

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
Имени К. И. Сатпаева

Абдикалыков Ерлан Нуржанулы

«АЛЮМОСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
ПЛАСТОВЫХ, СТОЧНЫХ И ВОДООБОРОТНЫХ ВОД»

Дипломная работа

по образовательной программе 5В072100 – Химическая технологии  
органических веществ

Алматы 2019

СЭТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТИ



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ И  
БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИИ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПОЛИМЕРОВ

«Допущен к защите»  
Заведующий кафедрой д.х.н. проф.  
 Елигбаева Г. Ж.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «АЛЮМОСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
ПЛАСТОВЫХ, СТОЧНЫХ И ВОДООБОРОТНЫХ ВОД»

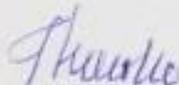
по образовательной программе 5В072100 – «Химические технологии  
органических веществ»

Выполнил выпускник



Абдикалыков Е. Н.

Научный руководитель



д.х.н. проф.

Бойко Г. И.

Алматы 2019

## РЕФЕРАТ

Дипломдық жұмыс 30 бет, 2 сурет, 12 кесте, 34 көз әдебиеттерден тұрады

Кілт сөздері: алюминий қосылысқан коагулянттар, энергоаккумуляторлаушы заттар, белсендірілген алюминий қорытпалары, пластық сулар

### *Жұмыс мақсаты мен міндеттемелері*

Аппараттық және технологиялық схемаларды өзгертпейтін жақсартылған тауарлық және техникалық сипаттамалары бар алюминийдің белсендірілген қорытпалары негізінде қабаттық, ағынды және айналым суларын тазарту үшін жаңа перспективалы алюминий қосылған коагулянттарды әзірлеу.

Алтыкөл (скв. №102), Ботахан (скв. №121) және Қаражанбас (скв. №897, скв. №1783, скв. №3817) кен орындарының қабаттық суларын белсендірілген алюминий қорытпасымен өңдегенде дейін және өңдегеннен кейінгі химиялық құрамы мен физикалық-химиялық сипаттамаларын кешенді салыстырмалы зерттеу. Оған қоса мұнайшламдары бұзылған «АМӨЗ» ЖШС-ның қосымша тұну тоғандарының (ҚТТ) тұнған суларына деэмульгатор мен белсендірілген алюминий қорытпаларың әсерін зерттеу.

### *Зерттеу әдістемелері мен аппаратурасы*

Заманауи аспаптық зерттеу әдістері: индуктивті-байланысқан плазмалы оптико-эмиссионды спектрометр Perkin Elmer США, ИСП-ОЭС Оптима 8000, рН-, ОВП метр Меттлер Толедо Seven Multi пайдаланылды.

### *Жұмыс нәтижелері және олардың практикалық қолданылуы*

Индуктивті-байланысқан плазмалы оптико-эмиссионды спектрометр көмегімен Алтыкөл (скв. №102), Ботахан (скв. №121) және Қаражанбас (скв. №897, скв. №1783, скв. №3817) кен орындарының қабаттық суларының зерттемелері жүргізілді. Анализ барысында бұл кен орындарының құрамында Na, K, Ca және Mg катиондарының, сондай-ақ Cl<sup>-</sup> аниондарының жоғары мөлшері анықталды.

Қабаттық және қосымша тұну тоғандарындағы (ҚТТ) МӨЗ ағынды суларына деэмульгатор және одан кейінгі белсендірілген алюминий қорытпаларымен өңдеу әсерін физикалық-химиялық сипаттамалары салыстырмалы зерттелді.

Алюминий қорытпасымен белсендірілген қабаттық және тұнбалы суды өңдеу негізгі тұз тұзуші Ca, Mg, Fe катиондарының құрамының айтарлықтай төмендеуіне және суыдың Eh көрсеткішінің азаюына әкеледі. Бұл белсендірілген алюминий қорытпасының сумен өзара әрекеттесу өнімдері алюминий гидроксидтерінің әртүрлі модификацияларын (бемит, псевдобемит, байерит) құрайтынын және өз кезегінде олар тамаша коагулянт-адсорбенттер болып табылып және "АМӨЗ" ЖШС-ның ағынды суларын тазарту үшін пайдаланылуы мүмкін екедігі жайлы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа состоит из 30 страниц, 2 рисунков, 12 таблиц, 34 источников

Ключевые слова: алюмосодержащие коагулянты, энергоаккумулирующие вещества, активированные сплавы алюминия, пластовые воды

### *Цель и задачи работы*

Создание нового поколения коагулянтов для очистки пластовых, оборотных и сточных вод и понижения их корродирующей активности, решение ряда серьезных экологических проблем в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли.

Комплексный сравнительный анализ химического состава и физико-химических характеристик пластовых вод месторождений Алтыкуль (скв. №102), Ботахан (скв. №121) и Каражанбас (скв. №897, скв. №1783, скв. №3817) до и после обработки активированным сплавом алюминия, а также отстойных вод после разрушения нефтешламов из прудов дополнительного отстоя (ПДО) ТОО «АНПЗ» воздействием деэмульгаторами и активированными сплавами алюминия Раи-85.

### *Использованные методы и аппаратура*

Современные инструментальные методы исследования: оптико-эмиссионный спектрометр индуктивно-связанной плазмы ICP-OES 8000 (Perkin Elmer, США), Оптима 8000, pH-, ОВП метр Меттлер Толедо Seven Multi.

### *Полученные результаты и их практическое использование*

Методом оптико-эмиссионной спектроскопии индуктивно-связанной плазмы осуществлен анализ пластовых вод нефтяных месторождений Алтыкуль (скв №102), Ботахан (скв №121) и Каражанбас (скв. №897, скв №1783, скв. №3817), выявлено, что данные месторождения характеризуются повышенным содержанием катионов Na, K, Ca и Mg, а также аниона Cl<sup>-</sup>.

Проведено сравнительное изучение физико-химических свойств пластовых вод, а также сточных вод НПЗ из прудов дополнительного отстоя (ПДО) воздействием деэмульгаторами и после обработки их активированным сплавом алюминия.

Выявлено, что обработка пластовой и отстойной воды активированным сплавом алюминия приводит к значительному снижению содержания основных солеобразующих катионов Ca, Mg, Fe, снижение Eh воды, в сторону более низких значений. Это позволяет сделать неоднозначный вывод о том, что продукты взаимодействия активированного сплава алюминия с водой образуют различные модификации гидроксидов алюминия (бемит, псевдобемит, байерит), которые являются прекрасными коагулянтами-адсорбентами и могут быть использованы для очистки сточных вод ТОО «АНПЗ».

## ABSTRACT

The thesis consists of 30 pages, 2 figures, 12 tables, 34 sources

Key words: aluminum-containing coagulants, energy-accumulating substances, activated aluminum alloys, formation water

### *Purpose and objectives of the work*

Creation of a new generation of coagulants for the purification of formation, circulating and waste waters and the reduction of their corrosive activity, the solution of a number of serious environmental problems in the oil-producing and refining industry.

Comprehensive comparative analysis of the chemical composition and physico-chemical characteristics of the formation waters of such fields: Altykul deposits (well No 102), Botakhan (well No 121) and Karazhanbas (well No. 897, well No. 1783, well No. 3817) before and after treatment activated aluminum alloy, as well as settling waters after the destruction of oil sludge from the ponds of additional sludge (PAS) of LLP «Atyrau refinery» by the action of demulsifiers and activated aluminum alloys Rau-85.

### *Methods and equipment which were used*

Modern instrumental methods of research: ICP-OES 8000 inductively coupled plasma optical emission spectrometer (Perkin Elmer, USA), Optima 8000, pH-, ORP Mettler Toledo meter Seven Multi.

### *The results obtained and their practical using*

The analysis of the formation waters of the Altykul oil fields (well No. 102), Botakhan (well No. 121) and Karazhanbas (well No. 897, well 1783, well 3838) was carried out by optical emission spectroscopy of inductively coupled plasma, it was found that these fields are characterized by a high content of cations Na, K, Ca and Mg, as well as the Cl<sup>-</sup> anion.

A comparative research of the physical and chemical properties of the formation waters, as well as refinery wastewater from the ponds of additional sludge (PAS) by demulsifiers and after their treatment with an activated aluminum alloy was carried out.

It was revealed that the treatment of formation and settling-vat waters with activated aluminum alloy leads to a significant decrease in the content of the main salt-forming cations Ca, Mg, Fe, a decrease in Eh of water, towards lower values. This allows us to make the ambiguous conclusion that the reaction products of activated aluminum alloy with water form various modifications of aluminum hydroxides (barnite, pseudobornite, bayerite), which are excellent coagulants-adsorbents and can be used for wastewater treatment in LLP "Atyrau refinery".

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
Основная часть	8
1.1 Общие сведения об сточных водах нефтеперерабатывающих заводов	8
1.1.1 Количество, состав и свойства производственных сточных вод	8
1.1.2 Виды сточных вод нефтеперерабатывающих заводов	9
1.2 Физико-химические основы коагулирования примесей воды	10
2 Методики выполненной работы	13
2.1 Исходные вещества и растворители	13
2.2 Приготовление растворов	14
2.3 Методика определения содержания механических примесей в нефти	14
2.4 Методика определения содержания воды в нефти	14
2.5 Спектрометрический метод определения катионов металлов в пластовой воде на оптико-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС)	15
3 Основные результаты	16
3.1 Анализ пластовых вод месторождений Алтыкуль, Ботахан и Каражанбас	16
3.1.1 Определение физико-химических характеристик пластовых вод	16
3.1.2 Анализ пластовых вод на содержание солеобразующих катионов и анионов	18
3.2 Анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ"	19
3.2.1 Физико-химические свойства и анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после деэмульсации ДЭ «Атырау» на содержание анионов	20
3.2.2 Физико-химические свойства и анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после обработки активированным сплавом алюминия	20
3.2.3 Анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после деэмульсации ДЭ «Атырау» на содержание солеобразующих катионов	21
3.2.4 Анализ отстойной воды после обработки нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после обработки активированным сплавом Al на содержание солеобразующих катионов	21
4 Безопасность и охрана труда	23
4.1 Пожарная безопасность	23
4.2 Хранение реактивов. Химическая устойчивость	24
5 Экология	26
Заключение	27
Список использованной литературы	28

## ВВЕДЕНИЕ

*Обоснование актуальности темы дипломной работы.* Нефтеперерабатывающая промышленность относится к отраслям народного хозяйства с наиболее высоким водопотреблением. Поэтому решение вопросов рационального использования воды и повышение качества очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, имеет особо важное значение и требует совершенствования нынешних систем водоснабжения и канализации [1]. Следует подчеркнуть, что на современных нефтеперерабатывающих заводах внедряются новые водохозяйственные системы с максимально возможным уменьшением водопотребления и водоотведения. Достигается это созданием новых технологических схем переработки сырья, повторным использованием очищенных производственных и ливневых сточных вод, а также применением вместо теплообменников аппаратов воздушного охлаждения [2].

*Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы.* При очистке производственных сточных вод наиболее распространенным и доступным методом является с использованием минеральных коагулянтов (солей алюминия и железа) и флокулянтов. Самыми востребованными среди реагентов, используемых для коагуляционной очистки сточных вод, являются неорганические коагулянты. Это обусловлено множеством причин, главными из которых являются доступность, высокая эффективность и наличие большой сырьевой базы [3].

*Цель и задачи.* Создание нового поколения коагулянтов для очистки пластовых, оборотных и сточных вод и понижения их корродирующей активности, решение ряда серьезных экологических проблем в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли.

Комплексный сравнительный анализ химического состава и физико-химических характеристик пластовых вод месторождений Алтыкуль (скв. №102), Ботахан (скв. №121) и Каражанбас (скв. №897, скв. №1783, скв. №3817) до и после обработки активированным сплавом алюминия, а также отстаивных вод после разрушения нефтешламов из прудов дополнительного отстоя (ПДО) ТОО «АНПЗ» воздействием деэмульгаторами и активированными сплавами алюминия Rau-85.

*Объект дипломной работы.* Активированный сплав алюминия Rau-85, содержащий металлы-активаторы: галлий, индий, олово (по 5 мас%), пробы пластовой воды, отобранные с месторождений Каражанбас (скважины № 3817, № 897, № 1783), Алтыкуль скв. №102, Ботахан скв. № 121, отстаивные воды после разрушения нефтешламов ПДО ТОО «АНПЗ»

## Основная часть

### 1.1 Общие сведения об сточных водах нефтеперерабатывающих заводов

#### 1.1.1 Количество, состав и свойства производственных сточных вод

Расход воды на переработку 1 т нефти при температурном перепаде подаваемой и отводимой воды 25°C составляет в среднем при топливной схеме переработки нефти 30-40 м<sup>3</sup>, при топливно-масляно-парафиновой схеме переработки нефти 50-60 м<sup>3</sup> и при комплексной переработке нефти и газа с изготовлением синтетических продуктов (нефтехимические заводы) 100-120 м<sup>3</sup>. Сюда не входит вода, потребляемая ТЭЦ завода, вместе же с ТЭЦ расход воды на нефтеперерабатывающих заводах увеличивается до 125 м<sup>3</sup> на 1 т нефти [4].

Отмечается [5], что основное количество воды, в среднем 90 %, расходуется на конденсацию и охлаждение нефтепродуктов в поверхностных аппаратах (конденсаторах и холодильниках) через металлическую стенку, конденсацию пара, охлаждение цилиндров компрессоров и рубашек насосов. Вода при этом только нагревается до 45 °С, а не загрязняется, так как не соприкасается с нефтью и нефтепродуктами. Вода, применяемая для конденсации и охлаждения нефтепродуктов через металлическую стенку, относится к группе условно чистых вод и должна быть полностью использована для оборотного водоснабжения.

Расход воды на конденсацию пара для создания вакуума в барометрических конденсаторах смещения вакуумных колонн атмосферно-вакуумных трубчаток (АВТ) путем непосредственного соприкосновения воды с парами нефтепродуктов и газов составляет в среднем 2,5%. На промывку продуктов, приготовление раствора реагентов и др. расходуется около 1 % воды, которая загрязняется нефтепродуктами, парафином и жирами. Эту воду отводят в систему канализации завода.

Расход воды на прочие нужды составляет около 6,5 % от общего потребления воды заводом. Часть этой воды (около 3,5 %) поступает в систему оборотного водоснабжения для продувки и пополнения потери воды на испарение и унос ветром в охладительных сооружениях, остальная вода используется для промывки технологических аппаратов, лотков резервуаров, полов в зданиях технологических установок и насосных станций, а также рабочих площадок сливных и наливных эстакад. Эта вода относится к группе загрязненных сточных вод и поступает в канализацию [5].

На рисунке 1 [4] показана фотография капли сточной воды НПЗ, прошедшей нефтеловушку и представляющей собой нефтяную эмульсию, т.е. механическую смесь нефти и воды, причем нефть находится в воде в виде мелко раздробленных капелек. Эти капельки не сливаются друг с другом и поэтому не отделяются от воды [6].

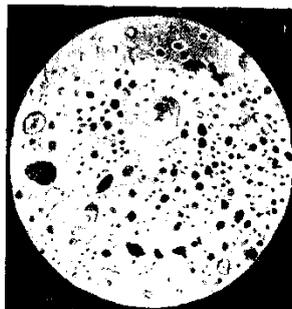


Рисунок 1 – Снимок капли сточной воды, содержащий 84 мг/л эмульгированных нефтепродуктов (увеличенный в 1800 раз)

### 1.1.2 Виды сточных вод нефтеперерабатывающих заводов

На территории НПЗ, как правило, разделяют производственные, атмосферные и бытовые сточные воды.

Производственные сточные воды образуются в результате обезвоживания нефти, поступающей на переработку с содержанием воды до 2 %, а иногда и более, и за счет воды, использованной при переработке нефти и ее продуктов [7].

Бытовые сточные воды поступают от умывальников, душей, уборных и смыва полов административных зданий и бытовых помещений [8].

Атмосферные воды образуются вследствие выпадения атмосферных осадков на проезды, площадки технологических установок и резервуарных парков, а также на другие площади заводской территории.

Производственные сточные воды на нефтеперерабатывающих заводах разделяются на загрязненные и условно чистые [9].

По характеру основных загрязнений производственные сточные воды современных нефтеперерабатывающих заводов разделяются на следующие виды [10]:

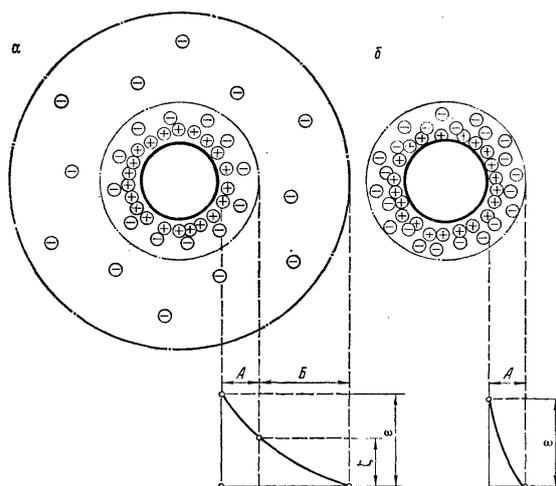
- 1) содержащие нефть, нефтепродукты и механические примеси минерального характера (общие производственно-ливневые стоки завода);
- 2) содержащие эмульгированную нефть, растворенные минеральные соли и твердые механические примеси;
- 3) содержащие серную кислоту, ее соли и сернистый газ;
- 4) содержащие сернистые щелочи (сульфиды и гидросульфиды натрия, меркаптаны и фенолы);
- 5) содержащие этиловый, метиловый и бутиловый спирты, формальдегид и другие органические соединения от химических цехов по производству синтетического этилового спирта (СЭС);
- 6) содержащие жирные кислоты и парафин;
- 7) содержащие загрязнения особых видов (тетраэтилсвинец, радиоактивные вещества, фенол и др.);
- 8) содержащие загрязняющие примеси от производства катализаторов.

## 1.2 Физико-химические основы коагулирования примесей воды

Методы механической очистки позволяют выделять из воды частицы нефтепродуктов размерами, как правило, от 10 мкм и более. Оставшиеся в воде чрезвычайно малые по размерам дисперсные примеси образуют весьма устойчивую коллоидную (эмульсионную) систему. Агрегативная устойчивость такой дисперсной системы определяется степенью дисперсности, поверхностными и электрокинетическими свойствами частиц, а также наличием других примесей (электролитов, поверхностно-активных и иных веществ). Одним из распространенных методов нарушения агрегативной устойчивости таких систем является *коагуляция*, под которой понимается процесс образования в системе из мелких частиц более крупных агрегатов, легко удаляемых из воды механическими методами [11].

В широком плане коагуляция дисперсных систем может быть осуществлена различными способами, выбор которых обусловлен действующими на устойчивость систем факторами и экономическими соображениями [1] (период. изд.). Для очистки воды наибольшее распространение получила *гетерокоагуляция*, в основе которой лежит взаимодействие мелкодисперсных и коллоидных частиц с агрегатами, образующимися при введении в воду коагулянтов – солей, способных образовывать мелкокристаллические или аморфные структуры, малорастворимые в воде [12].

Механизм коагуляции, и прежде всего гетерокоагуляции, во многом определяется электрокинетическими свойствами дисперсной системы [13]. Эмульсионные (коллоидные) частицы адсорбируют находящиеся в воде ионы преимущественно одного знака, которые значительно понижают свободную поверхностную энергию частиц. Ионы, непосредственно прилегающие к поверхности частицы, образуют так называемый *адсорбционный слой*. В этом слое может находиться также небольшое число противоположно заряженных ионов, суммарный заряд которых все же не компенсирует заряда поверхностных ионов. Вследствие этого на границе адсорбционного слоя создается электрический заряд и вокруг частицы с адсорбционным слоем (гранулы) образуется *диффузный слой*, в котором находятся противоположно заряженные ионы, компенсирующие заряд гранул. Гранула вместе с диффузным слоем называется *мицеллой* (рисунок 2) [13]. Напряженность электрического поля мицеллы изменяется от максимального значения на границе частиц до нуля на границе диффузного слоя. Потенциал на границе частиц называется *термодинамическим потенциалом* ( $\varepsilon$ -потенциалом). Он равен сумме зарядов всех поверхностных ионов. На границе адсорбционного слоя потенциал уменьшается на сумму зарядов находящихся в адсорбционном слое противоположно заряженных ионов. Потенциал на границе адсорбционного слоя называется *электрокинетическим потенциалом* ( $\zeta$ -потенциалом) [14].



а –  $\zeta = 0,03$  В; б –  $\zeta = 0$  А – адсорбционный слой; Б – диффузионный слой.  
Рисунок 2 – Строение мицеллы в коллоидных (эмульсионных) системах

Количественное значение  $\zeta$  - потенциала определяют по скорости электрофореза (перемещения частицы в электрическом поле). В отсутствие внешнего электрического поля центры положительных и отрицательных зарядов двойного слоя мицеллы совпадают. При наложении электрического поля происходит поляризация двойного ионного слоя и коллоидная частица перемещается к электроду, имеющему противоположный заряд. При этом  $\zeta$  - потенциал частицы связан с линейной скоростью перемещения и параметрами среды зависимостью

$$\zeta = 4\pi\mu u / (\alpha E), \quad (1)$$

где  $u$  – линейная скорость, м/с;  $E$  – напряженность электрического поля, В/м;  $\mu$  – динамическая вязкость дисперсной среды, Па · с;  $\alpha$  – диэлектрическая проницаемость среды [15].

В большинстве случаев частицы примесей сточных вод заряжены отрицательно и имеют  $\zeta$  - потенциал от 10 мВ до нескольких десятков милливольт. В зависимости от активной реакции среды он существенно изменяется и даже претерпевает перезарядку [16].

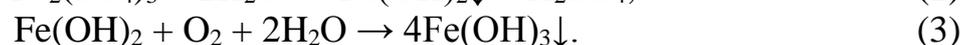
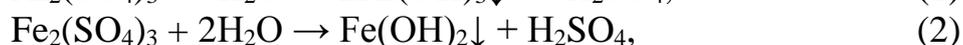
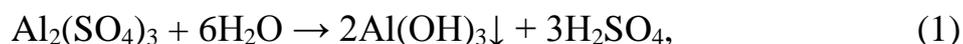
Наряду с силами отталкивания между коллоидными (эмульсионными) частицами действуют межмолекулярные силы взаимного притяжения, которые проявляются на небольших расстояниях. При уменьшении  $\zeta$  - потенциала частиц силы отталкивания уменьшаются, и становится возможным процесс соединения частиц под влиянием сил притяжения – процесс коагуляции. Силы взаимного притяжения между частицами эмульсии (коллоидов) начинают преобладать над электростатическими силами отталкивания при  $\zeta$  - потенциале менее 30 мВ. При  $\zeta$  - потенциале, равном нулю, коагуляция идет с максимальной интенсивностью, и это

состояние системы называется *изоэлектрическим*, а соответствующее ему значение pH называется *изоэлектрической точкой* [17].

При гетерокоагуляции сточных вод в настоящее время широко используют неорганические коагулянты в виде солей алюминия и железа. С их помощью решаются следующие технологические задачи по очистке воды:

- 1) снижение агрегативной устойчивости дисперсной системы под действием электролита (введенной соли);
- 2) сорбция ионов на поверхности частиц;
- 3) образование в результате химической реакции нового малорастворимого соединения, которое является центром образования хлопьевидных структур, включающих частицы эмульсионной (коллоидной) системы.

В результате гидролиза солей алюминия и железа в воде образуются малорастворимые гидроксиды алюминия и железа [18]:



Образующиеся при этом кислоты должны нейтрализоваться щелочами. Частично это может происходить за счет щелочного резерва сточной воды, обусловленного, например, наличием бикарбонатов:



В целях уменьшения расходов коагулянтов процесс коагуляции следует осуществлять в диапазоне оптимальных значений pH: для  $\text{Al}(\text{OH})_3$  – от 4,5 до 7; для  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  – от 8,5 до 10,5; для  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – от 4 до 6 и от 8 до 10 [19].

## 2 Методики выполненной работы

### 2.1 Исходные вещества и растворители

Реагент Рау-85 (активированный сплав алюминия).

Вода дистиллированная (H<sub>2</sub>O). по ГОСТ 6709-72.

Натрий хлористый (NaCl). Бесцветные кристаллы.  $d=2,17$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho=2,165$  г/см<sup>3</sup>,  $t_{пл}=800,8$  °С,  $t_{кип}=1465$  °С, растворимость в воде 35,9 г/100 мл [20]. Использовали после прокалывания до постоянного веса.

Магния хлорид 6-водный (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O). ГОСТ 4209-77;  $t_{пл}=713$  °С,  $t_{кип}=1370$  °С, растворяется в воде. Использовали без дополнительной очистки [20].

Кальция хлорид безводный (CaCl<sub>2</sub>), ГОСТ 450-77;  $t_{кип}=1935$ °С,  $t_{пл}=772$ °С,  $\rho=2,16$  растворим в воде, 74,5 г/100 мл при 20°С. Использовали без дополнительной очистки [20].

Натрия сульфат (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Бесцветные кристаллы, ГОСТ 4166-76; растворим в воде 21,9% по массе (25 °С),  $t_{пл}=884$ °С,  $t_{кип}=102,88$ °С. Использован без дополнительной очистки [20].

Трилон Б (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O<sub>8</sub>N<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>\*2H<sub>2</sub>O). ГОСТ 10652-73;  $t_{пл}=252$ °С, растворим в воде 10,8 % по массе в воде при 20 °С [20].

Сульфат калия (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). ГОСТ 4145-74; белое кристаллическое вещество,  $\rho=2,66$  г/см<sup>3</sup>.  $t_{пл}=1069$  °С,  $t_{кип}=1689$  °С, негорючее, растворим в воде (20 °С) 11.1 г/100 мл [20].

Кислота серная (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) – мол.м. 98,082; бесцв. маслянистая жидкость без запаха. Очень сильная двухосновная к-та,  $t_{кип}=338,8$  °С. Смешивается с водой и SO<sub>3</sub> во всех соотношениях [20].

Магния сульфат (MgSO<sub>4</sub>), ГОСТ 4523-77; бесцветные кристаллы,  $\rho=2,66$  г/см<sup>3</sup>, растворим в воде 33, 7 г. в 100 г воды при 20°С,  $t_{кип}=108$ °С [21].

Барий хлористый (BaCl<sub>2</sub>). ГОСТ 4108-72,  $\rho=3,92$  (20 °С) г/см<sup>3</sup>,  $t_{пл}=962$  °С,  $t_{кип}=1560$  °С, раств. в воде 36,2 г/100 мл (20°С) [20].

Натрия гидроксид (NaOH). ГОСТ 4328-77; бесцветные кристаллы;  $t_{кип}=1403$  °С,  $t_{пл}=323$  °С,  $\rho=2,02$  г/см<sup>3</sup>; растворим 52,2% по массе в воде при 20°С [20].

Кислота азотная (HNO<sub>3</sub>) – мол.м. 63,016, бесцв.жидкость, сильная одноосновная к-та,  $t_{кип}=120,7$  °С, ограниченно растворяется в эфирах [20].

Толуол (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>) – мол.м. = 92,14; бесцветная жидкость с ароматическим запахом;  $t_{пл}=-94,99$  °С,  $t_{кип}=110,62$  °С;  $d_4^{20}=0,8669$ , Смешивается со спиртами, углеводородами, хорошо растворяется в большинстве органических растворителях. Образует азеотропные смеси с водой, метанолом, уксусной кислотой и др. [20].

Метилловый оранжевый (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>SNa), индикатор; готовят по ГОСТ 4919.1-77 [20].

## 2.2 Приготовление растворов

Кислота хлористоводородная, раствор 0,1 N (готовится из фиксанала). Натрия гидроксид, раствор 20%, 100 г натрия гидроксида растворяют в 500 мл воды дистиллированной.

Трилон Б, раствор 0,05 моль/дм<sup>3</sup> эквивалента. 9,307 г трилона Б помещают в мерную колбу объемом 1000 мл, приливают 150-200 мл воды дистиллированной, растворяют при нагревании на водяной бане. После растворения охлаждают и доводят объем дистиллированной водой до метки, фильтруют [21]. Либо готовят из фиксанала.

Сульфат калия, раствор 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. 0,4357 г сульфата калия, предварительно высушенного в течение 2 ч при 105-110 °С, переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Магния сульфат, раствор 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (готовят из фиксанала) [2] (период. изд.).

Гидроксид натрия, 1 моль/дм<sup>3</sup>. 40 г гидроксида натрия растворяют в 1 дм<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Метиловый оранжевый, раствор 0,1%. 0,1 г метилового оранжевого растворяют в 100 мл воды дистиллированной.

## 2.3 Методика определения содержания механических примесей в нефти

Определяли содержания механических примесей в нефти по ГОСТ 6370-83 [24]. Настоящий стандарт распространяется на нефть, жидкие нефтепродукты и присадки и устанавливает метод определения механических примесей. Настоящий стандарт не распространяется на пластичные смазки и битумы. Сущность метода заключается в фильтровании испытуемых продуктов с предварительным растворением медленно фильтрующихся продуктов в бензине или толуоле, промывании осадка на фильтре растворителем с последующим высушиванием и взвешиванием [22].

## 2.4 Методика определения содержания воды в нефти

Содержание воды в нефти определяли в соответствии с ГОСТ 2477-65 [23]. Стандарт устанавливает метод определения воды в нефти, жидких нефтепродуктах, пластичных смазках, парафинах, церезинах, восках, гудронах и битумах. Сущность метода состоит в нагревании пробы нефтепродукта с нерастворимым в воде растворителем и измерении объема сконденсированной воды. Стандарт не распространяется на битумные эмульсии.

## **2.5 Спектрометрический метод определения катионов металлов в пластовой воде на оптико-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES)**

Для определения элементов в исследуемых пластовых водах использовали оптико-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICP-OES 8000(PerkinElmer, США) [25, 26].

Ядро оптической системы состоит из двойного дешевле монохроматора с двойным охлаждаемым CCD – детектором с боковой подсветкой. Система специально разработана для ИСП-ОЭС. Управляемая компьютером передающая оптика направляет излучение от плазмы в монохроматор. Камера оптики герметизирована и постоянно продувается высокочистым азотом. Сигналы на требуемой аналитической длине волны измеряются с использованием технологии CCD-сканирования (CCD – charge coupled device, УСЗ – устройство связанного заряда) с одновременным измерением эмиссии фона и спектра неона для эффективной коррекции длины волны.

Метод позволяет регистрировать интенсивность излучения, испускаемого элементами в пробе, помещенной в индуктивно - связанную плазму. Измеренные значения интенсивности эмиссии элемента в пробе с неизвестной концентрацией сравниваются со значениями интенсивности стандартов с известной концентрацией [24].

Анализ образцов проб воды проводили при следующих параметрах работы оптико-эмиссионного спектрометра: плазмообразующий поток 15 л/мин; мощность 1300 Вт; вспомогательный поток 0,5 л/мин; расход образца 1,50 мл/мин; распыляющая камера Скотта.

*Приготовление образцов проб воды для оценивания.* В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> отбирали пипеткой 1 см<sup>3</sup> пластовой воды и объем доводили до 100 см<sup>3</sup> раствором 2%-ной азотной кислоты.

*Приготовление калибровочных растворов.* Для приготовления калибровочных растворов Na, K, Ca, Mg, Fe, Ba, Li, Si, Sr, V с концентрацией 1 мг/дм<sup>3</sup>, 50 мг/дм<sup>3</sup> и 100 мг/дм<sup>3</sup>, использованы одноэлементные стандартные растворы Na, K, Ca, Mg, Fe, Ba, Li, Si, Sr, V с концентрацией 1000 мг/дм<sup>3</sup> в 2%-ной азотной кислоте PerkinElmer, США. В мерную колбу объемом 100 мл добавляли 0,1 мл, 5 мл и 10 мл стандартного образца соответственно и доводили до метки раствором 2%-ной азотной кислоты, перегнанной на системе очистки кислот BSB-939-IR. Длин волн, по которым регистрировали интенсивности аналитических сигналов определяемых элементов, указаны в таблице [27, 28].

### 3 Основные результаты

#### 3.1 Анализ пластовых вод месторождений Алтыкуль, Ботахан и Каражанбас

Анализ литературных данных свидетельствуют о широких возможностях физико-химических методов очистки воды, основанных на использовании коагулянтов, которые не имеют альтернативы с технологических и экономических позиций благодаря высокой эффективности, относительной простоте, универсальности и надежности применения [3, 29, 30].

Значимость исследований заключается в решении важной в теоретическом и практическом аспекте задачи, возможности применения активированных сплавов алюминия Раи в качестве адсорбентов-коагулянтов с регулируемыми физико-химическими свойствами.

В связи с изложенным, было целесообразно проведение исследований по изучению химического состава пластовых вод месторождений Западного Казахстана.

##### 3.1.1 Определение физико-химических характеристик пластовых вод

Результаты исследования физико-химических свойств пластовых вод месторождений Алтыкуль, Ботахан и Каражанбас до и после обработки активированным сплавом алюминия приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики пластовых вод

Месторождение	Скважина №	pH	ОВП, мВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Общая минерализация, мг/л
Алтыкуль	102	4,1	175,1	1158	184711
Ботахан	121	6,8	16,8	1140	215600
Каражанбас	897	6,4	46,6	1034	20419
	1783	7,2	-7,5	1023	27512
	3817	6,5	36,1	1027	16374

В таблице 2 представлены анализы физико-химических свойств пластовых вод месторождений Алтыкуль, Ботахан и Каражанбас после обработки реагентом Раи-85

Таблица 2 – Физико-химические характеристики пластовых вод после обработки реагентом Rau-85

Месторождение	Скважина №	pH	ОВП, мВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Общая минерализация, мг/л
Алтыкуль	102	4,8	123,6	1164	180179,7
Ботакан	121	4,4	278,8	1172	179135,8
Каражанбас	897	5,9	62,7	1033	36896
	1783	6,7	15,2	1023	57057
	3817	4,9	119,1	1031	30627,1

Проанализированные пластовые воды (таблица 1,2), согласно классификации подземных вод, по уровню минерализации представляют собой рассолы с общей минерализацией от 184711,0 мг/л для скв. №102 м. Алтыкуль до 215600 мг/л для скв. №121 м. Ботакан. Показатели pH пластовых вод изменяются от 4,1 на м. Алтыкуль скв. №102 до pH 6,8 для м.Ботакан №121 (таблицы 1,2). Плотность пластовых вод колеблется от 1034 до 1160 кг/м<sup>3</sup>, что также указывает на высокую минерализацию изучаемых пластовых вод. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) изменяется от 16,8 мВ для скв. № 121 м. Ботакан до 175,1 мВ для скв. №102 м. Алтыкуль, что позволяет отнести данные воды к восстановительным средам [15]. Можно предположить, что данные месторождения подвержены большому риску к отложению хлорида натрия (галита), особенно на поздней стадии разработки нефтегазовых месторождений [13].

Значение pH пластовых вод до обработки варьируется от 4,1 на м. Алтыкуль скв. №102 до pH 7,2 на м. Каражанбас скв. №1783. Плотность пластовых вод колеблется от 1034 до 1160 кг/м<sup>3</sup>, это также указывает на то, что исследуемые пластовые воды высокоминерализованные. ОВП (окислительно-восстановительный потенциал) пластовых вод изменяется от -7,7 мВ для скв. № 1783 м. Каражанбас до 175,1 мВ для скв. №102 м. Алтыкуль, что позволяет отнести данные воды к восстановительным средам. Снижение окислительно-восстановительного потенциала в сторону более низких значений связано с реакциями ионного обмена и адсорбции на поверхности гидроокиси алюминия, поскольку известно, что продукты активированных сплавов алюминия с водой являются прекрасными адсорбентами и могут быть использованы для очистки воды различного назначения. Опираясь на полученные данные, предполагаем, что адсорбция на гидроокиси алюминия протекает избирательно.

### 3.1.2 Анализ пластовых вод на содержание солеобразующих катионов и анионов

Методом оптико-эмиссионной спектроскопии индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES) осуществлен комплексный анализ пластовых вод на содержание солеобразующих элементов Na, K, Ca, Mg, Fe, Ba, Li, Si, Sr, V, а также анионов до и после обработки их активированным сплавом алюминия. Результаты представлены в таблицах 3-6.

Таблица 3 – Содержание катионов в исходных пластовых водах

Место-рождение	Скважина №	Определяемые элементы, мг/дм <sup>3</sup>									
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Ba	Li	Si	Sr	V
Алтыкуль	102	85290	535,8	4482	1847	7,4	13,5	2,2	25,2	151,5	3,45
Ботахан	121	101800	640	3380	160	-	20	3	1	120	-
Каражанбас	897	17520	120	1700	520	20	20	-	260	70	-
	1783	11500	80	1130	350	-	10	-	330	50	-
	3817	14280	80	1100	400	-	20	-	320	50	-

В таблице 4 показаны содержания катионов в пластовых водах после обработки реагентом Rau-85.

Таблица 4 – Содержание катионов в пластовых водах после обработки реагентом Rau-85

Месторождение	Скважина №	Определяемые элементы, мг/дм <sup>3</sup>										
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Ba	Li	Si	Sr	V	Al
Алтыкуль	102	84330	-	4039	1721	2,8	9,1	-	-	150,4	0,07	9,1
Ботахан	121	86070	37,9	3341	157	-	16,6	-	-	119,4	-	-
Каражанбас	897	16830	-	1669	514,1	17,2	13,9	-	-	64,1	-	16,1
	1783	11450	-	1126	344,5	-	9,7	-	-	46,7	-	10,79
	3817	13900	-	1019	395	-	9,6	-	-	47,8	-	20,1

В качестве солеобразующих катионов пластовые воды содержат натрий, калий, кальций, магний, железо, барий, литий, стронций, ванадий и кремний. Пластовые воды характеризуются повышенным содержанием катионов Na, K, Ca и Mg. Присутствие в пластовых водах ионов Mg и Fe свидетельствует об их высокой коррозионной активности.

В результате обработки воды реагентом Rau-85 наблюдаются следующие изменения: в исходной воде содержание Fe<sub>общ</sub> было 7,4 мг/л, после обработки уменьшилось и составило 2,8 мг/л. Содержание ионов Mg до обработки 1847 мг/л, после обработки реагентами Rau-85 уменьшилось до 1721 мг/л. Полученные данные подтверждают высокую адсорбционную

способность к ионам калия, кремния и железа, среднюю к ионам магния, низкую к ионам кальция и натрия.

Результаты анализа химического состава образцов проб пластовых вод на содержание анионов до и после обработки активированным сплавом алюминия (реагент Рау-85) приведены в таблицах 5,6.

Таблица 5 – Содержания анионов в пластовых водах

Месторождение	Скважина	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л
Алтыкуль	102	2	92352,97	-	3,05
Ботахан	121	14	105950	-	17
Каражанбас	897	-	20,041	-	189
	1783	4	13450	-	306
	3817	27	16126	-	122

Таблица 6 дает нам представление о количестве анионов в пластовых водах после обработки реагентом Рау-85.

Таблица 6 – Содержания анионов в пластовых водах после обработки реагентом Рау-85

Месторождение	Скважина	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л
Алтыкуль	102	-	90089,7	-	0,3
Ботахан	121	-	89568	-	0,25
Каражанбас	897	-	18397	-	102
	1783	-	28417	-	223
	3817	-	15313,1	-	0,89

На основании данных таблиц 5,6 наблюдается общее уменьшение содержания анионов в пластовых водах всех месторождений после обработки пластовых вод Рау-85. Так, содержание ионов Cl<sup>-</sup> уменьшается с 92352,97 мг/л до 90089,7 мг/л, анионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> с 3,05 мг/л до 0,3 мг/л для месторождения Алтыкуль скважина № 102.

### 3.2 Анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ"

Отбор проб нефтешламов регламентирован ГОСТ 2517-2012. Пробы отбирали пробоотборником с трех уровней: верхнего, среднего и нижнего. Верхний уровень отбора пробы на 250 мм ниже поверхности нефтепродукта, средний - середина высоты столба жидкости, нижний уровень – на 250 мм выше дна ПДО.

Разрушение водонефтяных эмульсий осуществляли двумя путями: с применением классического способа деэмульсации обработкой промышленно выпускаемыми деэмульгаторами (ДЭ «Атырау») и путем термогазохимического воздействия композиционными составами,

содержащими ЭАВ на основе активированного сплава алюминия состава: Al:In:Ga: Sn=85:5:5:5 (сплав Rau-85).

### 3.2.1 Физико-химические свойства и анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после деэмульсации ДЭ «Атырау» на содержание анионов

Таблица 7 – Результаты анализа отстойной воды, выделенной из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" (конечный отсек, январь 2018 г) после деэмульсации ДЭ «Атырау»

Пластовая вода	pH	Eh мВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Общая минерализация, мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л
Верхний слой	7,8	-56,6	1047	3670,6	-	1769,8	-	65,5
Средний слой	7,2	-77,2	1022	3327,4	-	1606,2	-	57,5
Нижний слой	7,3	-18,8	1012	3182,4	-	1535,8	-	55,4

Содержание катионов в отстойных водах прошедших деэмульсацию сильно ниже, чем в водах до деэмульсации. Однако содержание катионов все еще превышает пределы безопасного сброса сточных вод. Содержание ионов Са в водах конечного отсека для верхнего слоя составляет 350,3 мг/дм<sup>3</sup>, ионов Mg – 163,4 мг/дм<sup>3</sup>, ионов Fe – 102,2 мг/дм<sup>3</sup>.

### 3.2.2 Физико-химические свойства и анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после обработки активированным сплавом алюминия

Таблица 8 – Результаты анализа отстойной воды, выделенной из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" (конечный отсек, январь 2018 г) после обработки активированным сплавом Al

Пластовая вода	pH	Eh мВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Общая минерализация, мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л
Верхний слой	6,9	12,2	1003	1558,4	-	755,9	-	23,3
Средний слой	7,5	19,2	998	1371,6	-	670,6	-	15,2
Нижний слой	7,4	72,4	997	1328	-	651,9	-	12,1

Сравнительный анализ таблицы 8 свидетельствует о значительном понижении общей минерализации после обработки отстойной воды активированным сплавом алюминия для верхнего слоя 3670 мг/л после разрушения нефтешлама деэмульгаторами и 1558 мг/л после обработки реагентом (конечный отсек).

### 3.2.3 Анализ отстойных вод, выделенных из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после деэмульсации ДЭ «Атырау» на содержание солеобразующих катионов

Таблица 9 – Результаты анализа отстойной воды, выделенной из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" (конечный отсек, январь 2018 г) после деэмульсации ДЭ «Атырау»

Пластовая вода	Элементы, мг/дм <sup>3</sup>									
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Ba	Si	Sr	V	Al
Верхний уровень	1103	77,5	350,3	163,4	102,2	23,7	15,2	-	следы	-
Средний уровень	996,4	60,2	330,1	150,3	88,7	24,2	13,8	-	следы	-
Нижний уровень	980,2	55,6	320,3	120,5	80,1	23,2	11,3	-	следы	-

Результаты анализа отстойной воды на содержание солеобразующих катионов после деэмульсации ДЭ «Атырау» таблицы 9 согласуются с данными по физико-химическим характеристикам. Отстойные воды конечного отсека сильно обогащены солями натрия, кальция и магния.

### 3.2.4 Анализ отстойной воды после обработки нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" после обработки активированным сплавом Al на содержание солеобразующих катионов

Таблица 10 – Результаты анализа отстойной воды, выделенной из нефтешламовой эмульсии ПДО ТОО "АНПЗ" (конечный отсек, январь 2018 г) после деэмульсации ДЭ «Атырау»

Пластовая вода	Элементы, мг/дм <sup>3</sup>									
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Ba	Si	Sr	V	Al
Верхний уровень	562,3	20,3	72,1	18,1	87,8	18,6	-	-	следы	-
Средний уровень	488,5	15,6	71,2	16,5	74,8	19,2	-	-	следы	-
Нижний уровень	485,5	14,5	65,8	13,2	66,2	18,8	-	-	следы	-

При сравнительном анализе таблиц 9 и 10 выявлено, что обработка отстойной воды активированным сплавом алюминия приводит к значительному снижению содержания основных солеобразующих катионов,

что позволяет сделать неоднозначный вывод о том, что продукты взаимодействия активированного сплава алюминия с водой образуют различные модификации гидроксидов алюминия (бемит, псевдобемит, байерит), которые являются прекрасными коагулянтами-адсорбентами и могут быть использованы для очистки сточных вод ТОО «АНПЗ».

## **4 Безопасность и охрана труда**

Охрана труда (ОТ) - система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических, лечебно-профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность, здоровье и работоспособность человека а процессе труда [31].

Задача ОТ - свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются опасными и вредными факторами. Опасные производственные факторы - факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводят к травме или другим профессиональным заболеваниям. Вредным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Опасные - движущиеся детали механизмов, раскаленные тела. Вредные - воздух, примеси в нем, теплота, недостаточное освещение, шум, вибрация, ионизирующее лазерное и электромагнитное излучения.

Эта работа была сделана в соответствии со всеми законами, к которым относится: Кодекс труда 15 мая 2007 года № 251-III, Закон «О пожарной безопасности», OHSAS 18001-99 Системы управления охраны здоровья и безопасностью персонала требования, ILO-OSN 2001 «Руководство МОТ по созданию системы управления охраной труда организации».

Полностью безопасных и безвредных производственных процессов не существует. Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

При выполнении работы в лаборатории, необходимо уделять большое внимание соблюдению норм и правил техники безопасности.

Таким образом, задачей службы охраны труда является выполнение комплекса мероприятий правового, организационного, технического и санитарно-гигиенического характера, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда на производстве. Организационные и правовые мероприятия направлены на осуществление трудового законодательства на основе Конституции, Кодекса законов о труде, правил, норм и инструкций по технике безопасности.

Мероприятия по охране труда ставят целью:

- предупреждение производственного травматизма;
- предупреждение профессиональных заболеваний.

### **4.1 Пожарная безопасность**

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

Поскольку в ходе работы используется электрооборудование, то велика вероятность образования электрических зарядов, источниками которых может быть неисправное электрооборудование, курение, применение открытого огня. Возникновение электрических зарядов представляет серьезную пожарную опасность, так как их накопление при определенных условиях может привести к искровому разряду. Если энергия искрового разряда будет превышать минимальную энергию зажигания горючих сред, используемых при работе, то возможно возникновение пожара или взрыва.

Лаборатория обеспечена средствами пожаротушения, к которым относятся пенные огнетушители (ОХП-10, ОВП-10, ОУ-8, ОП-10), асбестовое волокно, сухой песок, а также вода. Для тушения ЛВЖ и ТЖ применяется углекислотный огнетушитель или химический пенный ОХП-10. Тушение электроустановок под напряжением производится с помощью ОУ-2 (не допускается тушить водой, ОХП-10).

В случае возникновения в лаборатории загорания и как следствие – пожара, необходимо выключить газ, вентиляцию, электроэнергию, вынести из помещения опасные вещества, сообщить о возникновении пожара и приступить к ликвидации загорания. Для сигнализации о пожаре установлены датчики ДТЛ. Необходимо провести эвакуацию людей из здания, которая условно подразделяется на три этапа:

- движение людей от наиболее удаленного места их постоянного пребывания до эвакуационного выхода;
- движение людей от эвакуационных выходов из помещения до выходов наружу (движение по коридорам или лестницам);
- движение людей от выходов из загоревшегося здания и рассеивание их по территории предприятия.

#### **4.2 Хранение реактивов. Химическая устойчивость**

Опасные вещества – это естественные или искусственные материалы (в том числе и подготовка материала), существующие в твердой, жидкой и газообразной форме, которые могут причинить вред здоровью человека или окружающей среде.

Высшим приоритетом в процессе контроля рисков, связанных с опасными веществами, является уменьшение источника, т.е. необходимо избегать или сокращать необходимость использования опасных веществ. Выбор подходящих мер контроля при хранении и перевозке опасных веществ всегда должен основываться на нормативных санитарных документах Республики Казахстан.

Работа выполнялась в нефтехимической лаборатории «УНАТ».

В ходе работы были использованы пожароопасные и токсичные вещества, а также электрооборудование. Для обеспечения безопасности условий труда необходимо знание пожароопасных и токсичных свойств веществ и материалов, мер защиты и средств первой помощи, правил работы на электрооборудовании.

Хранение реактивов следует систематизировать по их классам: неорганические вещества - простые вещества (металлы и неметаллы); оксиды, основания, соли (расставлять по катионам); органические вещества (расставлять по алфавиту). Кислоты хранить отдельно. Над каждым классом реактивов должна быть надпись.

Должны быть приняты меры по обеспечению порядка и чистоты в лаборатории. При необходимости, должны быть разработаны специальные процедуры (в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000).

Таблица 11 содержит примеры несовместимых реактивов:

Таблица 11 – Правильное хранение реактивов

РЕАКТИВ	ИЗБЕГАТЬ КОНТАКТА С
уксусная кислота	хромовая кислота, азотная кислота, гидроксильные соединения, этиленгликоль, хлорная кислота, перекиси, перманганаты
ацетон	смеси концентрированной азотной и серной кислоты
ацетилен	хлор, бром, медь, фтор, серебро, ртуть
безводный аммиак	ртуть, хлор, гипохлорит кальция, йод, бром, фтористоводородная кислота
нитрат аммония	кислоты, металлический порошок, легковоспламеняющиеся жидкости, хлораты, нитриты, сера, тонко диспергированные органические или горючие вещества
анилин	азотная кислота, перикись водорода
углерод (активный)	гипохлорит кальция, все окислители
четырёххлористый углерод	натрий
хлорат	соли аммония, кислоты, металлический порошок, сера, тонко диспергированные органические или горючие вещества

Лаборатория должна контролировать и регистрировать условия окружающей среды в соответствии с техническими требованиями, методиками и процедурами, если они влияют на качество результатов.

В Лаборатории «Унат» при работе и проведении испытаний соблюдались все правила и учитывались все ГОСТ нормативные документы, регулирующие безопасную работу в лаборатории.

## 5 Экология

Экология – наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

На состояние растений и животных могут отражаться концентрации, существенно меньше ПДК. Например, загрязнение воздуха сернистым газом до концентрации в 10 раз меньшей ПДК вызывает хроническое или кратковременное поражение листьев растений, замедление роста, снижение урожайности [32].

При выполнении работы мы использовали большие количества легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих (ГЖ) жидкостей, в основном органические растворители. Критерием деления на ЛВЖ и ГЖ является температура вспышки. Температура вспышки – наименьшая температура горючего вещества, при которой пары над поверхностью горючего вещества способны вспыхивать при контакте с открытым источником огня; устойчивое горение при этом не возникает. К ЛВЖ относятся жидкости, смеси жидкостей, а также жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии, которые выделяют легковоспламеняющиеся пары, имеющие температуру вспышки в закрытом тигле 61°C. Легковоспламеняющиеся жидкости, к которым отнесены жидкие вещества и изделия, содержащие вещества этого класса, которые имеют давление пара при температуре 50°C не более 300 кПа и не являются полностью газообразными при температуре 20°C и нормальном давлении 101,3 кПа. Классификация ЛВЖ приведена в таблице 12.

Таблица – 12 Классификация ЛВЖ по степени опасности

Разряд	Температура вспышки, °С	
	в закрытом тигле	в открытом тигле
1 Особо опасные	до -18	до -13
2 Постоянно опасные	от -18 до 23	от -13 до 27
3 Опасные при повышенной температуре	от 23 до 61	от 27 до 66

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### *Краткие выводы по результатам дипломного исследования*

Осуществлен анализ научно-технической, зарубежной и отечественной литературы, а также проведен патентный поиск, результаты обсуждены в виде аналитического обзора к работе.

Методом оптико-эмиссионной спектроскопии индуктивно-связанной плазмы (ICP-OES), осуществлен анализ пластовых вод нефтяных месторождений Алтыкуль (скв. №102), Ботахан (скв. №121) и Каражанбас (скв. №897, скв. №1783, скв. №3817), выявлено, что данные месторождения характеризуются повышенным содержанием катионов Na, K, Ca и Mg, а также аниона  $Cl^-$ .

Проведено сравнительное изучение физико-химических свойств пластовых вод, а также сточных вод НПЗ из прудов дополнительного отстоя (ПДО) воздействием деэмульгаторами и после обработки их активированным сплавом алюминия.

После обработки коагулянтами отмечается уменьшение содержания катионов Ca, Mg, Fe, снижение Eh воды, в сторону более низких значений; уменьшение содержания катионов Ca, Mg, Fe, способствует снижению корродирующей активности пластовых вод.

Установлена связь с реакциями ионного обмена и адсорбции на поверхности гидроокисей алюминия. Результаты свидетельствуют, что гидроокиси алюминия являются прекрасными адсорбентами и коагулянтами для очистки пластовых и сточных вод из ПДО ТОО «АНПЗ».

### *Оценка полноты решений поставленных задач*

Выполнены все поставленные задачи по разработке и оценке эффективности продуктов взаимодействия активированных сплавов алюминия с водой в качестве коагулянтов для очистки пластовых и сточных вод из ПДО ТОО «АНПЗ».

### *Конкретные рекомендации по изученному объекту исследования*

Разработанные алюмосодержащие коагулянты могут найти широкое применение в процессах очистки сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий Казахстана. Полученные результаты будут использованы для развития отечественного производства наукоемкой продукции: высокоэффективных, импортзамещающих продуктов для решения ряда сложных экологических задач.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Список книг и монографий

1. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1995. - 688 с.
2. Пономарев В.Г., Иоакимис Э.Г., Монгайт И.Л. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. — М.: Химия, 1985.- 256 с.
3. Гетманцев СВ., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами.- М.:Издательство АСВ, 2008. -272 с.
4. Карелин Я.А. Очистка производственных сточных вод предприятий нефтяной промышленности М-л: гостоптехиздат, 1953. - 298 с.
5. Карелин Я. А Очистка сточных вод нефтяных сточных вод нефтяных промыслов и заводов. - М.: Гостоптехиздат, 1959. - 344 с.
6. Иса Жайна Досанкызы. Разработка технологии очистки нефтезагрязненных сточных вод нефтепереработки в Республике Казахстан: на примере Шымкентского НПЗ : диссертация ... - Москва, 2009. - 188 с.
7. Ластовкин Г.А., Радченко Е.Д., Рудин М.Г. Справочник нефтепереработчика. - Ленинград,: Химия, 1986. - 648 с.
8. Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фомин А.С. Карманный справочник нефтепереработчика. -М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004. - 336 с.
9. Леффлер У.Л. Переработка нефти / Пер. с англ. - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004.-224 с.
10. Карелин Я.А., Попова И.А., Евсеева Л.А. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов -М.: Стройиздат, 1982. - 184 с.
11. Стаханов Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. - 63 с.
12. Мазлова Е.А. Разработка комплекса природоохранных технологий обезвреживания отходов предприятий нефтеперерабатывающей отрасли: Дис. ...док.техн.наук. Москва. 2002. - 322 с.
13. Проскуряков В. Л., Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. - Л., Химия, 1977. - 464 с.
14. Яковлев С.В, Карелин Л., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. - М., Стройиздат, 1979. - 320 с.
15. Стахов Е.А. Влияние температуры на кинетику коагуляции мазутосодержащих сточных вод. — В кн.: Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. Научно-технический реферативный сборник № 2. М., ВНИИОЭНГ, 1978, с. 32-35.

16. Запольский А. К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. - Л.: Химия, 1987, - 208 с.
17. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. - Киев: Наукова думка, 1980. - 564 с.
18. Руденко Г. Г., Гороновский И. Т. Удаление примесей из природных вод на водопроводных станциях.- Киев: Будівельник, 1976.- 206 с.
19. Клячко В. А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод.— М.: Стройиздат, 1971. -580 с.
20. Справочник показателей качества химических реактивов. Книга вторая. - М.: Химия, 1968. - 528 с.
21. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. - М.: Недра, 1997. - 483 с.
22. ГОСТ 2517-2012. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб.
23. ГОСТ 2477-2014 Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.
24. ГОСТ 6370-83 Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей (с Изменением N 1).
25. ГОСТ 23862.4-79 Редкоземельные металлы и их окиси. Спектральный метод определения ванадия, железа, кобальта, кремния, марганца, меди, никеля, свинца, титана, хрома.
26. ГОСТ 26449.1-85 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод.
27. Утегалиев А.А. Солеотложения в нефтетрубопроводном транспорте и новые реагенты для борьбы с ними. - Дисс. на соискание академ. степ. – магистра. - Алматы: КазНИТУ, 2016. - 76 с.
28. Утегалиев А.А. Солеотложения в нефтетрубопроводном транспорте и новые реагенты для борьбы с ними. - Дисс. на соискание академ. степ. – магистра. - Алматы: КазНИТУ, 2016. - 76 с.
29. Варшавский И.Л. Энергоаккумулирующие вещества и их использование. - Киев: Наук.думка, 1980. - 240 с.
30. Тронов В.П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними. - М.: Недра, 1970.192 с.
31. Строганов В. М., Турукалов М.Б., Ясьян Ю. П. Некоторые аспекты удаления асфальтено-смоло-парафиновых отложений с применением углеводородных растворителей // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. № 12. С. 25-28.
32. Гуськов И. А., Гильманова Д.Р. Оценка эффективности некоторых методов применяемых для удаления АСПО. Тезисы докладов. Часть 1 секции 1-4.-М.2010.

## Список периодических изданий

1. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействия и слипания разнородных частиц в растворах электролитов. — Коллоид, журн., 1954, т. 16, № 6, с. 425-438.
2. Хуршудов А.Г., Залялиев М.А., Плечев А.В. и др. Предотвращение отложений сульфата бария путем магнитной обработки жидкости // Нефтяное хозяйство. - № 9. - 1997. - С. 35-38.

**ОТЗЫВ**

**НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу Абдикалыкова Ерлана Нуржанұлы

специальность 5B072100 – Химическая технология органических веществ

Тема: Алюмосодержащие коагулянты для очистки пластовых, сточных и водооборотных вод

Повышение уровня добычи и переработки нефти связано со значительным увеличением количества сточных вод, поступающих с нефтепромыслов и заводов по переработке нефти. Одним из путей решения проблемы очистки сточных вод является использование алюмосодержащих коагулянтов, которые находят широкое применение за счет своей эффективности, относительной простоте получения и надежности.

На основе обобщения отечественного и зарубежного опыта в дипломной работе, предлагается использовать для очистки пластовых, оборотных и сточных вод, и решение ряда серьезных экологических проблем в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли активированные сплавы алюминия, образующие при взаимодействии с водой различные модификации гидроксидов алюминия (бемит, псевдобемит, байерит), являющихся эффективными коагулянтами-адсорбентами.

При выполнении работы Абдикалыковым Е.Н. было показано, что после обработки пластовых вод ряда месторождений Западного Казахстана и отстойной воды после разрушения нефтешламов активированным сплавом алюминия отмечается уменьшение содержания катионов Ca, Mg, Fe, снижение Eh воды, в сторону более низких значений; уменьшение содержания катионов Ca, Mg, Fe, способствует снижению корродирующей активности пластовых вод.

Студентом освоены методики определения физико-химических свойств воды – плотность, электропроводность, содержание анионов, механических примесей, а также катионов металлов с использованием оптико-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой.

На основе вышеизложенного, считаю, что дипломная работа Абдикалыкова Ерлана полностью соответствует всем предъявляемым к дипломным работам требованиям, и заслуживает оценку "отлично".

Научный руководитель  
д.х.н., профессор



Бойко Г. И.

## Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	«АЛЮМОСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЛАСТОВЫХ, СТОЧНЫХ И ВОДОБОРОТНЫХ ВОД»
Автор:	Абдикалыков Ерлан Нуржанулы
Координатор:	Галина Бойко
Дата отчета:	2019-05-17 06:49:54
Коэффициент подобия № 1: ?	<b>5,4%</b>
Коэффициент подобия № 2: ?	<b>0,0%</b>
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	6 093
Число знаков:	44 803
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	35



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 27