

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А.Байконурова

Кафедра химических процессов и промышленной экологии

УДК

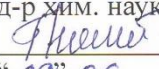
На правах рукописи

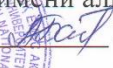
Галиева Айзада Ерлановна

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

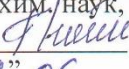
На соискание академической степени магистра

Название диссертации	<u>Новые реагенты для очистки оборотной воды</u> <u>промышленных предприятий</u>
Направление подготовки	<u>7M07110 – Химические процессы и производство</u> <u>химических материалов</u>

Научный руководитель,
д-р хим. наук, профессор
 Бойко Г.И.
«09» 06 2023 г.

к.т.н., старший преподаватель кафедры
физической химии, катализа и нефтехимии
КазНУ имени аль-Фараби
 Батырбаева А.А.
2023 г.



Нормоконтроль,
д-р хим. наук, профессор
 Бойко Г.И.
«09» 06 2023 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующая кафедрой ХПиПЭ
канд. техн. наук, доцент
 Кубекова Ш.Н.
«09» 06 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра химических процессов и промышленной экологии

7М07110 – Химические процессы и производство химических материалов



УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой ХПиПЭ
кандидат технических наук,
доцент

Кубекова Ш.Н.
2023 г.

ЗАДАНИЕ на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Галиевой Айзаде Ерлановне

Тема: Новые реагенты для очистки оборотной воды промышленных предприятий

Утверждена приказом Ректора Университета №1759-м от "29" октября 2021г.

Срок сдачи завершённой работы «11» 05 2023 года.

Исходные данные магистерской диссертации: Очищенная оборотная вода, коагулянт полиоксихлорид алюминия.

Перечень вопросов, рассматриваемых в магистерской диссертации:

а) Рассмотреть методы очистки оборотной воды;

б) Анализировать полиоксихлоридов алюминия на основе активированных сплавов алюминия

в) Анализировать полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава Раи-98,5

г) Подытожить все проведенные эксперименты на оборотную воду и определить оптимальную дозировку подачи реагента.

Перечень графического материала, (темы презентационных слайдов): демонстрационный материал с результатами исследований представлен на слайдах.

Рекомендуемая основная литература:

1. Arcadio P. Sincero, Gregoria A. Sincero. Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater. CRC press, 2022

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень рассматриваемых вопросов	Сроки оказания научному руководителю и консультантам	Примечание
Введение	16.01.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Литературный обзор	28.02.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Экспериментальная часть	24.04.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Заключение	05.05.2023	<i>Г.И. Бойко</i>

Подписи

консультанта и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию
с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, (ФИО, ученая степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Введение	д-р хим. наук, профессор Бойко Г.И.	16.01.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Аналитический обзор литературы		28.02.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Экспериментальная часть		24.04.2023	<i>Г.И. Бойко</i>
Нормоконтролер		09.06.2023	<i>Г.И. Бойко</i>

Научный руководитель

Г.И. Бойко

Бойко Г.И.

Магистрант, получивший задание на выполнение

А.Е. Галиева

Галиева А.Е.

День

" 29 " 10 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация состоит из 43 страниц, 13 рисунков, 11 таблиц и литературных источников.

Целью работы является анализ и разработка методов очистки оборотной воды, для увеличения срока использования производственных вод и сокращения подпитки свежей воды с реки Жайық с использованием в качестве коагулянтов полиоксихлоридов алюминия на основе многокомпонентных активированных сплавов алюминия.

Своевременная и эффективная очистка поверхностных, сточных и оборотных вод от природных и антропогенных загрязнителей является основной экологической задачей, а также это задача стоит и перед производственным персоналом. Для решения части проблем в этой сфере коагуляция является одним из эффективных методов химической обработки воды с целью ее очистки.

Теоретически обоснована и экспериментально доказана эффективность коагулянта полиоксихлорида алюминия, синтезированного на основе активированного сплава алюминия Раи-98,5, для очистки проб воды р. Жайык и оборотной воды блока очистки воды с установки производства.

Разработаны эффективные технологии очистки природной и оборотной вод реагентами активированного алюминия, повышающие их качество до требований, установленных нормативными документами к питьевой воде и оборотной для использования в технологических циклах, системах оборотного водоснабжения. Эффективность очистки воды хозяйственно-питьевого назначения достигает 90 - 99%.

В работе представлены данные по основным характеристикам проб воды из реки Жайык (Урал) и оборотная вода с БОВ-1, БОВ- 2 производства глубокой переработки нефти, а также оценке эффективности синтезированного полиоксихлорида алюминия для снижения мутности, солей жесткости.

На основании технологической (принципиальной) схемы описано все основные оборудования для очистки оборотной воды от минеральных солей, предложено дополнительная установка на линию свежей воды после реагентной обработки. Рассчитано затраты на реагент и эффективность обработки реагентом ПОХА.

Выявлено, что комбинированное действие коагулянта полиоксихлорида алюминия с процессом фильтрования позволяет при дозировке 0,1г/т снизить мутность с 33,95 FNU до 1,49 FNU при рН исследуемых вод 6,0-8,5, что является допустимым для питьевой воды по санитарным нормам.

Для природной воды мутность снижается на 97,61%, для оборотной воды эффективность очистки достигает 97,4%. Расход реагентов 1,3г/т и 184,6/г/т соответственно.

АНДАТПА

Магистрлік диссертация 46 беттен, бөлімдерден, суреттерден, кестелерден, әдебиет көздерінен тұрады.

Жұмыстың мақсаты: Коагулянттар ретінде көпкомпонентті активтендірілген алюминий қорытпаларын пайдалана отырып, Жайық өзенінің тұщы суының қайта толтырылуын азайту және өндірістік судың қызмет ету мерзімін арттыру үшін қайталама суды тазарту әдістерін талдау және әзірлеу.

Табиғи және антропогендік ластаушы заттардан жер үсті, ағынды және қайта өңделген суларды уақтылы және тиімді тазарту негізгі экологиялық міндет болып табылады және бұл міндетті өндірістік қызметкерлер де күтіп тұр. Осы саладағы кейбір мәселелерді шешу үшін коагуляция суды тазарту мақсатында химиялық тазартудың тиімді әдістерінің бірі болып табылады.

Rau -98,5 активтендірілген алюминий қорытпасы негізінде синтезделген алюминий полиоксихлоридті коагулянттың өзеннен су үлгілерін тазарту үшін тиімділігі теориялық негізделіп, тәжірибе жүзінде дәлелденді. Өндірістік цехтан су тазарту қондырғысының айналмалы суы және Жайық өзені суы.

Табиғи және кәдеге жаратылған суларды белсендірілген алюминий реагенттерімен тазартудың тиімді технологиялары әзірленді, олардың сапасын ауыз суға және технологиялық циклдерде, қайталама сумен жабдықтау жүйелерінде пайдалану үшін қайталама суға қойылатын нормативтік құжаттарда белгіленген талаптарға дейін жақсартады.

Тұрмыстық және ауыз суды тазарту тиімділігі 90 - 99% жетеді. Жұмыста Жайық өзенінің (Жайық) су сынамаларының және мұнайды терең өңдеу өндірісінің БОВ-1, 2 қайта өңделген су сынамаларының негізгі сипаттамалары туралы мәліметтер берілген, сонымен қатар синтезделген алюминий полиоксихлоридінің тиімділігін төмендетуге баға берілген. лайлылық және қаттылық тұздары. Алюминий полиоксихлоридінің коагулянтының фильтрация процесімен біріккен әрекеті 0,1 г/т дозада зерттелетін сулардың рН 6,0-8,5 кезінде лайлануды 33,95 FNU-ден 1,49 FNU-ға дейін төмендетуге мүмкіндік беретіні анықталды. санитарлық нормаларға сәйкес ауыз суға жарамды. Табиғи су үшін лайлылық 97,61%-ға төмендейді, қайта өңделген су үшін тазарту тиімділігі 97,4%-ға жетеді. Реагенттер шығыны сәйкесінше 1,3 г/т және 184,6/г/т.

ABSTRACT

Master's thesis consists of 46 pages, sections, figures, tables, literature sources.

The purpose of the work: Analysis and development of methods for treating recycled water to increase the life of industrial water and reduce the recharge of fresh water from the Zhaiyk River using multicomponent activated aluminum alloys as coagulants.

Timely and effective treatment of surface, waste and recycled waters from natural and anthropogenic pollutants is the main environmental task, and this task is also faced by production personnel. To solve some of the problems in this area, coagulation is one of the effective methods of chemical water treatment in order to purify it.

Theoretically substantiated and experimentally proved the effectiveness of aluminum polyoxychloride coagulant synthesized on the basis of activated aluminum alloy Rau-98.5 for purification of water samples from the river. Zhaiyk and circulating water of the water purification unit from the production plant.

Efficient technologies for the purification of natural and recycled waters with activated aluminum reagents have been developed, improving their quality to the requirements established by regulatory documents for drinking water and recycled water for use in technological cycles, recycled water supply systems.

The efficiency of water purification for domestic and drinking purposes reaches 90 - 99%. The paper presents data on the main characteristics of water samples from the Zhaiyk River (Ural) and recycled water from BWT-1, 2 of the production of deep oil refining, as well as an assessment of the effectiveness of the synthesized aluminum polyoxychloride to reduce turbidity and hardness salts. It was found that the combined action of the aluminum polyoxychloride coagulant with the filtration process allows, at a dosage of 0.1 g / t, to reduce turbidity from 33.95 FNU to 1.49 FNU at a pH of the studied waters of 6.0-8.5, which is acceptable for drinking water according to sanitary standards.

For natural water, turbidity is reduced by 97.61%, for recycled water, the purification efficiency reaches 97.4%. The consumption of reagents is 1.3 g/t and 184.6/g/t, respectively.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Литературный обзор

1.1 Значение водоподготовки для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности

1.2 Водоочистка для промышленности

1.3 Общее сведение объектов водоснабжения и водоотведения промышленности. Технологическое назначение

1.4 Краткое описание технологической карты и схемы установки Водозабор

1.5 Установка водоочистки производства глубокой переработки нефти ТОО «Атырауского НПЗ»

1.6 Назначение оборудовании процесс водоочистки производства глубокой переработки нефти ТОО «АНПЗ»

1.7 Описание технологического процесса производства умягченной воды

1.8 Описание технологической схемы водоочистки производства глубокой переработки нефти

2. Экспериментальная часть

2.1 Объекты исследования

2.2 Синтез полиоксихлоридов алюминия на основе активированных сплавов алюминия

2.3 Обработка воды полиоксихлоридами алюминия

2.4 Исследование физико-химических свойств воды

2.5 Результаты и их обсуждение

2.6 Рентгенофазовый анализ изготовленного образцов активированного сплава алюминия Rau-98,5

2.7 Синтез полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава Rau-98,5.

2.8 ИК-спектральный анализ полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава Rau-98,5

2.9 Установка дополнительного фильтра.

2.10 Расчет затрат на реагенты для производства 1кг ПОХА

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Нефтеперерабатывающая отрасль и нефтехимическая деятельность является важной составляющей экономики независимого Казахстана. В данной отрасли регулярно улучшаются методы и технологии, в начале 2000-х было принято строить нефтехимические комплексы и модернизировать НПЗ РК. При модернизации нефтепереработки и нефтехимии системы водоподготовки играют немаловажную роль. Очистка воды в нетехнической промышленности необходима для качественного протекания всех технологических процессов [1]. Воду, взятую из источников, необходимо обрабатывать, чтобы избавиться от минералов и загрязняющих веществ, которые в противном случае могли бы нанести значительный ущерб оборудованию. Самое важное, что следует помнить при работе с технологической водой, — это принимать меры по удалению загрязняющих веществ перед использованием воды. Чтобы убедиться, что большинство или все загрязняющие вещества удалены, качество воды следует проверять до и после обработки [1-3].

Вода в нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах расходуется в больших объемах. Очищенная вода используется для промывки, охлаждения оборудования, а также для избавления от сточных промышленных вод и т.д. Состав воды, для технологических нужд в нефтехимии и нефтепереработке, серьезно воздействует на качество конечного продукта, а также состояние и срок службы технологического оборудования.

Принимая во внимание нехватку водных ресурсов, серьезное загрязнение окружающей среды и все более строгие стандарты сброса сточных вод в водоемы, исследования по разработке способов очистки и утилизации природных и сточных вод, являются важными и актуальными.

Актуальной проблемой является снижение расхода природной воды на производственные нужды, замена природной воды для подпитки оборотных систем водоснабжения на альтернативные источники водоснабжения. При замене природной воды для подпитки оборотных систем водоснабжения используются промышленные биологически очищенные сточные воды с относительно постоянной характеристикой загрязнений [1]. Согласно [1] на многих предприятиях химической и нефтехимической промышленности в биологически очищенных сточных водах, величина ХПК достигает 150-200 г O_2/m^3 а солесодержание превышает 2500 г/ m^3 .

Большой объем воды на промышленных предприятиях используется для охлаждения технологического оборудования. Отмечается [Шабалин А.Ф. Оборотное водоснабжение промышленных предприятий, М.: 1972], что охлаждающая вода в системах испарительного типа после использования загрязняется незначительно, а лишь нагревается, вследствие чего оказывается экономически целесообразным такую воду охлаждать и подавать снова для использования на том же объекте. В этой связи основную роль в водоснабжении предприятий играют системы оборотного водоснабжения.

При охлаждении оборотной воды за счет испарения и подпитки не деминерализованной водой свойства оборотной воды изменяются, в системе повышается концентрации солей. Поддержание качества воды в оборотных системах является важным фактором оптимального режима работы, который влияет на эффективность работы теплообменных устройств.

Целью работы является создание новых реагентов для очистки оборотной воды, экспериментальное доказательство эффективности коагулянта полиоксихлорида алюминия, на основе активированного сплава алюминия Rau-98.5, на природной воде реки Жайык и оборотной воды с блока оборотной воды с производства глубокой переработки нефти.

1. Литературный обзор

1.1 Значение водоподготовки для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности

1.2. Водоочистка для промышленности

Очищенные воды в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности условно разбивается на основные следующие группы:

- Питьевая вода или хоз-питьевая вода, бытовые воды
- Деминерализованная вода
- Технологическая вода (производственная вода)/ Обратная вода
- Противопожарного водоснабжения

И расходуется воды на общем коллекторе как:

- Производственно – дождевые стоки
- Производственные стоки и химически загрязненные воды
- Хозбытовые стоки

Для оптимального и правильного подбора оборудования очистки воды необходимо учитывать следующее:

- Источник водозабора (технические параметры водозабора)
- Результаты анализа воды (периодичность, мониторинг и контроль анализа)
- Технические условия предприятия (технические и технологические возможности предприятия)
- Технологические, нормативные и персональные требования, которые предъявляются к качеству очищенной воды для промышленности (стандарты, ГОСТы, международные стандарты) [4-6].

1.3 Общие сведения объектов водоснабжения и водоотведения промышленности. Технологическое назначение.

В нефтеперерабатывающих заводах воду на производственные нужды набирают с реки или с водоемов. Вода в первую очередь поступает Водозабор и далее коллектором распределяется на следующие блоки (рисунок №1):

- Водоблок
- ХВО ТЭЦ
- градирня ТЭЦ,
- БОВ
- УГОВ

Отработанные воды в виде стоков далее очищаются от составляющих (химикатов, нефти и других примесей) до достижения уровня предельно допустимых концентраций в механических очистных сооружениях и биологических очистных сооружениях [2]:

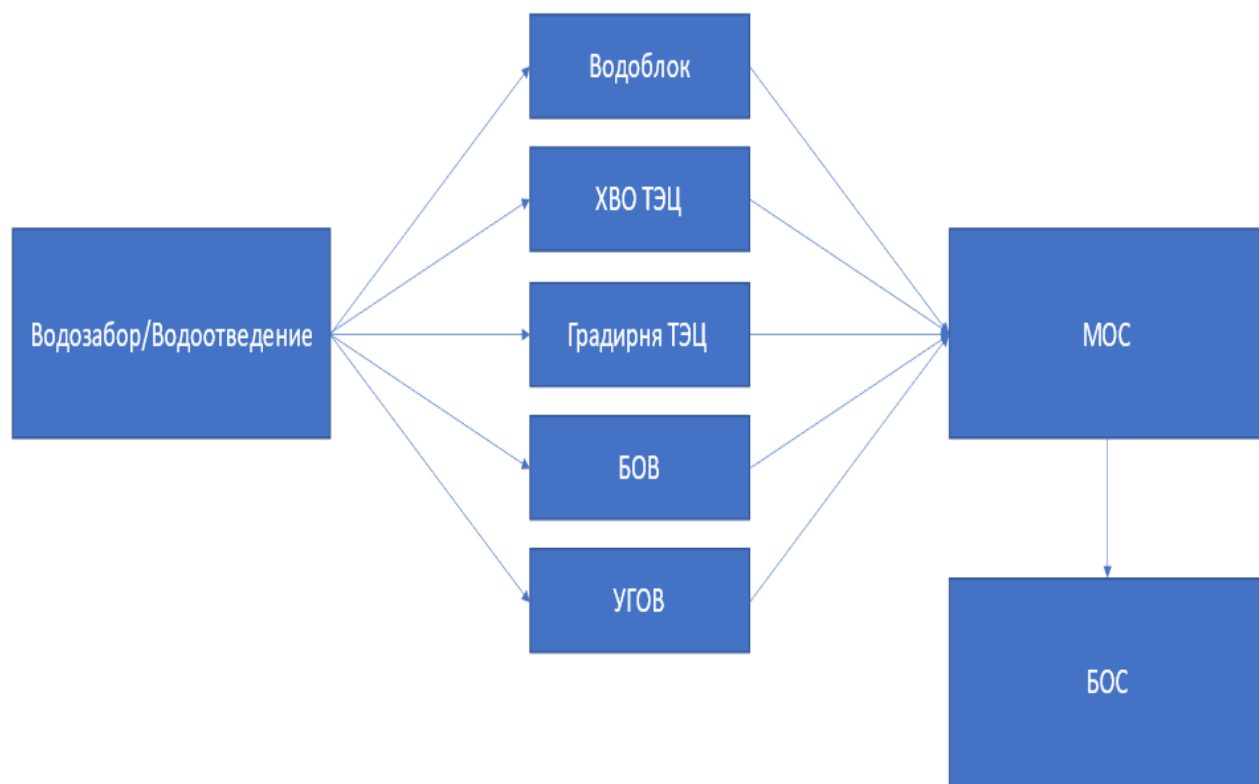


Рисунок №1 «Распределение воды на производственные нужды предприятий»

Как на рисунке №1 представлено, потоки подачи воды на все установки промышленных предприятий поступает с установки Водозабор.

Задача и назначение данной установки Водозабор – забор свежей воды с реки и распределение воды на очистительные сооружения, с дальнейшим обеспечением водой для целей производственных нужд, а именно как оборотная вода, вода технического характера и противопожарного водоснабжения.

1.4 Краткое описание технологической карты и схемы установки Водозабор

Технологическая карта (блок схема) №1 установки Водозабор начинается с цепочки где непосредственно вода из реки через водоприемные окна, оборудованные жалюзийным экраном, смываемым гидроструями, поступает по четырем коллекторам D-800-1000 в приемные камеры установки, соответственно здесь через центробежными шестью насосами Р-1, Р-2, Р-3, Р-4, Р-5 и Р-6, через выкидной коллектор D-350-400 расходчиком поз. №1 подается по магистральному водоводу D-900 на промышленную площадку, где применяется для целей производственного характера

поступает как обратная вода, техническая вода и противопожарного водоснабжения.

Здесь же установлено устройство типа жалюзийного экрана, для омывания гидроструями (далее УЖЭ), которое предназначено для предотвращения попадания молоди рыб в водоприемные окна. Данное устройство УЖЭ работает на протяжении всего навигационного периода, а в межнавигационный период водоприемные окна перекрываются имеющимися сетками.

В состав устройства типа УЖЭ входят секции жалюзи, установленные в водоприемные окна рыбозащитного устройства (далее РЗУ), и струепродуктор, служащий для создания струйно-вихревой завесы вдоль жалюзей. В результате только их совместного действия при оптимальном режиме работы достигается эффективное отведение молоди рыб от водозабора без контакта с конструкциями. Собственно отведение молоди осуществляется гидравлическими струями, образующими сплошную струйно-вихревую завесу и обладающими определенной энергией и скоростью. Жалюзи создают гидравлическое сопротивление, уменьшающее нагиб гидроструй в сторону водозабора, создают совместно с гидроструями эффект приэкранного отбойного течения (по контакту с механическим экраном) и препятствуют попаданию в водоприемник подросших и взрослых рыб.

По конструктивной части эти подъемные секции жалюзи состоят из опорной конструкции и закрепленных в ней вертикальных металлических пластин, которые имеют толщину не менее 8 мм. Конструкционные пластины в секции устанавливаются под углом 30° и 45° к плоскости экрана и с просветами между ними приблизительно 20 мм.

Оборудование струепродуктор состоит из магистрального трубопровода D=200 мм и двух вертикальных стояков D=150 мм с одним насадком D=69 мм на каждом. Питание струепродуктора осуществляется из напорной линии насосной станции при условии обеспечения давления в магистральном трубопроводе струепровода 1,6 атм. При более низком давлении, питание осуществляется из напорной линии с подкачкой дополнительным насосом. Для контроля расхода воды РЗУ установлен соответствующий проектному режиму работы струепродуктора прибор поз. № 2.

Насадки расположены на некотором расстоянии в плане от экрана 3,2м. и 2,75м. от 1-го окна, а по глубине по отношению к верху 1-го на 0,43м. и 1,23м. Насадки струепродуктора в эксплуатационном режиме должны быть повернуты по отношению к плоскости экрана на угол 100°. По условиям эксплуатации предусмотрено индивидуальное отключение насадков.

Система струепродуктора имеет пять задвижек:

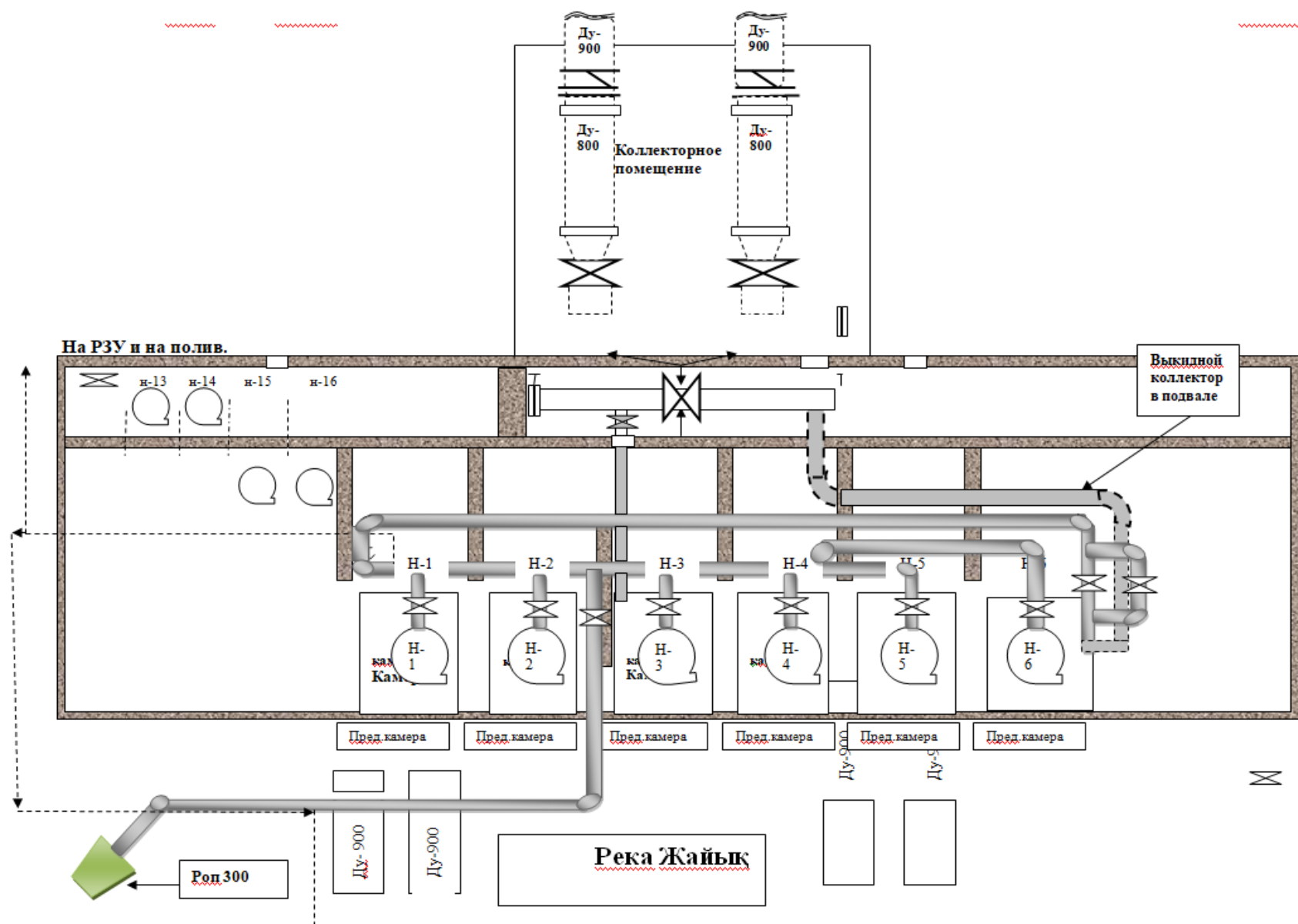
задвижку на магистральном трубопроводе для включения струепродуктора в напорную линию;

задвижки (2 шт.) на трубопроводе дополнительного насоса подкачки;

здвижку на трубопроводе верхнего насадка;
здвижку на трубопроводе нижнего насадка.

Таблица 2 - Характеристика исходного сырья, материалов, реагентов, полуфабрикатов, изготавливаемой продукции.

№ п/п	Наименование сырья, реагентов, отходов, изготавливаемой продукции	Номер Гос. или отраслевого стандарта, технических условий, стандарта предприятия	Показатели качества, обязательные для проверки	Норма (по ГОСТу, стандарту предприятия, техническим условиям)	Область применения изготавливаемой продукции
1.	Сырая вода (подпиточная)	Инструкция	Взвешен.вещества Жесткость времен. Жесткость постоян. Солесодержание Хлориды Сульфаты Кальций Магний pH ХПК	Не нормируется	Оборотная вода, производственное и противопожарное водоснабжение



Технологическая карта №1 «Установка Водозабор/Водоотведение»[29]

1.5 Установка водоочистки производства глубокой переработки нефти

Установка водоочистки входит в состав основного производства и предназначена для обеспечения его пригодной химической очищенной водой (умягченной водой).

Таблица 2 Расчетная потребность умягченной воды [2]

№ п/п	Наименование установки (титул)	Расчетная потребность умягченной воды, м ³ /ч
1	Производство 1 (П-1)	70
2	Производство -2 (П-2)	250
3	Итого:	320
4	Объем по проекту:	320

Принцип работы установок обратного осмоса и нанофильтрации основан на одностороннем проникновении жидкости через полупроницаемую мембрану, которая разделяет растворы с различной концентрацией солей. Установка обратного осмоса (фильтр обратного осмоса, система обратного осмоса) основана на физическом баромембранном процессе и принципе термодинамического равновесия.

Технологически, создается движение жидкости через мембрану - от раствора с большей концентрацией веществ, к раствору с меньшей концентрацией веществ. Данное явление происходит за счет создания давления, которое приложено со стороны более насыщенной солями воды. Это приводит к переходу чистой воды по другую сторону мембраны, формируя поток так называемого фильтрата [4]

Установка водоочистки ПГПН состоит из следующих секций и оборудования (рис.2):

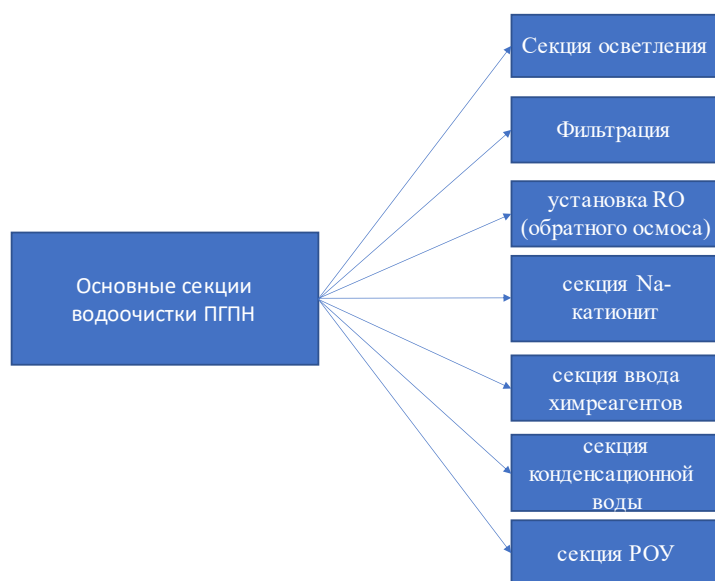


Рисунок 2 - Основные секции ХВО ПГПН

1.6 Назначение оборудования водоочистки ПГПН:

Теплообменник E-1 предназначен для нагрева сырой воды с источника паром низкого давления – 1,1 МПа (или 0,7 МПа) до достижения температуры 33 °С.

Осветлитель ВА-101АВ, предназначенный для удаления взвешенного вещества из сырой воды, состоит из двух осветлителей, проектная мощность одного осветлителя: 250 м³/ч.

Механический фильтр F-201А~F в емкости Т-201АВ предназначен для удаления из сырой воды взвешенного вещества, коллоидного вещества и, частично, органических загрязнений. Всего шесть фильтров, мощность одного фильтра: 75,6 м³/ч.

Фильтр из активированного угля F-202А~Е предназначен для удаления коллоидного вещества и органических загрязнений, оставшихся в сырой воде после механического фильтра F-201А~F, и регенерации лишнего гипохлорита натрия (NaClO) в фильтруемой воде. Всего пять фильтров, мощность одного фильтра: 90,7 м³/ч.

Фильтр тонкой очистки F-203А~D предназначен для удаления частиц размером более 5 мкм из сырой воды, оснащен мембраной обратного осмоса RO. Всего четыре фильтра, соответственно устанавливаются в четырех установках RO (обратного осмоса).

Установка обратного осмоса RO-201А~D предназначена для удаления большинства ионов из сырой воды, всего четыре установки, мощность каждой установки: 85 м³/ч.

Na-катионитовый преобразователь предназначен для удаления кальция и магния из пресной воды, поступающей из промежуточного резервуара Т-203. Всего четыре преобразователя, проектная мощность 106,7 м³/ч.

Секция ввода химреагентов предназначена для регулирования качества сырой воды, оснащена мембраной обратного осмоса.

Секция конденсационной воды подает конденсационную воду из корпуса нагревателя сырой воды в РОУ М-201 или трубопровода конденсационной воды с помощью насоса.

Секция РОУ предназначена для снижения давления пара низкого давления с 1,5 МПа до 1,1 МПа, производительность 62 т/ч.

Коллектор первичной грязи предназначен для обезвоженной обработки глинистой воды из ВА-102, проектная производительность: 25 м³/ч.

Предусмотрен сбор промывочных вод механических, угольных фильтров в баке Т-202(объем 250м³) с последующим использованием на осветлителях ВА-101А/В в качестве исходной воды.

Солесодержащая вода(рассол) с установок обратного осмоса RO-201А~D собирается в баке Т-204(объем 250м³), откуда насосами Р-208А/В откачивается по трубопроводу на канал условно чистых вод.

1.7 Описание технологического процесса производства умягченной воды

Проектным сырьем этой установки служит сырая вода из реки Жайык (Урал). Для производства умягченной воды применяется технология "обратный осмос и Na-катионитовый преобразователь".

Мощность установки и основные проектные параметры:

Общий расход сырой воды: 450 м³/ч;

Производительность установки химводоочистки: 320 м³/ч;

Схема водного баланса системы приведена на рисунке 3 (ед. изм.: м³/ч, условное обозначение: фаза 1, 2 / фаза 3):



Рисунок 3- Схема водного баланса системы водоочистки

1.8 Описание технологической схемы водоочистки ПГПН

Сырая вода из трубопроводной сети сырой воды (р. Жайык), давление в которой поднимается с помощью насосов сырой воды Р-101А~Д (4 шт., тип-LGB100-200, производительность одного насоса Q – 160 м³/ч), поступает в теплообменники Е-101А~С (3 шт., тип-BES700-2,5-80-3/19-21) для нагрева до 33°С. Затем, добавлением реагентов, в осветлителях ВА-101АВ (2 шт., производительность одного осветлителя: 250 м³/ч) осуществляется коагулирование, отстаивание, обезвреживание и фильтрование воды, до снижения мутности ниже 3 мг/л и подача в емкости сырой воды Т-201АВ (2 шт, тип - Ø 8250*8390, объем – 400 м³).

Очищенная вода, давление которой поднимается с помощью насосов сырой воды Р-201А~С (3 шт., тип - ZHYa150-200,

производительность одного насоса Q – 225 м³/ч) через механические фильтры F-201A~F (6 шт., тип- Ø 3400*4400, производительность одного фильтра: 75,6 м³/л) и фильтры из активированного угля F-202A~E (5 шт., тип - Ø 3400*6000, производительность 90,7 м³/л) фильтруется и адсорбируется до снижения индекса загрязнения воды SDI (индекса плотности ила) ниже 4. Для удаления остаточного свободного хлора во входной трубопровод перед фильтром из активированного угля F-202A~E добавляется восстановитель NaHSO₃. Добавляется ингибитор накипи определенного количества для обеспечения отсутствия накипеобразования мембраны обратного осмоса.

После вышеуказанных обработок для исключения попадания примесей и веществ больших размеров в мембрану обратного осмоса воду пропускают через тонкие фильтры 5 мкм F-203A~D (4 шт., производительность одного фильтра 120 т/ч). Давление воды поднимается до 1,5 МПа с помощью насоса высокого давления P-204A~D (4 шт., тип - ZHYa80-400, производительность 120 м³/ч), потом вода подается в установку обратного осмоса RO-201A~D (4 ряд, мощность одного ряда: 85 м³/ч) для обессоливания.

Вода после установки обратного осмоса RO-201A~D, подается в промежуточную емкость T-203 (Ø 8250x8390, объем 400 м³), направляется под давлением с помощью насосов P-205A~C (3 шт., тип - ZHYa150-200, производительность одного насоса: 200 м³/ч) в Na-катионитовые фильтры F-204A~D (4 шт., тип - Ø 2600*5730, производительность одного фильтра 106,7 м³/ч) для ослабления твердости, и поступает в систему умягченной воды после достижения уровня твердости воды менее 5 мкг-экв/дм³.

Принципиальный процесс водоочистки приведен на рисунке 4.

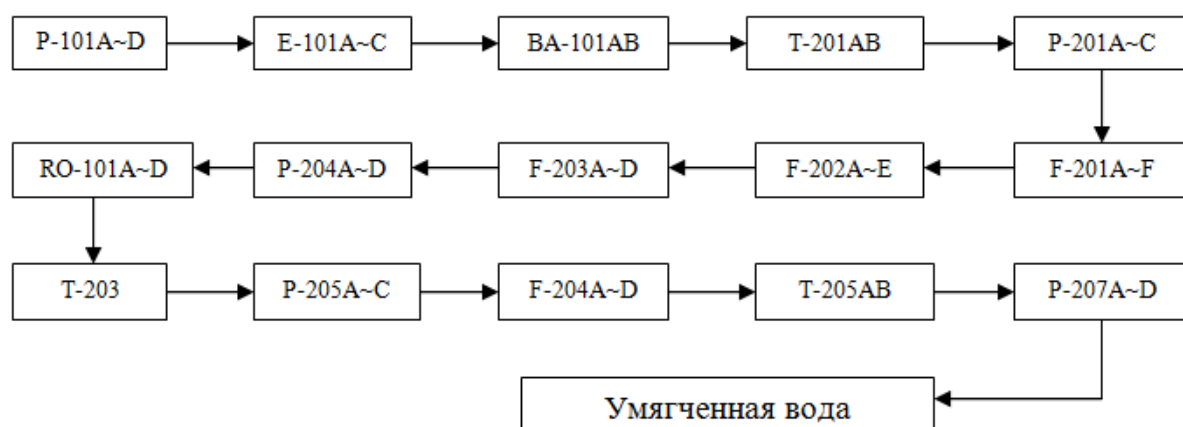


Рисунок 4 - Принципиальный процесс ХВО

Осветлитель BA-101AB

Описание оборудования

Настоящее оборудование состоит из двух осветлителей, мощность одного составляет $250 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление воды на входе составляет $0,06 \sim 0,3 \text{ МПа}$, нагрузка на поверхности осадки составляет $4 \sim 9 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$, продолжительность дренажа ила составляет 3 - 5 минут (можно регулировать). Расход зоны фильтрации составляет $8 - 10 \text{ м}^3/\text{ч}$, сила обратной промывки составляет $15 \text{ л}/\text{м}^2\text{с}$, продолжительность обратной промывки составляет 4 - 6 минут, потеря давления $1,5 \text{ см вод. ст.}$, высота фильтрующего материала составляет 750 мм. Мутность воды на входе не более $1000 \text{ мг}/\text{л}$, мутность воды на выходе не более $3 \text{ мг}/\text{л}$.

Осветлитель ВА-101 состоит из отстойника с наклонными пластинами (зона отстаивания) и бесклапанного фильтра (зона фильтрации). Фильтрующая зона каждого осветлителя состоит из пяти бесклапанных фильтров.

Принцип работы зоны отстаивания с наклонными пластинами является процессом коагулирования и отстаивания воды. Вода поступает по системе трубопроводов в нижнюю часть зоны. В зоне отстаивания предусмотрены пакеты труб, наклоненных под углом 60° для увеличения площади отстаивания и улучшения отстаивания. После добавки в сырую воду коагуляционного реагента и вспомогательного реагента для коагуляции взвесь и коллоидные вещества образуют хлопья, которые накапливаются в виде тонкого слоя в нижней части наклонных труб. Далее, под воздействием силы тяжести хлопья осаждаются во взвешенный слой ила и осадка и отстаиваются в илосборнике. По грязевой трубе самотеком хлопья поступают в илонакопитель. Уровень жидкости над слоем осадка постепенно поднимается до водослива для очищенной воды и подачи в зону фильтрации.

Осветленная вода из зоны отстаивания под воздействием силы тяжести поступает в зону фильтрации. После фильтрации с помощью многослойных фильтрующих материалов поступает в бассейн чистой воды. В процессе фильтрации сопротивление фильтрации постепенно увеличивается, уровень воды в сифонной подъемной трубе поднимается. После достижения уровня воды в сифонной трубе высоты врезки вспомогательной трубы необходимо оперативно стравить воздух из сифонной трубы. Затем производится обратная промывка фильтрующих материалов водой из бассейна чистой воды. Когда уровень воды понизится до высоты врезки вспомогательной трубы, обратная промывка прекращается и начинается следующий цикл.

Процесс осветления

1) Описание процесса осветления

Сырая вода из трубопроводной сети сырой воды (р.Урал) и с помощью насоса Р-101 направляется в теплообменник Е-101 для нагрева до 33 °С. Добавляются реагент и коагулянты РАС и РАМ. При помощи регулирующего клапана FV1301А или FV1301В, по входному трубопроводу (DN 250) на дне осветлителя ВА-101А или ВА-101В вода подается в секцию осветления. Сырая вода поднимается, осадочный коллоид и взвешенные вещества осаждаются в нижней части осветлителя. Осветленная вода постепенно поднимается до водослива для очищенной воды. Вода из водослива для очищенной воды поступает в бесклапанный фильтр, потом по верхнему трубопроводу (DN 350) поступает в общий подводящий трубопровод (DN 350) двух емкостей сырой воды Т-201АВ и, затем, - в сами емкости сырой воды Т-201АВ.

Источником тепла для нагрева сырой воды служит пар низкого давления 0,7 МПа, поступающий из нефтеперерабатывающего завода. Пар через регулирующий клапан TV1201А или TV1201В поступает в теплообменник Е-101А~С для нагрева сырой воды, после теплообмена пар низкого давления превращается в конденсационную воду и сливается в емкости конденсационной воды D-204АВ.

2) Процесс дренажа грязи в отстойнике с наклонными пластинами осветлителя ВА-101АВ.

В зоне отстаивания с наклонными пластинами предусмотрена емкость сбора шлама и регулирующая автоматическая система дренажа грязи. Илосодержащая вода в зоне отстаивания с наклонными пластинами через дренажный клапан грязи UV3301А~F регулярно сбрасывается в бассейн сточной воды ВА-102. Потом илосодержащая вода насосом подъема грязи Р-102АВ подается в накопитель шлама и грязи.

3) Процесс обратной промывки на зоне фильтрации (бесклапанном фильтре) осветлителя ВА-101АВ

Обратная промывка бесклапанного фильтра осуществляется водой из бассейна чистой воды. Зоны фильтрации фильтрующих материалов промываются водой в обратном направлении. Сточная вода после обратной промывки по сифонной трубе поступает в илонакопитель. При снижении уровня воды до высоты вспомогательной сифонной трубы обратная промывка прекращается.

4) Процесс принудительной обратной промывки зоны фильтрации (бесклапанный фильтр)

В зоне фильтрации (бесклапанный фильтр) осветлителя предусматривается процесс принудительной обратной промывки. Когда

осветлитель работает с перебоями или мутность выходной воды высокая, следует провести принудительную обратную промывку зоны фильтрации. Трубопровод принудительной промывки соединяется с вспомогательной сифонной трубой бесклапанного фильтра. Вода по трубопроводу принудительной промывки поступает из входной линии осветлителя, проходит через вспомогательную сифонную трубу и вытекает в колодец с гидрозатвором. В сифонной трубе образовывается гидрозатвор, бесклапанный фильтр входит в состояние обратной промывки.

Механический фильтр F-201A~F

Механический фильтр предназначен для очищения воды от механических примесей после осветлителей. Очищение воды механическими фильтрами основано на способности фильтрующих материалов задерживать взвешенные вещества и хлопья, образующиеся в процессе коагуляции.

В данной установке всего шесть механических фильтров, динамический резерв, производительность одного фильтра составляет 75,6 м³/ч.

Технологический процесс работы механического фильтра

При обслуживании и работе механического фильтра выполняются следующие операции:

- 1) Фильтрация;
- 2) Взрыхление (промывка) водой;
- 3) Спуск первого фильтрата.

Соответствующие технологические процессы вышеуказанных операций:

- 1) Фильтрация (см. рисунке 6):

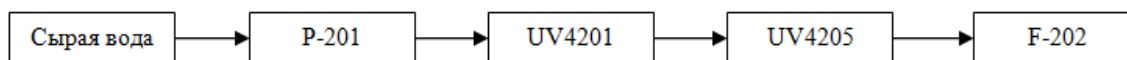


Рисунок 5 - Фильтрация

- 2) Взрыхление (промывка) водой
- Процесс продувки воздухом (см. рис. 5):



Рисунок 6- Процесс продувки воздухом

Процесс обратной промывки (см. рис. 6):

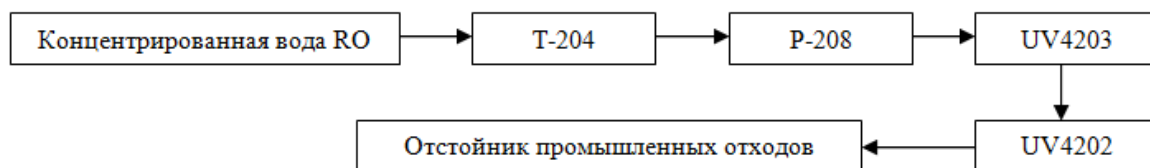
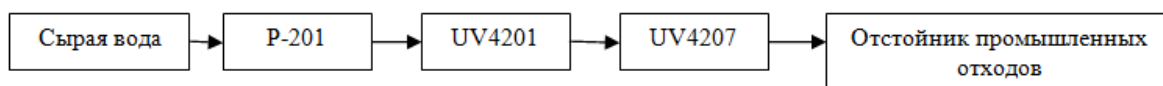


Рисунок 6- Процесс обратной промывки

3) Спуск первого фильтрата

Операция спуска первого фильтрата включает спуск воздуха и спуск фильтрата (см. рис. 7).

Процесс спуска воздуха для спуска первого фильтрата:



Процесс спуска первого фильтрата:

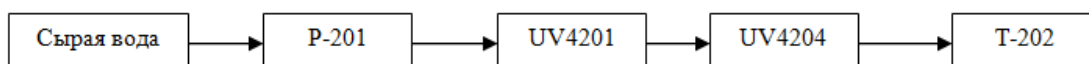


Рисунок 7 – Процесс спуска фильтрата

рисунРисунок8-

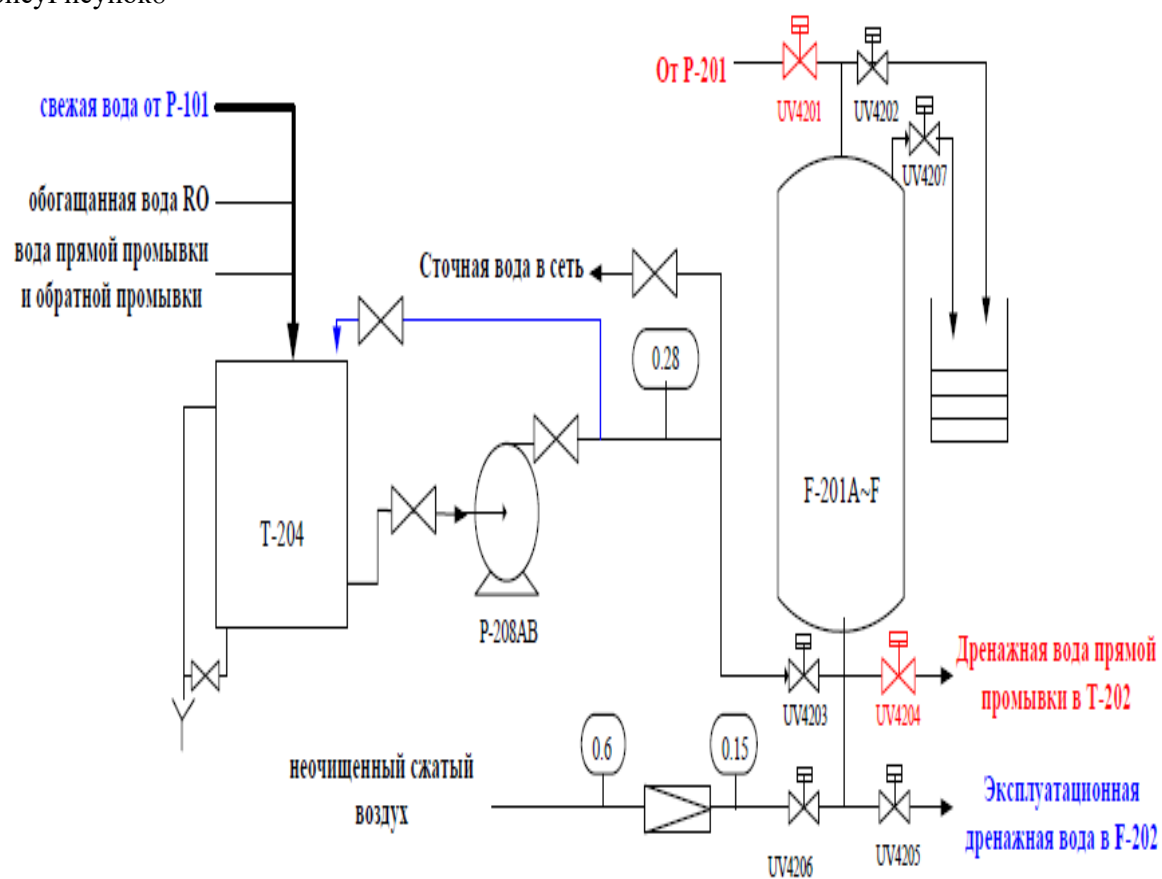


Рисунок 8- Процесс фильтрации

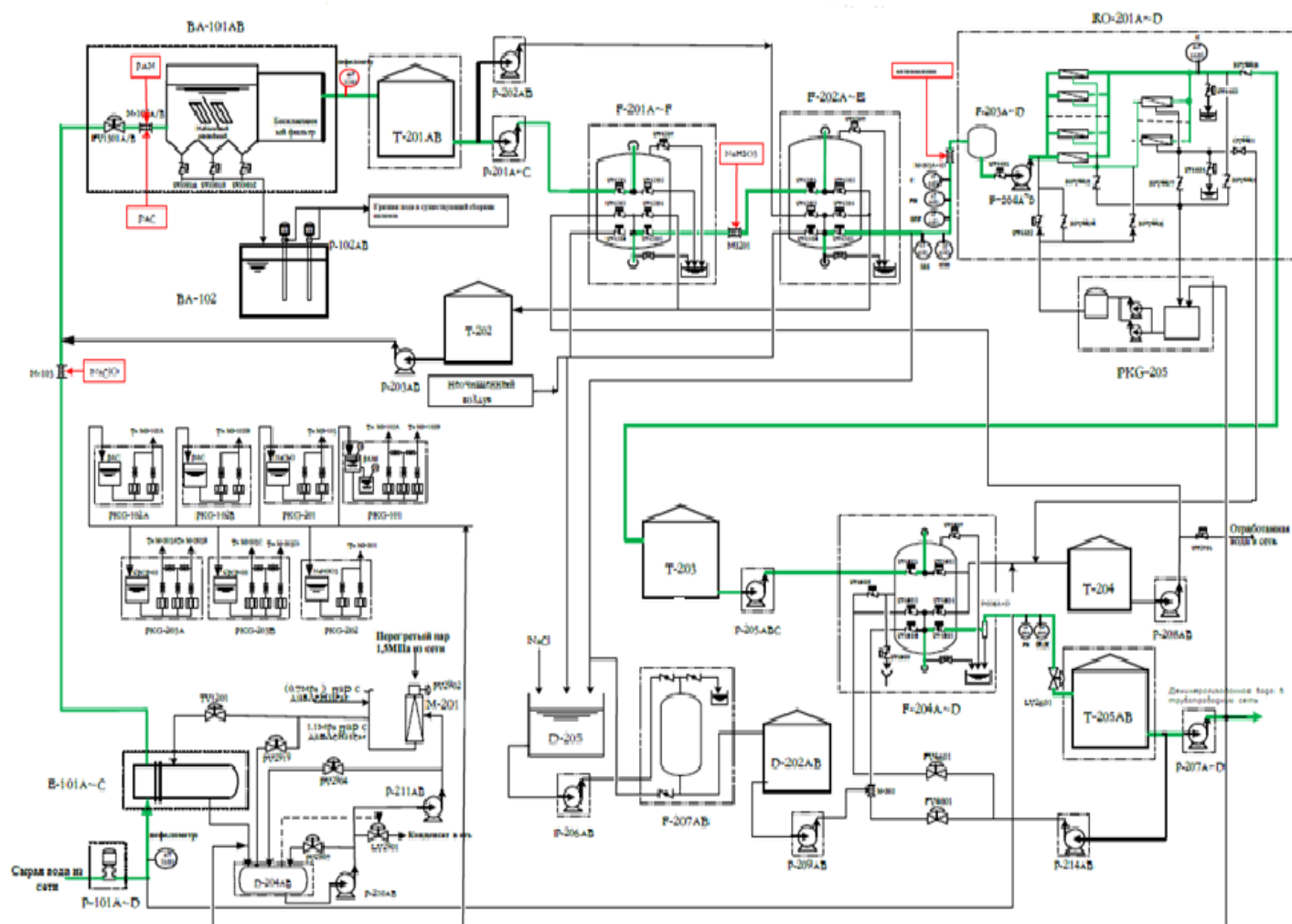


Рисунок 9 –Технологическая схема очистки воды

2. Экспериментальная часть

2.1 Объекты исследования

Алюминий в гранулах приобретен у АО «Казахстанский электролизный завод», единственный производитель алюминия в Казахстане, входит в группу предприятий ERG («Евразийская Группа»).

Галлий, в виде слитков цилиндрической формы. Массой от 900 до 1000г приобретен у АО «Казахстанский электролизный завод», температура плавления 156,59 °С, плотность: 7,362 (+20 °С, г/см³).

Индий в виде слитков цилиндрической формы Массой от 0,0 5 до 1000г (марка Ин00) приобретен у АО «Казахстанский электролизный завод», температура плавления 29,80 °С, плотность: 5,904 (+20 °С, г/см³).

Олово в виде чушки массой от 22-26 кг, содержание олова 99,565 %, температура плавления 231,91 °С

Соляная кислота, температура кипения азеотропной смеси (20,22% по массе) - 108,6 °С, ρ 1,16 г/см³ (35%), использовали без дополнительной очистки.

Реагент Rau-98,5 (активированный сплав, состав которого 98,5% алюминия, 0,5% индия, 0,5% галлия, 0,5 олова).

Активированный сплавы алюминия Rau-98,5, содержащие металлы-активаторы: галлий, индий, олово (по 0,5%мас.) получали методом плавки [16].

Природные поверхностные воды р. Жайык (Урал).

Пробы оборотной воды, отобранные с блока очистки воды для установки производства глубокой переработки нефти (БОВ-1 ПГПН)

Таблица3 - Рекомендуемые водно-химические показатели оборотной воды:

Показатели		Рекомендуемые параметры оборотный воды
рН		7,5-8,5
Общее Солесодержание	мг/л	<1000
Кальциевая жидкость	мг-экв/л	2,0-4,0
Щелочность	мг-экв/л	1,0-4,0
Общие фосфаты	мг/л	5,0-15,0
Цинк	мг/л	1,5-4,0
Взвешенные вещества	мг/л	<25
Общее железо Fe	мг/л	<2,0

Рентгенофазовый анализ активированных сплавов алюминия

РФА на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база

порошковых дифрактометрических данных PDF-2 и дифрактограмм чистых от примесей минералов.

Съемка производилась на аппарате D8 Advance (Bruker), α -Cu, напряжение на трубке 40 кВ, ток 40 мА. Обработка полученных данных дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводились с помощью программного обеспечения EVA. Расшифровка проб и поиск фаз проводились по программе Search/match.

2.2 Синтез полиоксихлоридов алюминия на основе активированных сплавов алюминия

Полиоксихлориды алюминия получали растворением в 3%-ной соляной кислоте сплава алюминия активированного металлами-активаторами (индий, галлий, олово) в количестве 0.5-1,0 мас.%. Процесс растворения сплавов с содержанием алюминия от 97% до 99% протекает с достаточной скоростью [17], сопровождается равномерным выделением водорода и ростом температуры реакционной среды за счет применения соляной кислоты низкой концентрации. Обработку сплавами осуществляют при температуре 65-70⁰С. Температура поднимается от 25⁰С до 65-70⁰С, без подвода тепла извне, за счет взаимодействия реагентов. Процесс завершается за 2-3 часа

2.3 Обработка воды полиоксихлоридами алюминия

Обработку воды полученными коагулянтами проводили следующим образом: в стакан вместимостью 250 мл наливали 200 мл исследуемой природной воды, в которую при постоянном быстром перемешивании (180 об/мин) вносили заданный объем раствора коагулянта. Пробу перемешивали в течение 1 мин при непрерывном контроле pH. После этого переключали мешалку на медленное перемешивание – 50 об/мин в течение 10 мин.

2.4 Исследование физико-химических свойств воды

Мутность до и после обработки природных и оборотных вод измеряли непосредственно с помощью измерителя мутности HACH 2100Q Turbidimeter (EPA) and 2100Qis Turbidimeter (USA). Мутность воды определяли по ГОСТ Р 57164-2016.

Перманганатную окисляемость определяли по ГОСТ Р 55684-2013 (ИСО 8467:1993). Drinking water. Methods for the determination of permanganate index)

Основность оксихлорида алюминия определяли методом обратного кислотного титрования пробы после предварительного осаждения алюминия в виде гидроксида алюминия по ГОСТ 58580–2019.

Определение массовой доли алюминия в полиоксихлориде в пересчете на оксид алюминия (Al_2O_3) осуществляли по ГОСТ Р 58580—2019

Микроструктура, фазовые компоненты, элементный состав сплава и продуктов реакции изучены методами ИК-спектроскопии, рентгеновской спектроскопии.

2.5 Результаты и их обсуждение

Для производственных нужд ТОО «Атырауского НПЗ» в качестве подпитки для БОВ-1 ПГПН используется вода с реки Жайық. Проблемы и сложности, которые в данное время существует с теплообменниками прямо и косвенно зависит от качества воды.

В работе проанализированы : природные воды р. Жайык (Урал), вода реки используется для водоснабжения промышленных предприятий и орошения .

В качестве оборотных проанализированы воды, отобранные с блока очистки воды производства глубокой переработки нефти (БОВ-1 ПГПН).

Пробы воды отбирали по ГОСТ Р 59024-2020 [18], оценивали по органолептическим (запах, привкус, цветность) физическим (мутность, pH, электропроводность, перманганатная окисляемость), химическим показателям (общее солесодержание, содержанию анионов -гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды) в соответствии с Санитарными правилами «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» часов, утвержденные приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 и СанПиН 2.1.4.559-96 [19,20].

Для оценки коагуляционной эффективности реагентов созданных на основе активированных сплавов алюминия были осуществлены их испытания на различных типах природных и оборотных вод. Оценка качества исследуемых вод заключалась в ее анализе и в сравнении с санитарно-эпидемиологическими нормами, установленными для питьевого водоснабжения, оборотных и сточных вод, предназначенных для сброса в водоемы.

2.6 Рентгенофазовый анализ изготовленного образцов активированного сплава алюминия Rau-98,5

Рентгенофазовый анализ изготовленного образцов активированных сплавов алюминия Rau-98,5. Образцы сплавов Rau-98,5 содержат эвтектические галламы состава ($Al_{0.95}Ga_{0.05}$), бинарные интерметаллиды индия с оловом ($In_3Sn_{0.5}$; ($InSn_4$)0.2; $In_{0.1818}Sn_{0.8182}$, $In_{1.74}Sn_{0.26}$, $In_{0.2}Sn_0$, общее процентное содержание их зависит от количества активирующей добавки в сплаве (таблица 4).

Таблица 4- Рентгенофазовый анализ активированных сплавов алюминия

Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q, %
Активированный сплав алюминия Rau-98,5 (состав Al: In :Ga:Sn = 98,5:0,5 : 0,5 :0,5)			
PDF 00-004-0787	Aluminum, syn	Al	25,0
PDF 01-074-5208	Aluminum Gallium	($Al_{0.95}Ga_{0.05}$)	67,0
PDF 01-077-2747	Indium Tin	$In_{1.74}Sn_{0.26}$	3,4
PDF 00-048-1547	Indium Tin	$In_{0.2}Sn_{0.8}$	2,3

PDF 01-077-3457	Tin	Sn	1,5
PDF 00-037-1462	Aluminum Oxide	Al ₂ O ₃	0,8

2.7 Синтез полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава Rau-98,5.

При взаимодействии активированных сплавов алюминия с водными растворами HCl, могут быть получены полиоксихлориды алюминия (ПОХА) как низко- и среднеосновные Al(OH)Cl₂, Al(OH)₂Cl, так и высокоосновный Al₂(OH)₅Cl.

Условия синтеза и характеристика растворов полиоксихлоридов алюминия на основе реагента Rau-98, приведены в таблице 5. Результаты свидетельствуют, что обработка алюминийсодержащего сплава активированного In, Ga, Sn (мас. %): индия 0,5, галлия 0,5, олова 0,5, содержащих алюминия 98,5% соответственно разбавленными водными растворами HCl, позволяет получить в зависимости от условий растворения полиоксихлорид алюминия с необходимой степенью основности 41-82,6% и с массовой долей Al₂O₃ 30-48%. Растворы полиоксихлорида алюминия имеют pH от 2,3- до 4,2, массовую долю алюминия в пересчете на Al₂O₃ от 4,5 до 15,75%.

Синтез ПОХА осуществляли растворением в 3%-ной соляной кислоте, активированного сплава с содержанием алюминия от 98,5% при начальной температуре процесса 25°C без подвода тепла извне. Реакция сопровождается эмиссией тепла и водорода и поднятием температуры до 65-70°C. Процесс завершается за 2-3 часа (таблица 2). Повышение начальной температуры до 95°C не приводит к изменению выхода и характеристик получаемого ПОХА. В зависимости от условий реакции массовая доля алюминия в пересчете Al₂O₃ в полиоксихлориде алюминия изменяется от 34,7 до 41,1%, основность 40,4 до 60,9%. Было также отмечено, что введение сплава в раздробленном виде, стружки или кусочка слитка в раствор кислоты оказывает влияние на параметры процесса. Процесс замедляется при введении сплава в форме кусочка слитка.

Таблица 5 – Условия растворения активированного сплава алюминия Rau 98,5 состава Al:Ga:In:Sn =98,5: 0.5:0.5:0.5 в соляной кислоте и характеристика полиоксихлорида алюминия на его основе

Опыт	Навеска сплава, г	Конц. HCl, %	V _{HCL} мл	Время, ч	*Тем-ра, °C	Выход продукта, г	Массовая доля Al в пересчете на Al ₂ O ₃ , %	Основность, %
1	1,0	3	50	2.5	25,0	4,8	37,9	55,1
2	1,0	3	50	1,25	25,0	4,3	37,6	60,9

3	4,0	3	200	72,0	25,0	17,0	37,8	40,4
4	4,0	3	200	2,0	95,0	17,0	41,1	59,0
5	1,0	3	50	2,0	25,0	5,0	34,7	58,6
В опытах 1,5 сплав добавлялся в виде стружки, в опытах 2,3,4 – в форме кусочка слитка одним куском								

2.8 ИК-спектральный анализ полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава Rau-98,5

ИК- спектр ПОХА на основе сплава активированного сплава алюминия Rau-98,5 были записаны на ИК-Фурье спектрометре «Avatar 370 CsI» в спектральном диапазоне $4000-300\text{ см}^{-1}$ от препаратов в виде таблеток, приготовленных прессованием, 2 мг пробы и 200 мг KBr. В качестве спектра сравнения снят спектр вазелинового масла. Приставка для эксперимента: Transmission E.S.P. (рисунок 1)

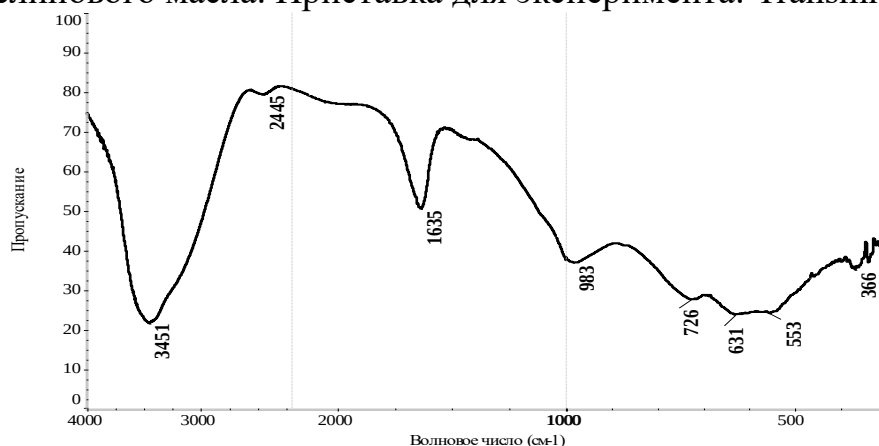


Рисунок 10-ИК-спектр полиоксихлорида алюминия на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5

На спектре отмечается интенсивная полоса валентных колебаний νOH – 3451 см^{-1} и полоса деформационных колебаний δHON – 1635 см^{-1} молекул воды, $983, 726, 631, 553, 366\text{ см}^{-1}$ [21-23].

ИК спектр соответствует соединению - полиоксихлорид алюминия.

Анализ химического состава проб воды

Отбор проб оборотной воды осуществляли на блоке очистки воды (БОВ-1 ПГПН) установки производства глубокой переработки нефти ТОО« АНПЗ», природной воды с реки Жайык (Урал), используемой в качестве подпитки (рисунок 11).



(а)



(б)



(в)

Рисунок 11 – Отбор проб воды с БОВ-1 (а)
Отбор проб с полей испарения (б) и реки Жайык (в)

Фактический анализ содержания железа в оборотной воде



Рисунок 12 – Мониторинг содержания железа в оборотной воде ,ppm (норма <1,8,ppm)

Анализ химического состава проб велся по физико-химическим, органолептическим показателям в местах водозаборов и в процессе ее обработки.

Характеристика воды, отобранной из реки Жайык ,отобранной в ноябре 2022года представлена в таблице 6. Осуществленный анализ показал, что пробы воды являются слабоминерализованными с содержанием солей 1195 мг/л и слабощелочные (рН – 7.5).

Высокое содержание гидрокарбонат-ионов (2562 мг/л) превышает, допустимые нормативными документами верхние показатели, не более 1000 мг/см³, что значительно осложняет применение данной воды в качестве оборотной без предварительной очистки. Основными катионы являются натрий, калий кальций магний, железо менее 0,1%

Таблица 6 – Анализ воды из реки Жайык (Урал)

Показатели	Значение
рН	7,5
Плотность	1,02
Содержание солей, мг/л	1195
Содержание гидрокарбонат-ионов, мг/л	2562
Содержание сульфат-ионов, мг/л	81,8
Нитраты	4,0
Содержание хлорид-ионов, мг/л	220
Мутность, до обработки коагулянтom, FNU	33,95
Жесткость общая ,мг экв/ дм ³	31,0
Электропроводность, μ S/см	1078
Цветность , градусы ,запах баллы	0
Дата отбора проб – 04.11. 2022. FNU (Formazine Turbidity Unit).	

Результаты обработки природной воды из реки Жайык 0,1% -ным раствором коагулянта ПОХА в расчете на Al₂O₃ представлены в таблице 7. Применение коагулянта в дозировках от 0,05 мл/л до 0,5 мл/л с процессом фильтрования снижает мутность исходной воды с 21,8 FNU от 1,49 FNU до 0,52 FNU соответственно, при этом эффективность очистки достигает 97,61 %. Содержание осадка (взвешенные частицы) снижается с 0,3г/л до 0,1г/л

Таблица 7 – Результаты обработки пробы воды р. Жайык 0,1%-ным раствором ПОХА в расчете на Al₂O₃ от дозы коагулянта

рН	Доза коагулянта		Мутность, FNU	Эффективность очистки, %
	0,1%-ный	ПОХА, г/т		

	раствор ПОХА , мл/л			
7,5	0,05	0,10	1,49	93,17
7,5	0,25	0,65	1,35	93,81
7,5	0,5	1,3	0,52	97,61
Полиоксихлорид алюминия на основе на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5 . Дата отбора – 04.11. 2022 ,рН воды - 7,5				

Таблица 8 - Остаточная мутность проб природной воды р.Жайык и после обработки коагулянтом ПОХА на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5

Проба воды р.Жайык	Мутность, FNU				Взвешенные частицы (осадок), г/л			
	До обработки	После обработки коагулянтом, г/т			До обработ ки	После обработки коагулянтом №25 ,г/т		
		0,1	0,7	1,3		0,1	0,7	1,3
№1	22,2				0,3	0,1	0.1	0,1
		1,5	0,4	0,6				
№2	21,8							
		1,5	0,4	0,5				
Дата отбора проб с р. Жайык – 04.11. 2022 ,рН воды - 7,5								

Качества воды с реки Жайык в зависимости от сезона варьируется и во время паводок качества ухудшается и достигает максимальные вершины мутности. Ниже представлено характеристики используемого реагента для очистки воды с реки, для аодоподготовки.

В таблице 9 Характеристика воды с р.Жайык, отобранных в марте и апреле 2023года

Таблица 9–Характеристика воды с р.Жайык, отобранных в марте и апреле 2023года

Проба воды/ дата отбора	рН	Мутность, FNU	Общее содержание солей, мг/л	Гидрокарбо наты, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³
Проба №1 март 2023	8,11	более 1000	275	293	27,1
Проба №2 март 2023	8,15	461 ±9	348	262	24,3
Проба №1 апрель 2023	8,12	858 ±30	320	244	24,9

Проба №3 апрель 2023(канализационные промышленные стоки)	6,41	506 ±10	370	323	9,1
Мутность среднее значение из трех определений					

Таблица 10 – Обработка проб воды с р.Жайык, отобранных в марте и апреле 2003года 0,1% -ным (в пересчете на Al_2O_3) раствором полиоксихлорида алюминия на основе на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5

Проба воды	Доза коагулянта ПОХА		Мутность после обработки, FNU	Эфф-ть снижения мутности, %
	мл/л	(г/т)		
Проба №1 март 2023	1,0	2,6:	21,5	97,8
	2,5	6,6	6,03	99,4
	5	13,2	3,3	99,6
	10	26,4	2,9	99,7
Проба №2 март 2023	5	13,2	1,5	99,7
Проба №1 апрель 2023	5	13,2	5,2	99,4
Проба №2 апрель 2023(канализационные промышленные стоки)	5	13,2	25,9	94,9

Эффективность снижения мутности проб оборотной воды, отобранных с БОВ-1 установки ПГПН от расхода коагулянта приведена в таблице 11.

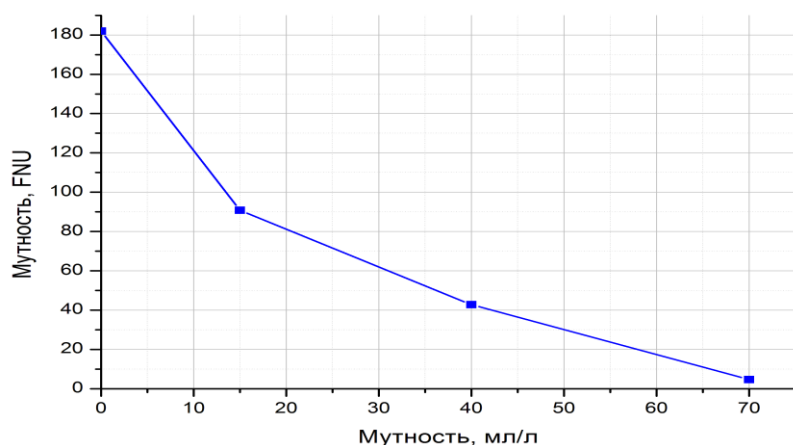
Таблица 11 -Эффективность очистки оборотной воды , отобранной с блока очистки воды производства глубокой переработки нефти полиоксихлоридом алюминия на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5

Место отбора проб.мутность	pH	Доза коагулянта, г/т	Мутность, FNU	Эффективность, %
БОВ-1 ПГПН ТОО «АНПЗ» с установки, до очистки; мутность – 94,86 FNU	8,5	45,2	19,0	80,0
	8,5	90,3	8,85	90,7
	8,5	120,4	4,64	94,2
	8,5	150,5	3,41	94,3
	8,5	210,7	0,90	99,1
БОВ-1 ПГПН ТОО	6,0	39,6	17,6	90,3

«АНПЗ» в установку, после очистки; мутность - 182 FNU	6,0	105,5	2,84	98,4
	6,0	184,6	1,28	99,3

Данные таблицы 11 свидетельствует о том, что наибольшее снижение мутности 99,3% отмечается при расходе 184г/т. . Коагулянты эффективны в изучаемом диапазоне pH от 6,0 до 8,5. Коагулянт ПОХА на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5 проявил высокую эффективность при очистке оборотной воды АНПЗ (рисунок 2). Мутность воды до обработки составляла 182 FNU после обработки коагулянтом в дозе 184,6 г/т (70 мл/л 0,1%-ного в пересчете на Al_2O_3 раствора) при pH 6 составляет 4,65 FNU. Эффективность очистки достигает 97,4%.

Зависимость мутности (а) и эффективности очистки (б) воды с БОВ-1 АНПЗ 0,1% раствором в расчете на Al_2O_3 коагулянта ПОХА (Rau-98.5) приведена на рисунке 13.



(а)

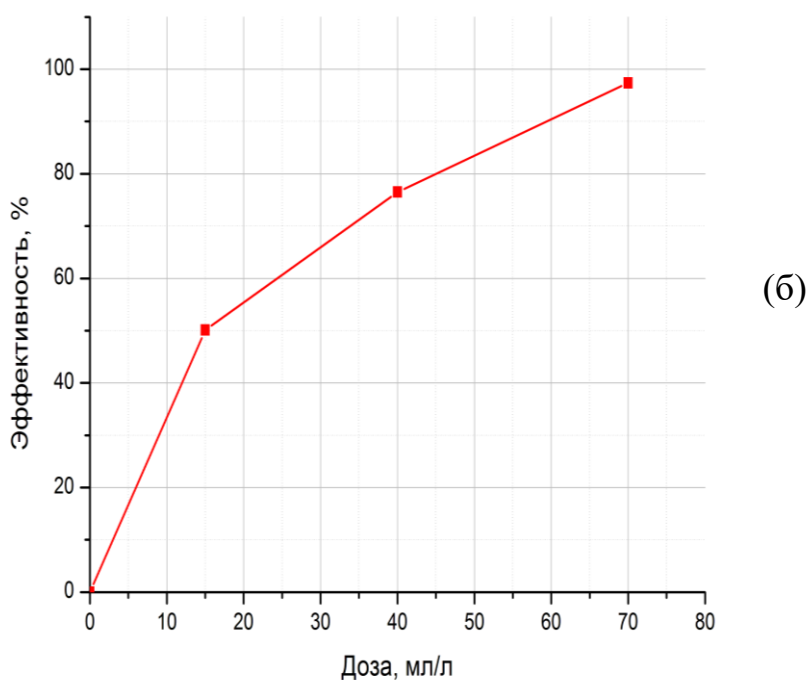


Рисунок 13 – Зависимость мутности (а) и эффективности очистки (б) воды с БОВ-1 АНПЗ 0,1% раствором в расчете на Al_2O_3 коагулянта ПОХА (Rau-98.5)

Коагулянт ПОХА на основе активированного сплава алюминия Rau-98,5 проявил высокую эффективность при очистке оборотной воды АНПЗ (рисунок 13). Мутность воды до обработки составляла 182 FNU после обработки коагулянтом в дозе 184,6 г/т (70 мл/л 0,1%-ного в пересчете на Al_2O_3 раствора) при pH 6 составляет 4,65 FNU. Эффективность очистки достигает 97,4%.

2.9 Установка дополнительного фильтра.

На основании проведенного лабораторного анализа выявлено что, после обработки с коагулянтом ПОХА, необходимо отфильтровать оборотную воду для отделения коагулянта и иных веществ от воды, более того этот процесс поможет постоянно чистить оборотную воду и увеличивает промышленную жизнь оборотной воды.

Анализируя технические возможности и стоимость капитальных и текущих ремонтов на предприятиях, которые варьируется от 1 млрд до 5 млрд тенге в среднем, по нашему мнению, желательно установить дополнительно грубый фильтр на входе БОВ-1 и в установку, что позволит значительно снизить стоимость ремонтных работ

Таким образом, сможем сократить поступления в оборотную систему грубых веществ и снизить мутность воды ниже допустимых концентраций.

Ниже представлено блок схема конструкции установки БОВ с предлагаемым фильтром для свежей воды до БОВ-1, и для оборотной воды с установок завода.

2.10 Расчет затрат на реагенты для производства 1кг ПОХА

Экономическая эффективность — это величина, определяемая соотношением полученных результатов деятельности человека, производства продукции и затрат труда и средств на производство [28]. Материал нового поколения, в 4 раза более эффективный, чем его предшественники. Склеивает загрязнения, находящиеся в воде, при любых pH и даже при низких температурах. Быстро растворяется, отличается экономичностью и удобством в эксплуатации.

В данной работе экономическая эффективность сравнивалась с аналогичными коагулянтами, для очистки оборотной воды.

Для получения 4,3 г полиоксихлорида алюминия расходуется 1 г сплава алюминия 98,5%, галлия 0,5%, индий 0,5%, олово 0,5% и 50 мл 3% соляной кислоты.

- Стоимость 0,985 г алюминия составляет 0,56933 тенге (с учетом стоимости за килограмм 578 тенге).
- Стоимость галлия 0,005г составляет 0,179 тенге (с учетом стоимости за килограмм галлия 35800 тенге).
- Стоимость индия 0,005г составляет 0,18 тенге (с учетом стоимости 36000 тенге за килограмм индия)
- Стоимость олово 0,005 г составляет 0,025 тенге (с учетом стоимости 5110 тенге за килограмм олова)
- Стоимость 50 мл 3% соляной кислоты составляет 5 тенге (с учетом стоимости 1000 тенге за 1000 мл соляной 36% кислоты).

Отсюда,
затраты на реагенты для 1 грамма ПОХА составляет 1,38 тенге, 1 кг
1384,48 тенге (3 доллара США)

Заключение

Способы очистки оборотной воды рассматривалась для увеличения срока службы технической воды и снижения подпитки пресной воды с водоемов и с реки Жайык, с использованием в качестве коагулянтов полиоксихлоридов алюминия на

основе многокомпонентных активированных алюминиевых сплавов. Для решения некоторых задач в этой области коагуляция является одним из эффективных методов очистки воды.

На основании проведенных анализов и экспериментов выявлено эффективность используемого коагулянта на основе полиоксихлорида алюминия, синтезированного с Раи-98,5. Эффективность очистки воды с полиоксихлоридом алюминия доходит до процента 90 – 99.

В магистерской диссертации как объект анализа взята несколько проб воды, это вода с реки Жайык, с установки блока оборотной воды первого и второго, для оценки эффективности полученного полиоксихлорида алюминия для снижения мутности и солей жесткости.

На основании технологической (основной) схемы описано все основное оборудование для очистки оборотной воды от минеральных солей, а после химической очистки рекомендуется дополнительная установка фильтра к линии свежей воды после реагентной обработки. Рассчитаны стоимость реагента и эффективность обработки реагентом ПОХА.

Анализируя выявлено что мутность природной воды снижается на 97,61 %, а для оборотной воды эффективность очистки достигает 97,4 %. Расход реагентов составляет 1,3 г/т и 184,6 г/т в зависимости от содержания минеральных солей.

Литература

1. Развитие НПЗ и НХЗ для эффективного функционирования национальной экономики РК, Егорова О.И. 2023г
2. ОАО «НЗНП» Технологический регламент блока оборотной воды, 2019

3. ГОСТ Р 59053-2020 Охрана окружающей среды. Охрана и рациональное использование вод.
4. Arcadio P. Sincero, Gregoria A. Sincero. Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater. CRC press, 2022
5. Recommended standard for wastewater facilities, P.O. Box., Albany, N.Y. 2014
6. ASTM E2060-22 – Standard Guide for Use of Coal Combustion Products for Solidification/Stabilization of Inorganic waste
https://webstore.ansi.org/standards/astm/astme206022?source=blog& ga=2.200265902.1492294653.1686633213-1420647057.1686633213& gl=1*1sznxpx* gcl au*MTMxMzc2MzMxMi4xNjg2NjMzMjEz
7. NSF P231-2003 – Microbiological water purifiers
https://webstore.ansi.org/standards/nsf/nsfp2312003?source=blog& ga=2.33389758.1492294653.1686633213-1420647057.1686633213& gl=1*12oakp6* gcl au*MTMxMzc2MzMxMi4xNjg2NjMzMjEz
8. NSF/ANSI 55-2021 – Ultraviolet microbiological water treatment systems
https://webstore.ansi.org/standards/nsf/nsfansi552021?source=blog& ga=2.24936250.1492294653.1686633213-1420647057.1686633213& gl=1*1uh8k6f* gcl au*MTMxMzc2MzMxMi4xNjg2NjMzMjEz
9. Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС организация эксплуатации и технического обслуживания нормы и требования, разработан Филиалом ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС», Москва 2009
10. СТО 70238424.27.100.031–2009 Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия поставки. Нормы и требования
11. ГОСТР 58580–2019 Полиоксихлорид алюминия, Москва 2019
12. ГОСТ Р 51642 Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности, Москва 2001
13. ГОСТ Р 52501 Вода для лабораторного анализа. Технические условия, Москва 2005
14. Веб сайт ТОО «Атырауского нефтеперерабатывающего завода»
[Главная страница | www.anpz.kz](http://www.anpz.kz)
15. Портал электронных закупок [Портал электронных закупок АО «ФНБ «Самрук-Қазына» \(sk.kz\)](#)
16. Sarmurzina R.G., Boiko G.I., Lyubchenko N.P., Karabalin U.S., Demeubayeva N.S. Alloys for the production of hydrogen and active aluminum oxide. News Natl. Acad. Sci. R. K. Ser. Geol. Tech. Sci., 1(451): 91-98
17. Sarmurzina, R.G.; Boiko, G.I.; Lyubchenko, N.P.; Karabalin, U.S.; Yeligbayeva, G.Z. Demeubayeva, N.S., (2022b). Hydrogen obtaining from the

- system activated aluminum – water. News Natl. Acad. Sci. R. K. Ser. Geol. Tech. Sci., 6(456): 196-213
18. ГОСТ Р 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб .
19. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» .Утверждены приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26)
20. ISO 5667-1:2006 "Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes", NEQ), ISO 5667-2:1991 "Water quality - Sampling -Part 2: Guidance on sampling techniques", NEQ), ISO 5667-3:2003 "Water quality - Sampling - Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples", NEQ).
21. Паукштис Е.А. Инфракрасная спектроскопия в гетерогенном кислотно-основном катализе, Новосибирск: Наука. Сиб. Отд., 1992. – 255 с. ;
22. K. Nakamoto, K., (2009). Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds, 6th. Ed. John Wiley and Sons Inc. https://books.google.kz/books/about/Infrared_and_Raman_Spectra_of_Inorganic.html?id=9t3h8pVgnyQC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=en&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false;
23. Э.Н. Юрченко, Г.Н. Кустова, С.С. Бацанов Колебательные спектры неорганических соединений, Наука, Новосибирск, 1981 г., 145 с.
24. Проект нормативов допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами Шымкентского нефтеперерабатывающего завода ТОО «Петро Казахстан Ойл продактс» в пруд – испаритель на период 2022-2026г., Астана 2022г
25. Казаков А.В. Обработка оборотной воды в системе водооборота на ООО «КИНЕФ»., Кириши 2003г
26. Белоконова Н.А., Корюкова Л.В. Опыт применения ИОМС -1 для подготовки подпиточной и сетевой воды, Екатеринбург 2003
27. А.В. Талалай, Б.Н. Шукайло, П.В. Коломиец, НПФ «МИОР», г. Северодонецк 2002
28. Майков В.М., Зайцев В.П., Макаренко И.Н., Сафронов И.А. Энерго и ресурсосберегающие технологии в процессах водоподготовки, Новосибирск 2005
29. Технологический регламент установки Водозабор, Атырау 2018

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию

Галиевой Айзады

7M07110 – «Химические процессы и производства химических материалов»

На тему: «Новые реагенты для очистки оборотной воды промышленных предприятий»

Эффективная очистка поверхностных, сточных и оборотных вод от природных и антропогенных загрязнителей является основной экологической задачей. Наиболее распространенным методом очистки больших объемов воды от грубодисперстных и коллоидных примесей является использование различных типов коагулянтов. Наиболее эффективным в настоящее время считается полиоксихлорид алюминия- коагулянт нового поколения.

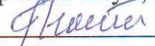
Целью работы А. Галиевой является испытание полиоксихлорида алюминия, полученного по новой методике его синтеза на основе активированных сплава алюминия Раи 98,5 на оборотной воде. В качестве объектов изучения были взяты оборотная вода с установки блока оборотной воды-1, блока оборотной воды-2 и реки «Жайык». А. Галиевой осуществлен анализ физико-химических характеристик и оптимальная дозировка предоставленными образцами полиоксихлоридами алюминия.

Оценена эффективность очистки анализируемых проб воды и определена оптимальная дозировка реагента полиоксихлорида алюминия. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что полиоксихлорид алюминия, полученный по новой методике из активированных сплавов алюминия эффективно очищают оборотную воду и воду с реки Жайык. Эффективность снижения мутности достигает 94,9–99,7%.

В соответствии с вышеизложенным считаю, что А. Галиева достойна положительной оценки и присуждения ей академической степени магистр.

Научный руководитель

д-р хим. наук, профессор

 Г.И. Бойко

«09» июня 2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)

Галиева Айзада Ерлановна
(Ф.И.О. обучающегося)

7M07110 – Химические процессы и производства химических материалов
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Новые реагенты для очистки оборотной воды промышленных предприятий»

Выполнено:

- а) графическая часть на 10 листах, из них 11 таблиц и 13 рисунков
- б) пояснительная записка на 27 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Тема диссертационной работы «Новые реагенты для очистки оборотной воды промышленных предприятий» весьма актуальна, так как направлена на оптимизацию водопользования с природных водоемов и производственных вод.

В данной диссертационной работе был осуществлен анализ научно-технической, зарубежной и отечественной литературы, а также проведен патентный поиск, и представлен в виде аналитического обзора к работе.

Осуществлен анализ оборотной воды установок производства глубокой переработки нефти и отобранной с р. Жайык, изучены ее физико-химические свойства до и после обработки полиоксихлоридами алюминия Rau-98,5.

Определены оптимальные дозы исследуемых полиоксихлоридов алюминия для вод разного состава и минерализации, обеспечивающих наилучший эффект осветления и увеличение срок службы воды.

Оценка работы

В целом магистерская работа соответствует всем необходимым стандартам, заслуживает оценки «отлично», рекомендуется к защите. А ее автор, Галиева Айзада Ерлановна заслуживает присвоения квалификации магистра по выбранной программе 7M07110 – Химические процессы и производства химических материалов.

Рецензент

К.т.н., ст. преподаватель кафедры физической химии,
катализа и нефтехимии КазНУ им. аль-Фараби



Батырбаева А.А.

14.06

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Галиева Айзада Ерлановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Новые реагенты для очистки оборотной воды промышленных предприятий

Научный руководитель: Галина Бойко

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата 14.06.2023г.

Заведующий кафедрой Kuleva
Kuleva M.M.