>.
4. Dar es salaam water and sewerage authority [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.dawasco.go.tz](http://www.dawasco.go.tz)

**УДК 504.75**

**Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф,  
Дари Суги Аллахи, студ.  
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**  
**Шайхиев И.Г., д-р. техн. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ЧАД**

*Кратко дана характеристика государства в Центральной Африке – Республике Чад. Приведены сведения о географическом местоположении, флоре и фауне региона, экономике и климатических условиях. На основании литературных источников определены основные экологические проблемы и пути их решения.*

Ключевые слова: Республика Чад, экологические проблемы, пути решения.

Республика Чад расположена в Центральной Африке. Столица – г. Нджамена. Граничит на западе с Нигером, Нигерией, Камеруном, на юге – с Центральноафриканской Республикой, на востоке – с Суданом и Ливией на севере (рисунок 1).



Рис. 1 – Карта Республики Чад

Территория Чада представляет собой, в основном, плоскую равнину. Северная часть страны - в пределах пустыни Сахары. На севере Республики - нагорье Тибести. На северо-востоке страны

находятся плато Эрди и Энеди (высота до 1450 м), на юго-востоке - массив Вадаи (высота до 1666 м).

Климат северной части страны - тропический пустынный. Южной части - экваториально-муссонный. На севере страны нет постоянных рек. На юге густота речной сети значительна. Главная река Шари, впадающая в озеро Чад, судоходна. Реки широко разливаются в сезон дождей, затопляя огромные пространства и превращая их в сплошные болота, а в сухой сезон сильно мелеют.

Природные ресурсы страны - месторождения нефти, бокситов, урана, золота, берилла, олова, тантала, меди. Преобладает сельскохозяйственный сектор (57 % ВВП) - 80 % населения занято натуральным хозяйством, в основном разведением скота (овцы, козы, верблюды). Также культивируются хлопчатник, сорго, просо, арахис, рис, картофель.

С конца 2003 года началась существенная добыча нефти, с 2004 года нефть экспортируется. В 2013 нефтедобыча составила 5,0 млн. тонн. Основные сегменты промышленности - добыча нефти, обработка хлопка и производство мяса, пивоварение, производство мыла и сигарет.

Основные экспортные товары: сырая нефть (до 82 % от общей стоимости — \$1,25 млрд. долл.), золото, хлопок-сырец и другая продукция сельского хозяйства. Нехватка чистой питьевой воды (постоянный доступ к ней имеют около 27 % населения) приводит к вспышкам кишечно-инфекционных заболеваний. Средняя продолжительность жизни населения составляет 48 лет [1].

Как говорилось выше, основным продуктом экспорта Республики Чад является сырая нефть и, соответственно, возникают проблемы охраны окружающей среды в нефтедобывающей отрасли [2-4]. Главной проблемой является ликвидация разливов нефти с водной и твердой поверхности. Предлагается, в частности, в качестве сорбционных материалов использовать отходы от переработки сельскохозяйственного сырья – арахиса [5, 6], хлопка [7], риса [8].

Крупной проблемой в Республике является дефицит чистой питьевой воды. В этой связи, актуальной становится управление водными ресурсами [9] и защита водного бассейна от проникновения загрязненных промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод [10]. В частности, из-за избыточного количества нитрат-ионов в воде, в частности, в озере Чад [11] происходит эвтрофикация водоемов [12]. Также отмечается, что в результате нарушения гидрологического режима озера Чад, ранее являющегося одним из

главных источников воды в регионе, площадь последнего за последние 50 лет уменьшилась на 95 % [13].

Разработка месторождений природных ископаемых карьерным способом приводит к изменению рельефа местности, образованию безжизненных территорий. Указывается о необходимости решения экологических проблем при добыче полезных ископаемых в небольших объемах [14]. Особую проблему составляет задача утилизации отходов добычи урановых руд [15].

Большую проблему во многих африканских странах, в том числе и в Республике Чад, составляет образование твердых коммунальных отходов [16]. Указывается, что необходима разработка системы управления с твердыми коммунальными отходами в городах и других населенных пунктах с переработкой вторичных материальных ресурсов в ценные продукты [17-19].

Очевидно, что из перечисленных экологических проблем в Республике Чад, наиболее актуальной является задача охраны окружающей природной среды в сфере нефтедобычи [20]. Особый риск заключается в том, что страна не имеет выхода к морю и возникла необходимость транспортировки нефти трубопроводным транспортом, что может способствовать возникновению утечек «черного золота» в объекты ОПС [21].

#### **Библиографический список**

1. Республика Чад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Чад>.
2. Moynihan K.J. Chad export project: environmental management and monitoring process and systems / K.J. Moynihan, C.F. Kaul, E.R. Caldwell // SPE International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Calgary, Canada. – 2004. – 14 p.
3. Magrin G. The use of oil revenues in Africa. In Governance of oil in Africa: Unfinished business [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.525.6467&rep=rep1&type=pdf>
4. Colom-Жайн А. Oil in Chad and Equatorial Guinea: widening the focus of the resource curse / A. Colom-Жайн, A. Campos-Serrano // The European Journal of Development Research. – 2013. – vol. 25. – No 4. – P. 584-599.
5. Абдель-Гадир Б.М. Модифицированные растительные сорбенты для очистки воды от нефтяных загрязнений / Б.М. Абдель-Гадир, В.О. Дряхлов, Г.Г. Ягафарова и др. // Башкирский химический журнал. – 2019. – т. 26. - № 2. – С. 75-79.
6. Абдель-Гадир Б.М. Сорбент для очистки водных объектов (на примере Республики Чад) / Б.М. Абдель-Гадир, Г.Г. Ягафарова, Г.М. Кузнецова //

Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2019. - № 2 (287). – С. 59-61.

7. Choi H. Cotton nonwovens as oil spill cleanup sorbents / H. Choi, H. Kwon, J.P. Moreau // *Textile Research Journal*. – 1993. – vol. 63. - No 4. – P. 211-218.

8. Angelova D. Kinetics of oil and oil products adsorption by carbonized rice husks / D. Angelova, I. Uzunov, S. Uzunova and ets. // *Chemical Engineering Journal*. – 2011. – vol. 172 – No 1. – P. 306-311.

9. Oyebande L. Water problems in Africa - how can the sciences help? / L. Oyebande // *Hydrological Sciences Journal* – 2001 – vol. 46. – No 6 – P. 947-962.

10. Bantin A.B. Assessment of Environmental risks related to the release of industrial and domestic toxic waste in the aquatic environment of Chad / A.B. Bantin, X. Jun // *Environ Risk Assess Remediation*. – 2017. – vol. 1. – No 3 – P. 22-25.

11. Ngatcha B.N. Nitrate pollution in groundwater in two selected areas from Cameroon and Chad in the Lake Chad basin / B.N. Ngatcha, D. Daira // *Water Policy*. – 2010. – vol. 12. – No 5. – P. 722-733.

12. Nyenje P.M. Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa — A review / P.M. Nyenje, J.W. Foppen, S. Uhlenbrook and ets. // *Science of the Total Environment*. – 2010. – vol. 408. – P. 447-455.

13. Musa I.K. Saving lake Chad / I.K. Musa // *Proceedings of the Sirte Roundtable, Libya, 2008*. – 23 p.

14. Hilson G. Small-scale mining in Africa: tackling pressing environmental problems with improved strategy / G. Hilson // *Journal of Environment and Development*. – 2002. – vol. 11. – No 2. – P. 149-174.

15. Jarrell J.P. Role of continual environmental performance improvement in achieving sustainability in uranium production / J.P. Jarrell, G.M.S. Chad // *International symposium on the uranium production cycle and the environment, Vienna (Austria)*. - 2002. - P. 169-178.

16. Ogwueleka T.Ch. Municipal solid waste characteristics and management in Nigeria / T.Ch.Ogwueleka // *Iranian Journal of Environmental Health and Science Engineering*. - 2009 – vol. 6. – No 3. – P. 173-180.

17. Couth R. Waste management activities and carbon emissions in Africa / R. Couth, C. Trois // *Waste Management*. – 2011. – vol. 31. – P. 131-137.

18. Parrot L. Municipal solid waste management in Africa: Strategies and livelihoods in Yaoundé, Cameroon / L. Parrot, J. Sotamenou, B.K. Dia // *Waste Management* – 2009 – vol. 29. – P. 986-995.

19. Friedrich E. Quantification of greenhouse gas emissions from waste management processes for municipalities – A comparative review focusing on Africa / E. Friedrich, C. Trois // *Waste Management*. – 2011 – vol. 31. – P. 1585-1596.

20. Mujih E. The regulation of multinational companies operating in developing countries: A case study of the Chad Cameroon pipeline project / E. Mujih // *African Journal of International and Comparative Law*. – 2008. - vol. 16. - No. 1. – P. 83-99.

21. Horta K. The Chad-Cameroon Oil & Pipeline Project. A project non-completion report: Environmental Defence, Centre for Environment and

Development & Chadian Association for the Promotion and Defence of Human Rights. - 2007. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://relufa.org/partners/jhnewsletter/documents/Aprojectnoncompletionreportapr07\\_eng.pdf](http://relufa.org/partners/jhnewsletter/documents/Aprojectnoncompletionreportapr07_eng.pdf) [accessed 28 January 2013]

**УДК 614.841**

**Степанова М.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Затаковая М.А., техник,  
Тягунова Е.С., студ.  
(БГТУ им. В.Г.Шухова Белгород, Россия)**

## **АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Обеспечение пожарной безопасности входит в число ключевых задач эколого-экономического регулирования при строительстве и эксплуатации современных высоток, крупных деловых центров и торгово-развлекательных комплексов.*

*Ключевые слова: пожар, строительные материалы, огнестойкость, эвакуация, безопасность, опасность, класс, негорючий, экология, сырье, здания.*

В настоящее время специфика зданий с массовым пребыванием людей – большая протяженность путей эвакуации, в результате чего возникают повышенные требования к пожарной безопасности используемых строительных конструкций и материалов. И только когда эти требования соблюдаются наравне с решением других технических и экономических задач, здание считается спроектированным правильно [1].

Классификацию строительных материалов часто проводят, основываясь на сфере применения помещений.

С точки зрения пожарной безопасности оптимальная классификация предлагается в Статье 13 «Технического регламента», которая разбивает строительные материалы на два типа: горючие и негорючие. В свою очередь, горючие материалы делятся на 4 [2-4].

Кроме того, они оцениваются по таким критериям, как воспламеняемость, способность распространять пламя по поверхности, дымообразующая способность и токсичность. Совокупность этих показателей позволяет присвоить конкретному материалу класс пожарной опасности: от КМ0 – для негорючих материалов до КМ1-КМ5 – для горючих.

Ключевым фактором, определяющим пожарную опасность строительных материалов, является сырье, из которого они изготовлены. В этой зависимости их можно разделить на три большие группы: неорганические, органические и смешанные.

Наиболее часто встречающиеся минеральные строительные материалы – это природный камень, бетон, кирпич, керамика, асбоцемент, стекло и т.д. В последние годы широкое распространение получила продукция на основе полимеров, относящаяся к неорганическим материалам, но являющаяся горючей и несет повышенный уровень опасности.

Из всех органических материалов наибольшее распространение при строительстве современных зданий получила древесина и изделия из нее – древесно-стружечные плиты (ДСП), древесно-волоконистые плиты (ДВП), фанера и т.д. Данные материалы, относятся к высокому классу пожарной опасности, а их использование повышает шансы возникновения пожаров и ЧС.

В связи с вышеизложенным, обязательной сертификации в области пожарной безопасности подлежат отделочные, облицовочные, кровельные, гидроизоляционные и теплоизоляционные материалы, а также напольные покрытия.

В настоящее время существует широкий спектр отделочных и облицовочных материалов, среди которых можно выделить полистирольные плитки, ПВХ- и ДСП-панели, обои, пленки, керамическую плитку, стеклопластики и т.д. Большинство продукции данного типа относятся к горючей. Поэтому необходимо выбирать материалы не ниже класса КМ 2.

Для отделки помещений с большим скоплением людей недопустимо использование органических продуктов, в частности, МДФ-панелей, которые чаще всего относятся к группам Г3 и Г4. Для отделки стен и потолков в торговых залах нельзя использовать материалы с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2.

К выбору напольных покрытий предъявляются пониженные требования, в связи с тем, что при пожаре пол находится в зоне наименьшей температуры по сравнению со стенами и потолком. В то же время, для материалов, используемых в качестве напольного покрытия, важную роль играет распространение пламени по поверхности (РП).

Благодаря удобству монтажа и высоким эксплуатационным характеристикам широкое применение получили линолеумы и ламинат. Практически все материалы такого типа относятся к группе



сильно горючих (Г4) и обладают высоким коэффициентом дымообразования.

Наиболее благополучными, с точки зрения пожарной безопасности, являются керамическая плитка и керамогранит. Они относятся к группе КМ 0 и не входят в перечень материалов, подлежащих сертификации в области пожарной безопасности. Такая продукция подходит для помещений любого функционального назначения.

Наименьшей опасностью отличаются кровельные материалы из металла и глины, а наибольшей – материалы на основе битумов, каучуков, резинобитумных продуктов и термопластичных полимеров.

Одними из наиболее пожароопасных являются кровельные и гидроизоляционные материалы, в состав которых входят битумы, температура самовоспламенения которых 230–300°С. Кроме того, битум обладает высокой дымообразующей способностью и скоростью горения. Большинство данных материалов относятся к группе Г4.

Теплоизоляционные материалы, можно разделить на пять групп. Первая из них – пенополистиролы – высокая горючесть и выделение при горении токсичных веществ.

Следующий вид теплоизоляционного материала – пенополиуретан. Из-за невысокой температуры воспламенения (от 325°С), сильной дымообразующей способности, а также высокой токсичности продуктов горения, в число которых входит синильная кислота, пенополиуретан обладает повышенной пожарной опасностью. Одним из главных недостатков данной категории материалов является то, что при деструкции они выделяют набор высокотоксичных соединений, которые представляют непосредственную угрозу жизни и здоровью людей.

Еще один вид теплоизоляции – стекловата. Каменная вата, состоит из волокон, получаемых из каменной породы базальтовой группы. Материалы данной группы не выделяют вредных веществ и не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Это наиболее надежный материал с точки зрения пожарной безопасности: он является негорючим и имеет класс пожарной опасности КМ0.

Необходимо еще раз отметить важность эффективных противопожарных мероприятий в процессе проектирования и строительства зданий. Одно из центральных мест занимают оценка пожарной опасности и грамотный выбор строительных материалов, основанный на действующих нормах и стандартах и учитывающий функциональное назначение и индивидуальные особенности здания. Применение современных материалов позволяет обеспечить полное соответствие требованиям пожарной безопасности, гарантируя

сохранность жизни и здоровья людям, которые будут находиться в здании после завершения строительства.

#### **Библиографический список:**

1. Федеральный закон №123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.garant.ru](http://www.garant.ru).

2. Ветрова Ю.В., Модели распространения вредных веществ в окружающей среде. / Ветрова Ю.В., Васюткина Д.И., Радоуцкий В.Ю. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2012. - № 4. - С. 159-162.

3. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legalacts.ru>.

4. Латкин М.А., Степанова М.Н., Васюткина Д.И. Оценивание эффективности мероприятий по компенсации потерь в случае аварии на предприятии. / Латкин М.А., Степанова М.Н., Васюткина Д.И. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2016. - № 5. - С. 130-134.

5. ГОСТ Р 51032-97 «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.garant.ru](http://www.garant.ru).

6. Божков Ю.Н., Особенности экономического обеспечения пожарной безопасности в России и за рубежом. / Божков Ю.Н., Бондаренко М.А. // В сб.: IX Междунар. молодежн. форум «Образование. Наука. Производство». Белгород, 2017. - С. 223-226.

**УДК 504.03**

**Эл Ханити М., маг.,**

**Алтынников В.С., студ.,**

**Кирюшина Н.Ю. канд. тех. наук, доц.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В МАРОККО**

*Расположенное на северо-западе Африки, королевство Марокко находится в привилегированном географическом положении. Марокко на западе омывается Атлантическим океаном, на Север - Средиземным морем. Общая площадь страны составляет 446 550 км<sup>2</sup>. Мягкий субтропический климат способствовали развитию сельского хозяйства и агропромышленного комплекса. Также в последнее время большой скачок произошел в области развития промышленного сектора страны, при этом образовался ряд экологических проблем, требующих внимания.*

*Ключевые слова: экологическая ситуация, экологические проблемы Марокко, солнечная электростанция.*

В настоящее время можно выделить следующие экологические проблемы:

- Уменьшение количества доступной воды. В связи с изменением климата наблюдается снижение количества осадков, что привело к падению уровня грунтовых вод. Рост промышленности обусловил растущие потребности воды, что в настоящее время привело к дефициту водных ресурсов. В июне 2018 года было принято решение о строительстве в разных регионах страны 14 крупных и 10 небольших плотин с резервуарами общей емкостью более 3,5 млрд. м<sup>3</sup>. К 2030 году общая емкость резервуаров плотин должна составить около 17,6 млрд.м<sup>3</sup>. Помимо строительства гидрографической сети в рамках проекта «Национальный водный план» планируется ввод до 2030 года водоопреснительных установок мощностью 510 млн. м<sup>3</sup>/год.

В настоящее время использование оборотных сточных вод затруднено, поскольку лишь 21 % сточных вод подвергается какой-либо очистке, в основном, отстаиванию и биологической очистке с помощью высших водных растений. Повторное использование сточных вод может быть особенно востребовано для орошения сельхозугодий. В частности, предполагается повторно использовать не менее 325 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, что требует строительства 28 водоочистных сооружений [1].

- Загрязнение воздуха. Марокко – аграрная страна, проблемной частью животноводства является хранение отходов животного происхождения, которые выделяют газообразный аммиак, зона влияния которого распространяется на расстояние от лагун не более 700 метров. При существующем уровне, выбросы газообразного аммиака сами по себе не вызывают проблемы со здоровьем. Однако проблема образуется в результате смешивания паров аммиака с окислами серы и азота, которые образуются при сжигании топлива автотранспорта и промышленных установок. Образующиеся соли аммония представляют собой мельчайшие частицы (PM2,5), которые могут находиться в воздухе в течение 15 дней и распространяться на расстояние до 500-2000 километров. Наличие в окружающем воздухе PM2,5, возникновению 50 % которых способствуют соли аммония, приводит к широкому спектру проблем со здоровьем человека, включая рак легких, сердечно-легочные и сердечно-сосудистые заболевания. В последнее десятилетие королевство усиливает городскую транспортную сеть парком электрических автобусов и трамваев с нулевой углеродистой эмиссией [2].

- Потеря биологического разнообразия. Географическое расположение Марокко, ее климат способствуют благоприятной

обстановке развития флоры и фауны. Однако в настоящее время фауна страны содержит 24 534 видов животных, среди которых 610 подвергнуты вымиранию; флора содержит 6995 видов, 1670 из которых находятся в опасности. Это связано с чрезмерной эксплуатацией водных ресурсов, выловом рыбы, добычей морских водорослей и кораллов. 31 000 гектаров леса ежегодно теряется из-за опустынивания, пожаров и незаконной вырубки.

- Добывающая промышленность. В королевстве ведется добыча фосфатов, угля, серебра, золота, цинка, меди, кобальта, марганца, сурьмы, железа, фтора, гипса, слюды, бетонита, и талька. При этом добыча сопровождается отчуждением миллионов гектар потенциально плодородных земель для хвостохранилищ, являющихся источниками интенсивного загрязнения экосистем.

Очень мало количество источников ископаемых видов топлива способствовало сооружению крупнейшего в мире комплекса солнечных электростанций – Нур-Уарзаат. СЭС Нур-Уарзаат находится в Атласских горах в западной части пустыни Сахара в 20 км от столицы провинции Сум-Масса-Драа Уарзаата. Комплекс состоит из четырёх секций: строительство первой началось в 2013 году, а работа над последней завершилась в 2018 году. Каждая секция имеет различные характеристики, СЭС занимает площадь более 2000 га, а пиковая мощность Нур-Уарзаат составляет 580 МВт. Первой частью проекта стала Нур I – солнечная тепловая станция с параболоцилиндрическими концентраторами. Концентраторы, представленные огромными параболоцилиндрическими зеркалами, нагревают соль до 550°C, а затем воду, пар запускает турбину генератора. Нур II вошла в эксплуатацию в январе 2018 года. Принцип работы этой секции идентичен с Нур I, а сухое охлаждение позволяет сократить потребление воды на 90%. Нур III и IV являются СЭС башенного типа. Действие этой технологии тоже основано на принципе генерации водяного пара с помощью концентрации солнечных лучей на объекте. БСЭС представляет собой башню, окружённую гелиостатами – огромными зеркалами, которые отражают солнечные лучи и концентрируют их на резервуаре на вершине башни (рисунок 1) [3].

Помимо солнечных электростанций в стране растёт доля ветроэнергетики. Крупнейший в Африке ветропарк в Тарфе общей установленной мощностью 301 МВт состоит из 131 ветровых турбин, каждая из которых генерирует 2,5 МВт энергии.



Рис. 1 - Солнечная электростанция Нур-Уарзат

В рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (7-18 ноября 2016 года) в городе Марракеш (Марокко) приняли участие более 25 000 представителей 196 государств-членов ООН. На конференции обсуждались вопросы адаптации африканских стран европейским стандартам производств, прозрачности, передачи технологий, исключения неблагоприятных последствий, и т.п. Особое внимание уделено проблемам стран с точки зрения изменения климата. Каждая из стран, подписавших соглашение конвенции, должна принять свой национальный план по его адаптации [4].

Т.о. очевидна первоочередная задача правительства страны по снижению экологических проблем в стране. Вместе с тем уже сейчас видна огромная проделанная работа над экологическим имиджем страны.

#### **Библиографический список**

1. Касабланка - самый экологически неблагополучный город Марокко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoportal.su/news.php?id=44569>
2. Загрязнение воздуха из сельскохозяйственных и других источников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/feature/2016/12/12/air-pollution-from-agricultural-and-other-sources-an-interview-with-markus-amann>
3. Нур-Уарзат: самая большая солнечная электростанция в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://knowhow.pp.ua/noor\\_ouarzazate\\_sps/](https://knowhow.pp.ua/noor_ouarzazate_sps/)
4. XXII конференция, проводимая в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP 22) и 11-я — в рамках совещания сторон по Киотскому протоколу (CMP-12) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infoclimatе.org/sobytie/marrakesh-2016>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

<b>Агеева М.С., Богусевич Г.Г., Сопин Д.М., Богусевич В.А., Гончаров Р.С.</b> Закладочные смеси на основе техногенного сырья.....	3
<b>Богусевич Г.Г., Сопин Д.М., Богусевич В.А., Гасанов О.Д., Гончаров Р.С.</b> Мелкозернистый бетон с использованием техногенного сырья КМА и композиционных вяжущих для работ в условиях отрицательных температур.....	7
<b>Богусевич Г.Г., Сопин Д.М., Богусевич В.А., Гасанов О.Д., Гончаров Р.С.</b> Мелкозернистые бетоны на основе сырьевых ресурсов КМА и вяжущих низкой водопотребности для зимнего бетонирования.....	12
<b>Васильченко Ю.В., Крючков М.И.</b> Технология комплексной утилизации отходов производства извести.....	15
<b>Внукова А. С., Кирюшина Н.Ю.</b> Сорбенты на основе растительного сырья для очистки сточных вод от загрязняющих веществ.....	21
<b>Володченко А.Н.</b> Экологические аспекты использования отходов горнопромышленного комплекса .....	25
<b>Выродов О.С., Токач Ю.Е.</b> Технология утилизации отходов бурения в производстве композиционных материалов, обеспечивающих защиту живых организмов от вредного воздействия.....	30
<b>Гулиев Р.В., Розин И.М., Выросткова Д.В., Рубанов Ю.К.</b> Основные направления переработки нефтешламов.....	35
<b>Едаменко А.С., Леонова В.В.</b> Твёрдые бытовые отходы: проблемы накопления и переработки.....	41
<b>Ерохин К.Г.</b> Использование промышленных отходов при производстве силикатных материалов .....	45

<b>Изотова И.А., Бондаренко М.А.</b> <b>Разработка технологии получения облицовочных материалов на основе стеклянных бытовых отходов.....</b>	<b>49</b>
<b>Исхакова Р.Я.</b> <b>Очистка сточных вод Кармановской ГРЭФ с использованием отхода теплэнергетики.....</b>	<b>55</b>
<b>Казлитина О.В., Сопин Д.М., Казлитин С.А., Мартынова К.Ю.</b> <b>Композиционное вяжущее на промышленном сырье для дисперсно- армированных бетонов.....</b>	<b>60</b>
<b>Кочурин Д.В., Варфоломеева С.В.</b> <b>Энергосберегающая технология получения защитно-декоративных покрытий с использованием стеклянных бытовых отходов на блочном пеностекле.....</b>	<b>64</b>
<b>Кочурин Д.В., Здоренко Н.М.</b> <b>Использование стеклянных бытовых отходов в технологии получения защитно-декоративных покрытий на теплоизоляционных блочных композитах .....</b>	<b>67</b>
<b>Лупандина Н.С., Вороненко З.В.</b> <b>Фитоэкстракция почв, загрязненных тяжелыми металлами.....</b>	<b>71</b>
<b>Махортов Д.С. Рыжих В.Д. Лысикова Н.В. Загороднюк Л.Х.</b> <b>Возможность использования вулканического пепла в строительстве.....</b>	<b>74</b>
<b>Махортов Д.С. Рыжих В.Д. Лысикова Н.В. Загороднюк Л.Х.</b> <b>Пластифицирующие добавки из отходов животноводства.....</b>	<b>78</b>
<b>Насыров И.А., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г.</b> <b>Влияние размера частиц твердого продукта пиролиза древесных отходов на производительность и эффективность очистки от ионов меди.....</b>	<b>83</b>
<b>Николаева Л.А., Айкенова Н.Е.</b> <b>Очистка промышленных сточных вод от фенолов модифицированным шламом.....</b>	<b>88</b>
<b>Романова С. М., Фатыхова Л. А.</b> <b>Экологически безопасный способ утилизации устаревших порохов на основе нитратов целлюлозы .....</b>	<b>91</b>

<b>Романова С.М., Сабилова Д.И., Семина Е.И.</b> <b>Изучение возможности химической утилизации устаревших пироксидных порохов.....</b>	<b>96</b>
<b>Садыков Б.М., Садыкова Д.А., Романова С.М., Сабилова Д.И.</b> <b>Использование тиомочевины в качестве модифицирующего агента устаревших пироксидных порохов.....</b>	<b>98</b>
<b>Свергузова С.В. Винограденко Ю.А., Сапронова Ж.А. Бомба И.В.</b> <b>Очистка растворов от красителя «метиленового голубого» отходами переработки абрикосов.....</b>	<b>101</b>
<b>Свергузова С.В., Локтионова Е.В.</b> <b>Использование стеблей подсолнечника в качестве сорбционных материалов для очистки сточных вод.....</b>	<b>109</b>
<b>Свергузова С.В., Шайхiev И.Г., Винограденко Ю.А.</b> <b>Исследование возможности использования абрикосовых косточек для извлечения ионов никеля из водной среды.....</b>	<b>115</b>
<b>Свергузова С.В., Белый В.А.</b> <b>Растительные материалы как сырье для производства сорбентов.....</b>	<b>119</b>
<b>Севостьянов В.С., Шамгулов Р.Ю.</b> <b>Термолиз в переработке полимерных отходов.....</b>	<b>125</b>
<b>Старостина И.В., Столяров Д.В., Порожнюк Е.В., Рушак В.В., Половнева Д.О.</b> <b>Оценка содержания функциональных групп на поверхности термически модифицированного кизельгурового шлама.....</b>	<b>130</b>
<b>Тарасова Г.И., Друженко А.Н.</b> <b>Пигменты – наполнители на основе термолизного ТМО<sub>300</sub> .....</b>	<b>137</b>
<b>Чигаев И.Г., Куртукова Л.В.</b> <b>Удаление хрома из сточных вод машиностроительных предприятий.....</b>	<b>142</b>
<b>Шайхiev И.Г. Нгуен Тхи Ким Тхоа, Калиндеева И.А.</b> <b>О возможности использования опилок деревьев в качестве сорбционных материалов ионов тяжелых металлов .....</b>	<b>146</b>
<b>Шайхiev И.Г., Свергузова С.В.</b> <b>Перспективы использования танинсодержащих компонентов биомассы <i>Quercus robur</i> для очистки водных сред от поллютантов.....</b>	<b>151</b>



Шайхиева К.И., Фридланд С.В.  
Определение модели адсорбции ионов Ni(II) оболочками стручков  
фасоли ..... 158

Шаповалов В.А., Шкарпеткин Е.А.  
Определение параметров процесса гранулирования..... 163

Шумкова И.Н., Шайхiev И.Г., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А.  
Влияние термической обработки отхода водоочистки на  
нефтепоглощение ..... 167

#### СЕКЦИЯ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

Арефьева О.А., Ольшанская Л.Н., Политаева Н.А.  
Воздействие постоянного магнитного поля на рост микроводорослей  
хлорелла сорокиниана..... 173

Андреева Г.М., Лопанов А.Н.  
Интегрированная система безопасности труда в нефтяной  
промышленности..... 177

Артёмова В.А., Лемехова А.А., Пендюрин Е.А.  
Пыль как серьезная экологическая проблема..... 181

Артёмова В.А., Лемехова А.А., Пендюрин Е.А.  
Токсикологическая оценка попутных отходов производства лизин  
сульфата ..... 185

Бабаев З.К., Маткаримова Д.Б.  
Обесцвечивание и нейтрализация сточных вод текстильного  
производства с использованием отходов промышленности..... 189

Булах Р.В., Кирюшина Н.Ю.  
К вопросу о комфортности зданий и сооружений..... 193

Булах Р.В., Кирюшина Н.Ю.  
Оценка реконструируемой застройки по уровню шумности  
территории..... 199

Буханов В.Д., Везенцев А.И., Лопанов А.Н., Карайченцев В.Н.,  
Арсеенко Е.А., Оспищев В.П.  
Экологическая безопасность бентонитоподобных глин ..... 205

<b>Гафаров Р.Р., Пендюрин Е.А.</b> <b>Исследование побочного продукта при производстве лизин сульфата.....</b>	<b>210</b>
<b>Горелова О.М., Ощепкова А.С., Роо И.В.</b> <b>Извлечение биологически активных веществ из отходов переработки лиственницы.....</b>	<b>212</b>
<b>Зайнуллин А.М., Зайнуллина А.Р., Долгинцев Н.В., Сарбаева А.А.</b> <b>Интенсификация очистки сточных вод производства ТНРС электрохимическим способом.....</b>	<b>216</b>
<b>Зайнуллин А.М., Зайнуллина А.Р., Долгинцев Н.В., Сарбаева А.А.</b> <b>Изучение некоторых адсорбентов для очистки сточных вод производства ТНРС .....</b>	<b>220</b>
<b>Зуев Н.П., Лопанов А.Н., Везенцев А.И., Буханов В.Д., Зуев С.Н., Бакулин Е.Н., Осипшев В.П.</b> <b>Почвенное загрязнение окружающей среды и методы его устранения.....</b>	<b>224</b>
<b>Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б.</b> <b>Возможность получения дорожной клинкерной керамики и её применение в условиях Приаралья.....</b>	<b>230</b>
<b>Матушкина А.В., Кирюшина Н.Ю.</b> <b>К вопросу дампинга морских акваторий.....</b>	<b>235</b>
<b>Мезинова А.Д.</b> <b>Проблемы водопотребления в горнодобывающей промышленности.....</b>	<b>237</b>
<b>Михайленко В.И., Сафранов Т.А., Шанина Т.П.</b> <b>Расчет индивидуального канцерогенного риска от непреднамеренно образованных стойких органических загрязняющих веществ при производстве цемента в Одесской промышленно-городской агломерации.....</b>	<b>241</b>
<b>Ольшанская Л.Н., Баканова Е.М., Арефьева О.А.</b> <b>Влияние внешних физических полей на процессы биоэлектрохимического извлечения токсикантов меди и кадмия из почвы высшими растениями .....</b>	<b>244</b>
<b>Пендюрин Е.А., Семькин И.Д.</b> <b>Технология рекультивации нарушенных земель.....</b>	<b>249</b>
<b>Порожняк Л.А., Гнучева А.В., Величко О.</b> <b>Идентификация экологических аспектов предприятия как способ регулирующего негативного влияние на окружающую среду.....</b>	<b>254</b>

Репетунова Е.Ю., Василенко М.И. Некоторые проблемы водоснабжения Белгородского района.....	259
Рыбина С.Ю., Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М. Исследование агрофизических показателей искусственной почвы.....	263
Свергузова С.В., Кучерова Ю.О. Влияние сточных вод на здоровье человека и окружающую среду в Крыму .....	270
Ситникова Ю.Г., Попова А.А. Сточные воды молокоприемных пунктов.....	275
Степанова М.Н., Затаковская М. А., Тягунова Е.С. Огонь в военное время.....	278
Тихомирова Т.И., Хомутов С. А. Влияние вредных выбросов ТЭЦ на атмосферу.....	282
Худайкулиев А. О возможности использования сточных вод и илового осадка для орошения.....	286
Хусаинова Э.Р., Зайнуллин А.М., Хусаинов Р.М. Разложение 2-диазо-4,6-динитрофенола.....	288
Хусаинова Э.Р., Зайнуллин А.М., Хусаинов Р.М. Синтез экологически безопасного иницирующего вещества.....	291
Хусаинова Э.Р., Зайнуллин А.М., Хусаинов Р.М. Неоржавляющий экологически безопасный ударный капсульный состав, не содержащий тяжелых металлы.....	293
Хусаинова Э.Р., Зайнуллин А.М., Хусаинов Р.М. Разложение иницирующего вещества.....	296
Чепенко А. С., Яремчук М.В., Махортов Д.С., Кожушков А.Д., Загороднюк Л. Х. Ландшафтные решения к размещению площадок для мусорных контейнеров.....	297
Чепенко А. С., Яремчук М.В., Махортов Д.С., Кожушков А.Д., Загороднюк Л. Х. Проблемы сортировки мусора в России.....	302

<b>Яремчук М.В., Чепенко А. С., Бандаренко Д.В., Антониук Р.О.</b> <b>Повышение строительно-технических свойств высокопрочного</b> <b>поршкового бетона.....</b>	<b>306</b>
--	------------

**СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНАХ**

<b>Баланьос Фуел Фабрицио, Свергузова С.В., Воронина Ю.С.</b> <b>Экологическое состояние водной системы Эстеро Саладо (Эквадор).....</b>	<b>310</b>
---	------------

<b>Витрищак С.В., Савина Е.Л., Клименко К.В., Клименко А.К.,</b> <b>Зайцев В.И.</b> <b>Теоретико-методологические аспекты изучения феномена</b> <b>маргинальности экологически-депрессивного региона.....</b>	<b>315</b>
--	------------

<b>Гаручава М.Ю., Бондаренко М.А.</b> <b>Эколого-экономические потери и особенности пожаров на объектах с</b> <b>массовым пребыванием людей .....</b>	<b>325</b>
---	------------

<b>Мальцева Е.К., Кирюшина Н.Ю.</b> <b>Охрана минеральных ресурсов и экологические проблемы их</b> <b>использования.....</b>	<b>330</b>
--	------------

<b>Свергузова С.В., Сокену С., Дантонка М.</b> <b>Деградация экосистем республики Бенин.....</b>	<b>333</b>
---	------------

<b>Свергузова С.В., Амуссу Бабила, Луа Делрин Матью, Шайхиев И.Г.</b> <b>Экологические проблемы Бенина.....</b>	<b>336</b>
--	------------

<b>Свергузова С.В., Юстас Б.</b> <b>Загрязнение водных ресурсов в Танзании.....</b>	<b>341</b>
--	------------

<b>Свергузова С.В., Дари Суги Аллахи, Шайхиев И.Г.</b> <b>Экологические проблемы республики Чад.....</b>	<b>345</b>
---	------------

<b>Степанова М.Н., Затаковая М.А., Тягунова Е.С.</b> <b>Анализ пожарной опасности строительных материалов.....</b>	<b>350</b>
---	------------

<b>Эл Ханити М, Алтынников В.С., Кирюшина Н.Ю.</b> <b>Оценка экологической ситуации в Марокко.....</b>	<b>353</b>
---	------------

Научное издание

**БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗАЩИТА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И  
ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Всероссийская научная конференция**

Сборник докладов

Часть II

Ответственные за выпуск:

Сапронова Жанна Ануаровна, Василенко Марина Ивановна

Подписано в печать                      Формат 60x84/16. Усл. печ. л.  
Уч.-изд.л. Тираж 40 экз. Заказ №      . Цена договорная  
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом  
университете им. В.Г. Шухова  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

