

Управление образования г. Пензы

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №59 г. Пензы

Исследование эффективности фильтрующего устройства для очистки сточных вод на основе вторичного сырья



Автор: Курмаева Алина,
ученица 10Б класса

Руководители:
Тихомирова Татьяна Николаевна,
учитель химии МБОУ СОШ №59 г. Пензы,
Куминова Ярослава Вадимовна, заведующая
лабораторией кафедры сертификации и
аналитического контроля НИТУ «МИСиС»

Пенза, 2020

Содержание:

Введение	3
Глава 1. Возможности применения шлаков металлургических производств в качестве фильтрующей загрузки для очистки сточных вод.....	5
Глава 2. Исследование химического состава сточных вод предприятий и водопроводной воды	
2.1 Определение водородного показателя.....	7
2.2 Определение общей жёсткости воды.....	8
2.3 Определение содержания хлоридов.....	9
2.4 Определение содержания железа.....	9
2.5 Определение содержания ванадия.....	10
2.6 Определение общей щёлочности и содержания карбонатов.....	11
2.7 Определение содержания нитратов.....	12
2.8 Органолептический анализ.....	12
Глава 3. Исследование эффективности фильтрующей установки с добавлением металлургического шлака.....	13
Заключение	15
Список использованной литературы	16

Введение

Актуальность. Вода является главной составляющей жизнедеятельности человека. На земном шаре много воды, но чистой пресной воды очень мало. Активное развитие промышленности с каждым годом всё больше усугубляет ситуацию, связанную с загрязнением водоёмов стоками предприятий. Как правило, большая часть отходов производств подвергается очистке, но зачастую, некоторое количество загрязняющих веществ остаётся в стоках, что приводит к постепенному ухудшению экологической ситуации. Для снижения антропогенного воздействия в стоках предприятий химической и нефтехимической промышленности применяются сорбционные технологии глубокой доочистки, в большинстве случаев с использованием активированных углей разных марок. Наряду с эффективностью очистки, данные сорбенты характеризуются высокой стоимостью, достигающей нескольких сот тысяч рублей за тонну. [3] Таким образом, на данный момент сохраняется необходимость постоянного мониторинга состояния стоков предприятий, и по-прежнему **актуальна разработка современных устройств для максимально эффективной очистки вод с использованием новых материалов, которые сделают этот процесс выгодным с экономической точки зрения.**

В настоящее время довольно перспективным направлением в промышленности для очистки сточных вод является использование вторичных сырьевых ресурсов. С каждым годом предприятия в процессе деятельности производят десятки тысяч тонн отходов минерального и органического состава. Эта проблема приобретает все более осязаемый характер. Если раньше предприятию было выгоднее заплатить штраф за утилизацию своих отходов экологическим службам, то теперь тенденции на увеличение штрафов за хранение и переработку производственных отходов возрастают в десятикратном объеме. Предприятиям становится все труднее игнорировать данную проблему. Этот вопрос требует еще и нелегкого практического решения: ведь для складирования отходов нужны отдельные площади немалого размера, обслуживающий персонал, техническое оснащение, при этом необходимо постоянно платить штрафы, так как данные отходы повышают экологическую нагрузку на среду в несколько раз.

Проблема поиска путей утилизации производственных отходов становится все более актуальной. Одним из таких направлений является переработка отходов на самом предприятии в самостоятельный продукт, например сорбент, который возможно использовать либо в цикле производства предприятия, либо осуществлять его открытую продажу.

Цель нашей работы: изучение возможности применения шлака металлургического производства, как вторичного сырьевого ресурса, для очистки сточных вод промышленных предприятий.

В связи с этим были обозначены следующие **задачи исследования:**

1. Изучить возможность применения шлаков металлургических производств в качестве фильтрующей загрузки для очистки сточных вод.
2. Провести химический анализ проб сточных вод предприятий и водопроводной воды г. Пензы.
3. Провести экспериментальное исследование эффективности фильтрующей установки с добавлением металлургического шлака при очистке сточной воды.

Гипотеза: использование вторичных сырьевых ресурсов при очистке сточных вод промышленных предприятий позволит уменьшить негативное техногенное воздействие на окружающую среду.

Предполагаемая новизна: исследованы сорбционные свойства металлургического шлака - отхода производства сталелитейной и горнодобывающей компании ПАО «Северсталь». Ранее не проводились исследования по изучению адсорбирующей способности предоставленного материала.

Практическая значимость: экспериментально доказана возможность применения шлака металлургической компании ПАО «Северсталь» как фильтрующей загрузки для доочистки сточных вод промышленных предприятий. Эффективность фильтрующей установки на основе данного металлургического шлака при очистке сточной воды алюминиевого завода (ГУП ТАЛКО) составила 61%.

Данное исследование также призвано привлечь внимание общественности к проблемам загрязнения окружающей среды сточными водами предприятий и твердыми отходами и инициировать исследовательскую работу в образовательных организациях нашего региона по проблеме переработки производственных и бытовых отходов с целью создания эффективных, экономически доступных устройств для очистки сточных вод предприятий Пензенской области.

Объекты исследования:

- 1) сточная вода предприятий:
 - Surhan Gas Chemical Operating Company (нефтегазовая компания, Узбекистан),
 - Таджикская алюминиевая компания (ГУП ТАЛКО),
- 2) водопроводная вода г. Пензы,
- 3) шлак металлургического производства ПАО «Северсталь».

Все образцы и материалы предоставлены сотрудниками Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Москва).

Исследования были проведены в рамках занятий XI профильной смены Центра выявления и поддержки одаренных детей и молодежи Пензенской области «Ключевский» «Региональной научно-проектной экологической школы по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий», а также в лаборатории ДТ «Кванториум НЭЛ». (Приложение 1.)

Использованные методы: рН-метрия, комплексометрическое титрование, аргентометрический метод, феррометрическое титрование, тест-метод определения нитратов, основанный на электропроводности растворов.

Глава 1. Возможности применения шлаков металлургических производств в качестве фильтрующей загрузки для очистки сточных вод

Эксплуатация предприятий химической и нефтехимической промышленности сопряжена с использованием природной воды и образованием жидких отходов, часть из которых после переработки направляется в цикл повторно, но основное количество потребляемой воды выводится в виде стоков, к которым относятся:

- 1) производственно-дождевые нейтральные сточные воды, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями;
- 2) эмульсионные и химически загрязненные сточные воды, содержащие нефтепродукты, реагенты, сернистые соединения, щелочи, соли и другие органические и неорганические вещества. [3]

Как правило, нормативы по некоторым показателям сточной воды промышленных предприятий отличаются от нормативов по питьевым и хозяйственно-бытовым водам. Например, в сточных водах нефтегазовой промышленности можно встретить определённое содержание фенолов, нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов и т.д. Стоки алюминиевой промышленности могут иметь в своём составе фтористые соли, сульфаты, хлориды, различные масла и др.

Все виды данных веществ, при большой концентрации, могут привести к загрязнению водоёмов, что может повлечь за собой нарушение естественной экосистемы. [8]

Для доочистки сточных вод в настоящее время широкое применение нашли: биологические пруды, химическое или фотохимическое окисление, флотационные методы, сорбционные методы с использованием активных углей и других сорбентов (в том числе и на основе отходов промышленности), а также фильтры с зернистой загрузкой и другие.

Фильтрование применяют для глубокой очистки производственных сточных вод от твердых взвешенных веществ и масел, когда механические, химические и физико-химические методы очистки не дают желаемого эффекта. Степень эффекта осветления на фильтрах определяется требованиями, предъявляемыми к сточным водам, сбрасываемым в водоемы или повторно используемым.

Применение фильтров во многих случаях решает задачу повторного использования сточных вод предприятия.[12] Адсорбция – это практически единственный метод, позволяющий очищать природные и сточные воды от нефтепродуктов и других загрязнителей до любого требуемого уровня без внесения в воду каких-либо вторичных загрязнений.[3]

В качестве фильтрующего материала для фильтров применяют кварцевый речной или карьерный песок, дробленый кварц, антрацит, мрамор, гранит, доломит, магнетит, керамическую крошку, керамзит, горелые породы, гранулированные металлургические шлаки; для очистки сточных вод, содержащих масла, применяют также специальные ткани, стекловату, древесные стружки, опилки; отходы от переработки сельскохозяйственного сырья и другие материалы, многие из которых применяются только в отдельных местностях при достаточном их наличии. В последнее время начали применять загрузку из синтетических материалов: волокна, гранулированные пластмассы, пенополистирол. [12]

Проведя анализ источников по данной теме, можно сделать вывод о том, что применяемые в настоящее время способы очистки сточных вод металлургических производств, содержащие ионы тяжелых металлов, масла, жиры и нефтепродукты, весьма разнообразны и могут в некоторых конкретных случаях обеспечить хорошую очистку от перечисленных

примесей. Но они имеют существенный недостаток – дорогостоящие или сложны в аппаратном оформлении. Используемые сорбенты либо специфичны, либо изначально токсичны. [12]

В настоящее время одним из перспективных и экономически обоснованных направлений в очистке сточных вод является использование адсорбентов, которые являются отходами энергетической, металлургической, нефтехимической, пищевой промышленности и строительства. Существует несколько основных направлений применения отходов производства как адсорбентов:

- сорбционная очистка воды от нефтепродуктов, сюда входит ликвидация разливов нефтепродуктов с водной поверхности, а также доочистка сточной воды промышленных предприятий от остаточных нефтепродуктов;
- сорбционная очистка промышленных сточных вод от ионов тяжёлых металлов. [3]

К первой области относится адсорбенты преимущественно органического происхождения, представляющие из себя отходы предприятий пищевой, нефтехимической, деревообрабатывающей промышленности и агропромышленного комплекса. В научной литературе широко рассмотрена возможность использования таких отходов как шелуха семян [15], лен, стружка, опилки, и даже таких, как отработанные шины [5], синтетические иониты, полиэтилен, отходы кабельной промышленности в качестве адсорбентов для сбора нефтепродуктов с поверхности воды. [11]

Ко второй области использования отходов производства в качестве адсорбентов относится очистка сточной воды от ионов тяжелых металлов. Состав адсорбентов в основном представлен отходами цветной металлургии, теплоэнергетики, реже отходами химической промышленности и агропромышленного комплекса. Отходы металлургической промышленности и теплоэнергетики в основном представлены гидроксидом кальция, магния, алюминия и железа. [3] Также исследованы отходы полипропилена и полиэтилентерефталата, полученных из отходов термопластичных полимеров. Адсорбенты тяжелых металлов также представлены целлюлозосодержащими отходами агропромышленного комплекса. [9]

Определённая часть исследований в очистке сточных вод посвящена изучению сорбционных свойств металлургических шлаков – отходов металлургических предприятий. По сообщению ТАСС 27 апреля 2020 года учёные Южно-Уральского государственного университета (Челябинск) превратили отходы металлургического производства в пористый материал, который может извлекать из сточных вод церий, ценный металл из группы лантаноидов, широко используемый при производстве светодиодов, различных абразивных материалов, катализаторов, высокопрочных сплавов железа и в ряде других областей экономики. Ионы этого металла, как выяснили химики, можно извлекать из окружающей среды практически полностью. Для этого нужно использовать различные пористые материалы из шлака, источником которого служат те же самые металлургические производства. Для этого достаточно измельчить эти отходы и перемешать их с органическим композитным материалом.

Эффективность этого материала ученые проверили на загрязнённых водоемах, которые расположены рядом с металлургическими заводами города Карабаш (Челябинская область), а также на водах Аргазинского водохранилища, главного источника питьевой воды для Челябинска. Эти опыты показали, что новый материал справился с этой задачей, поглотив 98-99% церия и других тяжелых металлов. [16]

В лаборатории кафедры «Инженерные системы зданий и сооружений» Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета были проведены

исследования по изучению химического состава, свойств металлургического шлака Норильского ГМК, а также эффективности его использования в качестве фильтрующей загрузки.

Ученые выяснили, что наибольший эффект очистки достигается при использовании шлака и активированного угля. Поэтому при разработке технологической схемы очистки нефтесодержащих сточных вод рекомендуется доочистку осуществлять на фильтре, загруженном металлическим шлаком и активированным углём. [13]

В стенах Белгородского государственного технологического университета получен и исследован новый сорбент – термолизные ХОЖК1000 (хвосты обогащения железистых кварцитов), Эффективность ХОЖК при очистке сточных вод от нефтепродуктов и масел достигает 97,2 %; по ХПК (химическое потребление кислорода – показатель содержания органических веществ в воде) - 94,6 %; по взвешенным веществам - 99,97 %. В состав ХОЖК входит до 10 % гематита и магнетита и около 72 % кремнезема. [12]

Э.Б. Хоботова и И.В. Грайворонская, сотрудники Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, рассмотрели и обосновали технически ценные свойства металлургического шлака Побужского ферроникелевого комбината (ПФК, Украина) при его использовании в сорбционной очистке сточных вод. Они доказали, что металлургический шлак ПФК проявляет сорбционную активность по отношению к органическим соединениям и может применяться как адсорбент в технологических процессах. [14]

Этими же учеными было обосновано использование металлургических шлаков ОАО Никопольского завода ферросплавов (ОАО НЗФ) и ОАО "АрселорМиттал Кривой Рог" в качестве сорбентов веществ органического происхождения при очистке промышленных сточных вод. [2]

Таким образом, на предприятиях черной и цветной металлургии в настоящее время проводится работа по сокращению и полному исключению сброса в водоемы неочищенных сточных вод, намечены конкретные меры по проектированию и строительству очистных сооружений, расширению исследований в области очистки сточных вод. Однако, несмотря на принимаемые меры, водные ресурсы продолжают загрязняться производственными сточными водами.

Глава 2. Исследование химического состава сточных вод предприятий и водопроводной воды

Нами был проведён химический анализ 4 проб воды:

- пробы № 1 и № 2 – сточные воды нефтегазового предприятия Surhan Gas Chemical Operating Company (Узбекистан) с разных циклов производства,
- проба № 3 – сточная вода Таджикской алюминиевой компании (ГУП ТАЛКО),
- проба № 4 – водопроводная вода г. Пензы в качестве образца сравнения.

Представленные образцы сточных вод №1, №2 и №3 – это стоки, которые прошли очистку на соответствующих очистных сооружениях на данных предприятиях и относятся к нормативно-очищенным сточным водам.

В процессе исследования образцы были проанализированы по нескольким показателям.

2.1. Определение водородного показателя (рН):

Использовался метод рН-метрии. Анализ проводился с помощью рН-метра ДЕКО. (Приложение 1.) Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения водородного показателя в исследуемых образцах.

Значение водородного показателя, ед. рН				ПДК
проба № 1	проба № 2	проба № 3	проба № 4	
7,7	6,8	7,87	6,8	6,5-8,5

Проанализировав значения водородного показателя, можно сделать вывод, что отклонений от установленного диапазона значений рН нет ни в одной пробе. Среда исследуемых образцов близка к нейтральной.

2.2. Определение общей жёсткости воды (ОЖВ)

ОЖВ – это суммарное содержание растворимых солей кальция и магния.

Использование и употребление воды с повышенной жёсткостью приводит к неблагоприятным последствиям. Это может привести к ухудшению функционирования желудка, накоплению солей в организме, а также к заболеваниям суставов.

Используемый метод – комплексометрическое титрование.

Порядок выполнения:

- 1) отбираем аликвоту 25 мл от исследуемого раствора;
- 2) добавляем 5 мл аммиачного буферного раствора (раствор гидроксида аммония $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и хлорида аммония NH_4Cl);
- 3) добавляем индикатор Эриохром черный Т.4. Проводим титрование раствором Трилона Б (конц. – 0,025 N) до перехода от винно-красной окраски к темно-синей. (Приложение 1.)

Используя объём раствора Трилона Б, затраченного на проведение реакции, рассчитываем ОЖВ по следующей формуле:

$$\frac{V_{\text{ср}} \cdot N \cdot 1000}{V_a}, \text{ где } V_{\text{ср}} - \text{объём раствора, затраченного на проведение реакции (мл),}$$

N – концентрация (моль/л),

V_a – объём аликвоты (мл).

Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Общая жесткость воды исследуемых образцов.

Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4
375 ppm	325 ppm	205 ppm	160 ppm

Согласно Санитарным нормам и правилам за номером СанПиН 2.1.4.1074-01 предельно допустимая концентрация для питьевой воды равна 7 мг-экв/л. или 350 ppm. Исходя из этого требования вода пробы №1 может быть использована только для технических нужд.

Таблица 3. Классификация воды по жесткости.

Частей на миллион, ppm	Степень жесткости
0 - 70	Очень мягкая вода
70 - 140	Мягкая вода

140 - 210	Вода средней жесткости
210 - 320	Довольно жесткая вода
320 - 530	Очень жесткая вода

Анализируя данные таблицы 3, мы можем сделать вывод, что образцы воды проб № 1 и 2 можно отнести к категории «жесткая вода». Пробы № 3 относятся к воде средней жесткости, а вода под № 4 – более мягкая. Такое различие в результатах обусловлено тем, что образцы 1-3 относятся к категории промышленных сточных вод, а образец 4 – бытовая вода из городской системы водоснабжения, поэтому степень ее очистки от солей кальция и магния выше, чем у промышленных.

2.3. Определение хлоридов

Повышенное содержание хлоридов в организме может привести к раздражению слизистой оболочки глаз, дыхательных путей, кожных покровов.

Использовали argentометрический метод титрования.

Порядок проведения:

- 1) отбираем аликвоту 5 мл пробы с помощью градуированной пипетки;
- 2) добавляем 2 капли 5%-ного раствора хромата калия K_2CrO_4 ;
- 3) проводим титрование раствором нитрата серебра ($AgNO_3$, $c=0,02$ моль/л) до исчезновения желтой окраски и появления желто-оранжевой окраски.

Расчёты проводим по следующей формуле:

$$\frac{35,45 \cdot V_{cp} \cdot M \cdot 1000}{V_a}$$

где V_{cp} – объём раствора, затраченного на проведение реакции (мл),

M – молярная масса (моль),

V_a – объём аликвоты (мл).

Результаты анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4. Исследование образцов воды на содержание хлоридов.

Концентрация хлорид-ионов				ПДК
проба № 1	проба № 2	проба № 3	проба № 4	
326,14 мг/л	879 мг/л	1162 мг/л	397 мг/л	350 мг/л

В пределах допустимой концентрации хлорид-ионов находится проба под №1. Небольшое превышение можно наблюдать в пробе №4. В образцах сточных вод №2 и 3 имеется значительное превышение концентрации хлоридов.

2.4. Определение содержания железа

Методика проведения.

- 1) В пробирку отбираем 3 мл образца.
- 2) Добавляем несколько кристаллов пероксодисульфата аммония $(NH_4)_2S_2O_8$.
- 3) Добавляем 2 мл соляной кислоты (HCl) концентрированной.
- 4) Добавляем 1 мл 50%-ного раствора роданида аммония (NH_4SCN) . (Приложение 1.)

При нахождении ионов железа в образцах воды будет образовываться характерная окраска, в зависимости от интенсивности которой можно определить концентрацию железа (таблица 5).

Таблица 5. Качественная и приблизительная количественная оценка содержания железа в воде

Окраска раствора при рассмотрении сбоку	Окраска раствора при рассмотрении сверху вниз	Массовая концентрация железа, мг/л
Окраска отсутствует	Окраска отсутствует	< 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабое желтовато-розовое	0,1
Очень слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	0,25
Слабое желтовато-розовое	Светло-желтовато-розовое	0,5
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1,0
Сильно желтовато-розовое	Желтовато-розовое	2,0
Светло-желтовато-красное	Ярко-красное	>2,0

Результаты анализа приведены в таблице 6.

Таблица 6. Содержание катионов железа в исследуемых образцах.

Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	ПДК
2,0 мг/л	0,5 мг/л	0,5 мг/л	0,5 мг/л	0,3 мг/л

Исходя из данных таблицы, мы можем сделать вывод, что во всех 4 образцах есть превышение по данному показателю. Более того, наибольшую концентрацию ионов железа мы можем наблюдать в пробе № 1.

2.5. Определение содержания ванадия

Ванадий относится к категории тяжёлых металлов. Несмотря на то, что он играет важную роль в осуществлении различных процессов жизнедеятельности организма, превышение его концентрации может привести к воспалению слизистых оболочек и кожи, верхних дыхательных путей.

Метод – феррометрическое титрование.

Порядок проведения:

- 1) Отбираем аликвоту 5 мл исследуемых образцов.
- 2) Добавляем по 10 мл 20%-ной серной кислоты H_2SO_4 и концентрированной фосфорной кислоты H_3PO_4
- 3) Добавляем индикатор – фенилантраниловую кислоту (2% р-р) - 2 капли
- 4) Проводим титрование раствором Соли Мора ($FeSO_4 (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$, $c=0,025$ г-экв/л) до перехода фиолетовой окраски в зеленую.

Расчётная формула:

$$\frac{N_{\text{соли Мора}} \cdot V_{\text{ср}} \cdot \Delta V}{V_a \cdot 1000},$$

где $V_{\text{ср}}$ – объём раствора, затраченного на проведение реакции (мл),

$N_{\text{соли Мора}}$ – концентрация (моль/л),

$V_{\text{а}}$ – объём аликвоты (мл),

Э_{V} – эквивалент ванадия.

Результаты анализа приведены в таблице 7.

Таблица 7. Содержание катионов ванадия в исследуемых образцах.

Концентрация катионов ванадия				ПДК
проба № 1	проба № 2	проба № 3	проба № 4	
0,00015 мг/л	0,00004 мг/л	0,00006 мг/л	0,0002 мг/л	0,1 мг/л

По данным таблицы можно сделать вывод, что ни в одном из образцов нет превышения по данному показателю.

2.6. Определение общей щёлочности и карбонатов (содержание гидрокарбонат-, карбонат- и гидроксид-ионов)

Порядок проведения:

- 1) Отбираем аликвоту 5 мл с использованием градуированной пипетки.
- 2) Добавляем 2 капли индикатора метилоранж.
- 3) Проводим титрование раствором соляной кислоты (HCl) с молярной концентрацией 0,01 моль/л до перехода из желтой окраски в оранжевую.

По результатам титрования, мы можем рассчитать щёлочность по данной формуле:

$$\frac{V_{\text{ср}} * M * 1000}{V_{\text{а}}}$$

где $V_{\text{ср}}$ – объём раствора, затраченного на проведение реакции (мл),

M – количество вещества (моль/л),

$V_{\text{а}}$ – объём аликвоты (мл).

Результаты анализа можно увидеть в таблице 8.

Таблица 8. Определение общей щёлочности в образцах

Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4
5,4 моль/л	5 моль/л	3 моль/л	8,2 моль/л

Зная показатель щёлочности, мы можем рассчитать концентрацию карбонатов по следующей формуле:

$$\text{Общ. щёлочность} * 60 \text{ мг/л}$$

Показатели содержания карбонатов приведены в таблице 9.

Таблица 9. Содержание карбонатов и гидрокарбонатов в исследованных образцах

Концентрация карбонат- и гидрокарбонат-ионов				ПДК
проба № 1	проба № 2	проба № 3	проба № 4	
324 мг/л	300 мг/л	180 мг/л	492 мг/л	400 мг/л

Мы можем сделать вывод, что в образцах № 1,2,3 нет превышения по показателю карбонатов. В пробе № 4 можно обнаружить достаточно значительное превышение по данному показателю.

2.7. Определение нитратов

К нитратам относятся неорганические соли азотной кислоты и ее сложные эфиры. Превышение концентрации нитратов в природных объектах опасно для человека, поскольку, попадая в организм они подвергаются окислению до нитрит-ионов, которые вступают в реакции азосочетания с образованием нитрозаминов, которые являются сильными канцерогенами.

Определение концентрации нитратов осуществлялось с помощью нитрат-тестера Soeks, принцип работы которого основан на измерении электропроводности водных растворов. (Приложение 2.) Результаты измерений приведены в таблице 10.

Таблица 10. Содержание нитрат-ионов в образцах

Содержание нитрат-ионов				ПДК
проба № 1	проба № 2	проба № 3	проба № 4	
<10 мг/л	<10 мг/л	<10 мг/л	<10 мг/л	45 мг/л

По результатам измерений можно сделать вывод, что превышений по нитратам ни в одной из проб не наблюдается.

2.8 Органолептический анализ

Также, был проведён органолептический анализ воды: установление характера и интенсивности запаха.

Таблица 11. Интенсивность запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о качестве воды	3
Отчётливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от употребления	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Во всех образцах, по мимо № 3, запаха не было обнаружено. В пробе № 3 можно было заметить небольшой запах дезинфицирующих средств (хлорный запах), по шкале интенсивности запаха - значение 1.

Выводы:

В водопроводной воде города Пензы есть незначительное превышение ПДК по содержанию катионов железа и карбонатов. По остальным показателям она соответствует нормативам питьевой воды и воды для хозяйственно-бытовых нужд.

Исследованные пробы сточных вод предприятий соответствуют критериям вод для технических нужд. Превышение можно наблюдать по ОЖВ (проба №1), по хлоридам (пробы №2, №3), железу (значительно в пробе №1).

Глава 3. Исследование эффективности фильтрующей установки с добавлением металлургического шлака

Для создания фильтрующей установки в качестве одного из сорбента был использован шлак – отход металлургического производства ПАО «Северсталь», образец которого предоставлен преподавателем Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Москва) Куминовой Ярославой Вадимовной. (Приложение 2.)

Публичное акционерное общество «Северсталь» - российская вертикально интегрированная сталелитейная и горнодобывающая компания, владеющая Череповецким металлургическим комбинатом (Вологодская область), вторым по величине сталелитейным комбинатом России.

Ранее не проводились исследования по изучению адсорбирующих свойств предоставленного материала.

Также для создания фильтра были использован активированный уголь и смесь ионообменных смол (катионит КУ-1, катионит КУ-2, анионит 500, анионит АЧ 2Ф 1мм).

Соотношение всех веществ, используемых в фильтре, можно увидеть на диаграмме 1.

Диаграмма 1. Соотношение компонентов фильтра



После создания экспериментальной установки, она была протестирована на пробе сточной воды №3. (Приложение 2.) Затем, был проведён повторных анализ образца для того, чтобы установить эффективность фильтрующего устройства.

Результаты анализа приведены в таблице 12.

Таблица 12. Сравнение показателей пробы воды №3 до и после доочистки

Показатель	рН	ОЖВ	Общ. щёлочность	Хлориды	Железо	Карбонаты	Ванадий	Нитраты
До фильтрования	7,87	205 ppm	3 моль/л	1162 мг/л	0,5 мг/л	180,0 мг/л	0,00006 мг/л	<10 мг/л
После доочистки фильтром с металлургическим шлаком	7,00	125 ppm	1,87 моль/л	551,6 мг/л	0	112,2 мг/л	0,00002 мг/л	<10 мг/л
Эффект очистки, %	-	61,0%	62,3%	47,5%	100%	62,3%	33,3%	-

Выводы. Применение фильтрующей установки с добавлением металлического шлака для доочистки пробы №3 позволило получить следующие результаты:

- 1) уровень рН приблизился к нейтральному;
- 2) уменьшился показатель жёсткости в 1,64 раза, вода стала мягкой;
- 3) уровень общей щёлочности снизился в 1,6 раз;
- 4) концентрация хлорид-анионов уменьшилась в 2,1 раза;
- 5) вода полностью очистилась от примесей катионов железа;
- 6) количество карбонатов уменьшилось в 1,6 раз;
- 7) количество ионов ванадия стало меньше в 3 раза;
- 8) содержание нитрат-ионов осталось на прежнем уровне – менее 10 мг/л.

Таблица 13. Сравнение показателей пробы воды №3 после доочистки и пробы водопроводной воды №4

Показатель	рН	ОЖВ	Общ. щёлочность	Хлориды	Железо	Карбонаты	Ванадий	Нитраты
Проба №3 сточная вода после доочистки	7,00	125 ppm	1,87 моль/л	551,6 мг/л	0	112,2 мг/л	0,00002 мг/л	<10 мг/л
Проба №4 водопроводная вода	6,8	160 ppm	8,2 моль/л	397 мг/л	0,5 мг/л	492 мг/л	0,00002 мг/л	<10 мг/л
ПДК	6,5- 8,5	350 ppm	-	350 мг/л	0,3 мг/л	400 мг/л	0,1 мг/л	45 мг/л

Проанализировав данные исследования, можно сделать следующие **выводы**:

- 1) Пропускание сточной воды через фильтр, одним из компонентов которого является металлургический шлак, улучшает её качество.
- 2) После доочистки большинство исследуемых показателей в пробе №3 стали соответствовать параметрам питьевой воды и воды для хозяйственно-бытовых нужд.
- 3) Превышение ПДК по-прежнему сохранилось по содержанию хлорид-ионов, хотя этот же показатель превышает ПДК и в водопроводной воде г. Пензы.
- 4) По нескольким критериям – ОЖВ, общей щёлочности, содержанию железа и карбонатов, проба №3 после доочистки более качественная и чистая, чем водопроводная вода.

Заключение

В результате нашего исследования мы убедились, что сточные воды промышленных предприятий могут быть использованы в основном для технических целей и требуют доочистки, так методы очистки сточных вод на предприятиях не совсем эффективны.

Из-за ограниченного объёма исследуемых образцов нам не удалось провести сравнительный анализ эффективности фильтра на основе вторичного сырьевого ресурса на пробах воды №1 и №2 нефтегазовой компании. Но результаты эксперимента с пробой №3 – сточной водой алюминиевого завода, демонстрируют возможность применения шлаков металлургических предприятий в системах доочистки воды.

Безусловно, активированный уголь обладает более высокими адсорбционными свойствами, что показано в исследованиях Т.И. Халтуриной. Что касается других распространенных фильтрующих загрузок доказано, что сорбционные свойства песка ниже, чем у металлургического шлака, а способность к фильтрации керамзита незначительно превышает сорбционные свойства металлургического шлака. Но учитывая, что металлургический шлак является отходом производства и имеется в значительном количестве на предприятиях, целесообразность применения его в качестве фильтрующей загрузки экономически обоснована.

Таким образом, в ходе нашего исследования доказано, что использование вторичных сырьевых ресурсов как фильтрующей загрузки в промышленных системах очистки воды позволит решить экологические проблемы загрязнения окружающей среды сточными водами промышленных предприятий и твёрдыми отходами.

В дальнейшем, планируется более углубленное исследование вторичного сырьевого ресурса (шлака) и его сорбционных способностей для улучшения выходных показателей разработанного фильтрующего устройства, а также изучение и поиск вторичных сырьевых ресурсов для создания эффективных и доступных по стоимости систем очистки промышленных сточных вод в нашем регионе.

Список использованной литературы

1. Айнштейн, В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник: в 2 кн. Кн. 2. / –М.: Университетская книга; Логос; Физ-маткнига, 2006. –872с.
2. Грайворонская И.В., Хоботова Э. Б. Эколого-химическая оценка сорбционных свойств металлургических шлаков [Электронный ресурс] // <https://www.ecology-kalvis.ru/jour/article/view/68>
3. Голубчиков М.А. Очистка сточных вод от нефтепродуктов модифицированными адсорбентами на основе карбонатного шлама [Электронный ресурс] // www.kstu.ru/servlet/contentblob
4. Жуков А.И., Карпухина Р.И. Доочистка мазутосодержащих сточных вод // Химия и технология воды. –1991. –Т.13. –№10.–С.19–21
5. Передерий, М.А., Цодиков М.В., Малиников И.Н., Кураков Ю.И. Углеродные адсорбенты из отходов утилизации шин // Химия твердого топлива. –2011. –№2. –С.37–44.
6. Пономарев, В.Г. Очистка сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов // «Вода: Экология и технология»: тез. докл. –М, 2000. –С.56–59.
7. Роев, Г.А., Юфин Г.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – М.: Недра, 1987.–222с.
8. Семёнова Е.И., Бублиенко Н.А., Шилофост Т.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод// Вестник Витебского государственного университета. ISSN: 2079-7958, №2 (27), 2014 г.
9. Собгайда, Н.А., Макарова Ю.А., Ольшанская Л.Н.. Сорбционные свойства фильтров, изготовленных из отходов агропромышленного комплекса // Вестник ХНАД. –2011. –№52. –С.115–119.
10. Соболев И.В., Родионова Л.Я. Возможность использования ионообменных смол для очистки гидратопектинов// УНК 664.8/9
11. Стрелетов И.В., Москвичева Е.В. Использование отходов полимерных материалов для очистки сточных вод от нефтяных загрязнений [Электронный ресурс] // Интернет-вестник ВолГАСУ. –2006. –№1 (1). <http://vestnik.vgasu.ru/attachments/strepetov.pdf>
12. Тарасова Г.И., Грачева Е.О., Шайхиев И.Г. Исследование сорбционно-фильтрационной очистки нефтесодержащих сточных вод с помощью модифицированных отходов Горно-обогатительных комбинатов // Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №17
13. Халтурина Т.И. О возможности применения гранулированного шлака металлургического производства в качестве фильтрующей загрузки для доочистки нефтесодержащих сточных вод // Вестник ИрГТУ ISSN 1814-3520 №5 (112) 2016
14. Хоботова Э.Б., Грайворонская И.В. Вторичное использование металлургических шлаков в качестве сорбентов при очистке сточных вод // «Руда и металлы», Черные металлы, 2019. – №7
15. Чикина, Н.С., Мухамедшин А.В., Зенитова Л.А.. Применение адсорбента на основе пенополиуретана и шелухи гречихи для снижения экологической нагрузки на водных акваториях // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2008. –№ 10. –С. 31–38.
16. <https://nauka.tass.ru/nauka/8345999> «Шлак превратили в поглотитель тяжёлых металлов» ТАСС НАУКА, 27.04.2020 г.



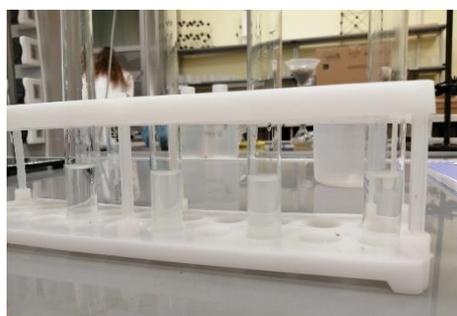
рН-метрия исследуемых образцов воды.



Курмаева Алина. Исследование химического состава проб воды.



Эксперимент по определению ОЖВ в пробах



Эксперимент по определению содержания железа.



Определение содержания нитратов в пробах воды



На фото: Куминова Ярослава Вадимовна (справа) объясняет методику проведения титрования



Ионообменные смолы, один из компонентов фильтровальной установки для доочистки воды



Макет фильтровальной установки на основе металлургического шлака



Фильтровальная установка готова к работе

РЕЦЕНЗИЯ
на работу ученицы 10 класса Курмаевой Алины

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА
ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА»**

Научное исследование А. Курмаевой посвящено актуальной проблеме изучения возможности применения вторичных сырьевых ресурсов как фильтрующих загрузок в системах очистки сточных вод предприятий, что показано во введении. Здесь же четко сформулированы цель и задачи исследования. Первая глава состоит из обзора литературы по способам очистки сточных вод предприятий, видам вторичных сырьевых ресурсов, используемых в очистительных устройствах и новейшим исследованиям в области сорбционных способностей металлургических шлаков и возможностей их использования для доочистки сточных вод предприятий от примесей. Во второй главе изложена методика и результаты исследования проб воды по химическому составу, в последней главе описан эксперимент по изучению эффективности фильтра на основе вторичного сырьевого ресурса, сделаны выводы и заключение.

В ходе работы был проведен химический анализ трёх проб сточных вод промышленных предприятий и водопроводной воды г. Пензы как образца сравнения по восьми показателям с целью установления степени очистки исследуемых проб воды и соответствия данных образцов их назначению (питьевая вода, вода для хозяйственно-бытовых нужд, техническая вода). Далее был проведен эксперимент по изучению сорбционных свойств шлака одного из крупнейших горно-металлургических комбинатов России ПАО «Северсталь» на примере одной из проб сточных вод промышленного производства.

В ходе исследования фильтрование пробы сточной воды с использованием фильтра на основе металлургического шлака показало повышение степени очистки воды по шести показателям из восьми исследуемых критериев. Автор, по-видимому, делает правильный вывод об экономической целесообразности применения шлака в системах доочистки воды с целью уменьшения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Работа А. Курмаевой выполнена на высоком уровне, соответствующе оформлена и заслуживает достойной оценки.

Рецензент:

Тихомирова Т.Н.,
учитель химии МБОУ СОШ №59 г. Пензы



Директор школы _____ Орлова И.Н.

