

АНОО «Школа»Видергебурт»(Возрождение)

## Коагуляция, как метод очистки воды.

Работу выполнил  
Кузнецов Илья Андреевич,  
учащийся 10 класса «А»

Научный руководитель –  
Пахорукова Ольга Борисовна,  
учитель химии

Омск 2025

# Оглавление

## Оглавление

Глава 1. Теория .....	3
1. Актуальность.....	3
2. Данные по региону .....	4
3. Цель и задачи .....	5
4. Планирование работы. ....	6
Глава 2. Практика.....	7
1. Определение зависимости эффективности коагуляции от концентрации коагулянта: .....	7
2. Определение времени коагуляции разных образцов с разными коагулянтами, а также с флокулянтom и без него.....	8
3. Результаты исследования: .....	9
4. Выводы: .....	10
Список использованной литературы: .....	11

# Глава 1. Теория

## 1. Актуальность

1. Вода — это жизненно необходимый ресурс, без которого мы не можем обойтись. В настоящее время остро стоит вопрос о нехватке чистой питьевой воды. Очистка воды — одна из важнейших задач современного общества, поскольку она напрямую влияет на здоровье людей и состояние окружающей среды.

В крупных городах в центральной системе водоснабжения вода не всегда достаточно чистая. Она может быть жесткой, содержать ионы кальция, магния, железа, меди, свинца, соли тяжелых металлов, органические загрязнители и микроорганизмы. Такая вода нуждается в очистке. Также в крупных городах зачастую есть заводы, сбрасывающие сточные воды в местные водоемы. Для экологического благополучия такие воды стоит очищать.

В мире вода загрязнена множеством веществ. Среди них:

- Твердые, нерастворимые вещества
- Питательные вещества (Азот, фосфор)
- Биоразлагаемые вещества
- Патогенные микроорганизмы
- Неразлагаемые органические вещества
- Неорганические вещества

В России только 8% сточных вод полностью очищаются перед тем, как быть возвращенными в водоем. Загрязнены 75% поверхностных вод или 50% всех вод.

## 2. Данные по региону

В Омской области находится большое количество предприятий. Основные промышленные отрасли – химическая и машиностроение. Находящиеся в нашем городе предприятия производят также большое количество отходов и сточных вод, которые нуждаются в очистке.

В моем регионе вода сильно загрязнена недостаточно очищенными промышленными отходами. Омск стоит на 9 месте по России по объему сброса загрязненных сточных вод.

В водные объекты области в зависимости от объема производства поступает до 269 млн. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, в том числе в городе - 230 млн. м<sup>3</sup> , из которых 86 % - неочищенных или недостаточно очищенных.

### 3. Цель и задачи

Цель: Изучение эффективности процесса коагуляции для очистки воды от взвешенных частиц с применением флокулянта и без

Задачи:

Проведение процесса очистки воды, загрязненной различными взвесями, методом коагуляции.

Провести сравнение эффективности разных типов коагулянтов (Алюминиевых и железных).

Оценить эффективность применения флокулянтов при коагуляционной очистке воды.

Определить необходимую концентрацию коагулянта для проведения очистки.

## 4. Планирование работы.

При планировании своей работы, я выбрал оборудование и реактивы, которые мне понадобятся. Я собирался проводить коагуляцию в колбах на 250мл, с перемешиваем магнитной мешалкой.

В качестве коагулянтов использованы: Сульфат железа(III) и Сульфат алюминия.

В качестве флокулянта: заваренный раствор крахмала

В качестве образцов были выбраны: Глиняная взвесь, взвесь мелких частиц  $\text{CaCO}_3$ , воды из стоячего водоема с водорослями и микроорганизмами.

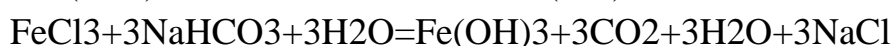
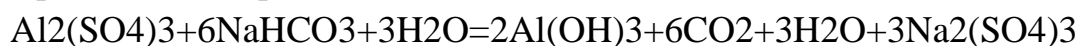
Контроль: в моем исследовании присутствует отрицательный контроль, а именно коагуляция водопроводной воды.

### 1. Постановка эксперимента:

Коагуляция каждой пробы производилась по следующей методике:

1. Коагуляция каждой пробы производилась по следующей методике:
2. Колбу 250мл наполнить исследуемой пробой.
3. Поставить на магнитную мешалку и закинуть якорь. Включить перемешивание
4. Подщелочить пробу 0,1М раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
5. Добавить в колбу 0,1М раствор коагулянта.
6. Дождаться осаждения гидроксида трехвалентного металла
7. Профильтровать

Происходящие реакции:



Для образование гидроксида трехвалентного металла необходимо наличие в растворе аниона:  $\text{OH}^-$  или  $\text{CO}_3^{2-}$ . Поэтому я добавлял в растворы карбонат натрия. В ходе реакции образуются мелкие частицы гидроксида трёхвалентного металла, затем происходит слипание этих частиц, то есть коагуляция.

## Глава 2. Практика

### 1. Определение зависимости эффективности коагуляции от концентрации коагулянта:

Поиск зависимости эффективности коагуляции от концентрации коагулянта проводился по следующей методике:

В семь колб(100мл) налить по 100 мл водопроводной воды.

В каждую колбу прилить 0,3М раствор  $\text{NaHCO}_3$ , перемешать.

В каждую колбу прилить 0,1М раствор коагулянта, перемешать.

Дождаться осаждения, записать время в таблицу.

Объемы растворов были рассчитаны по стехиометрии.

Все образцы скоагулировали за одинаковое время - 12 минут. Поэтому количество коагулянта нужно подбирать исходя из количества загрязнителя. См. рис. 1 – по оси X – объем в мл раствора коагулянта, по оси Y – время коагуляции в минутах.

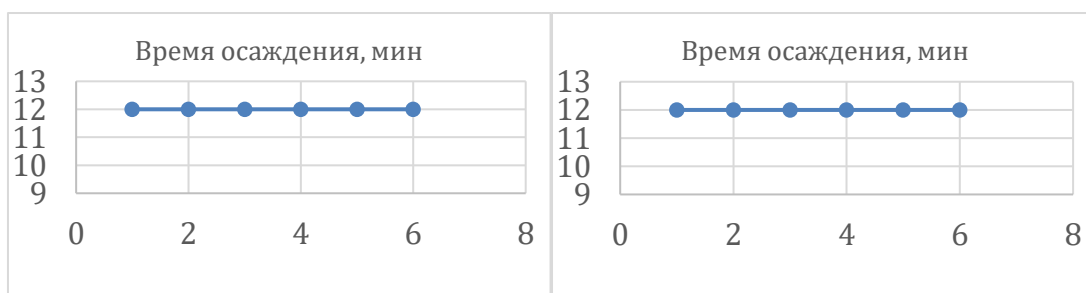


Рис. 1 – графики зависимости времени коагуляции от концентрации коагулянта

## 2. Определение времени коагуляции разных образцов с разными коагулянтами, а также с флокулянтom и без него

Таким образом было проведено 10 реакций. Результаты я занес в таблицу:

Номер п/п	Образец	Коагулянт	Флокулянт	Время осадения, мин	Результат визуального анализа
1	Водопроводная вода	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-	12	Прозрачно, без цвета и взвеси
2	Водопроводная вода	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	-	11	Прозрачно, без цвета и взвеси
3	Глиняная взвесь	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-	9	Прозрачно, без цвета и взвеси
4	Глиняная взвесь	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	-	9	Прозрачно, без цвета и взвеси
5	Взвесь мела	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-	8	Прозрачно, без цвета и взвеси
6	Взвесь мела	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	-	9	Прозрачно, без цвета и взвеси
7	Водопроводная вода	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	+	4	Прозрачно, без цвета и взвеси
8	Водопроводная вода	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	+	4	Прозрачно, без цвета и взвеси
9	Вода из водоема	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-	12	Прозрачно, без цвета и взвеси
10	Вода из водоема	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	-	13	Прозрачно, без цвета и взвеси
11	Глиняная взвесь	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	+	3	Прозрачно, без цвета и взвеси
12	Глиняная взвесь	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	+	3	Прозрачно, без цвета и взвеси

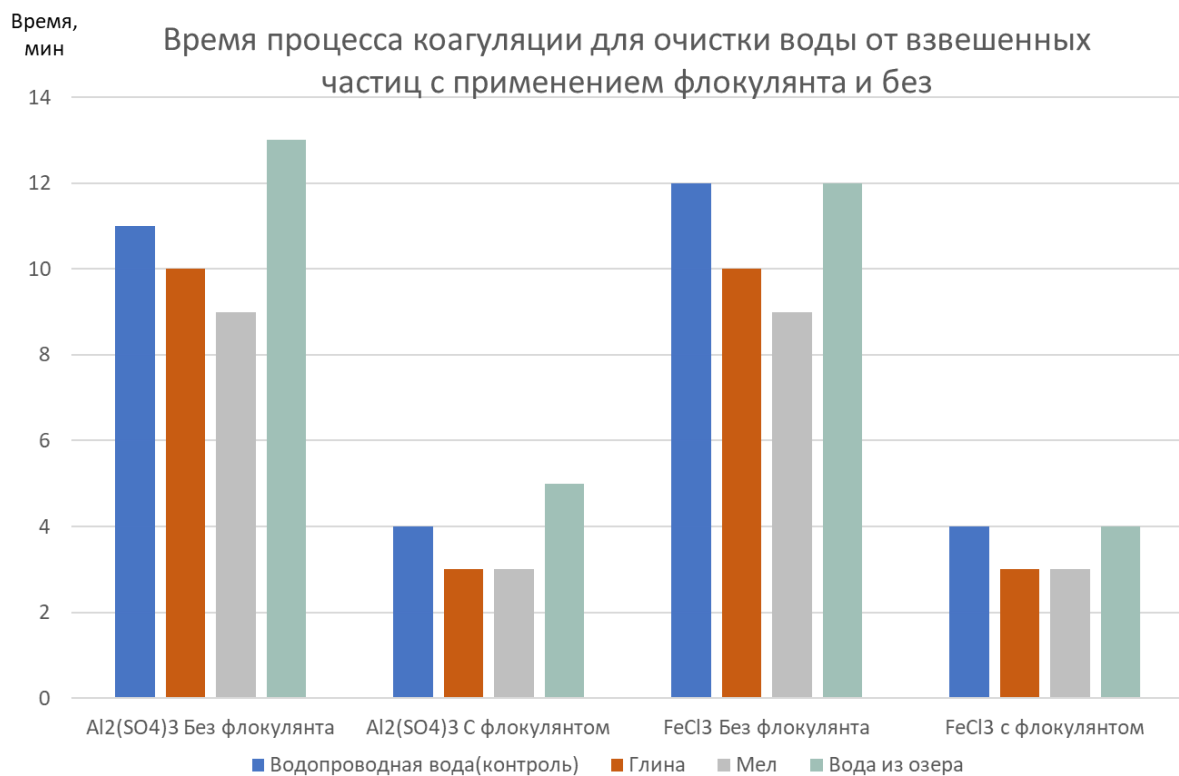


### 3. Результаты исследования:

Мной были получены:

Зависимость времени коагуляции от концентрации коагулянта (для обоих коагулянтов). В обоих случаях, время коагуляции одинаковое для всех образцов с разной концентрацией. Для сульфата алюминия и хлорида железа (III) – 12 минут.

Диаграмма времени коагуляции разных образцов с флокулянтom и без разными коагулянтами. Среднее время для образцов без флокулянта - 10,75 минут; для образцов с флокулянтom – 3,625, что меньше в 2,97 раза



## 4. Выводы:

Между концентрацией коагулянта и скоростью коагуляции не было найдено зависимости. Количество коагулянта нужно подбирать исходя из количества загрязнителя.

Соли алюминия и железа показали одинаковые результаты. Поэтому выбор коагулянта будет зависеть от других параметров.

Применение флокулянта действительно ускоряет процесс коагуляции. При использовании крахмала в качестве флокулянта я добился ускорения в 2,97 раза

Коагуляция действительно эффективна при очистке воды от мелких частиц и взвесей. Была произведена очистка воды от взвесей мела, глины и микроорганизмов и водорослей. Учитывая доступность этого метода очистки, его использование будет полезно для очистки питьевой воды, сточных вод, воды в бассейнах

## Список использованной литературы:

1. Терехов Л. Д. Воловник Г. И. – Методы очистки воды : учеб. пособие / В. М. Рябков ; Инфра-Инженерия. 2023. – 321 с. – ISBN 978-5-9729-1280-3.
2. Черкашина Г. А. Коагуляция воды: методические рекомендации / Черкашина Г. А. - Томск : [б. и.], 2017
3. Тайлашева Т. С. Обработка воды на АЭС / Тайлашева Т. С. - Томск : [б. и.]
4. Родион Магомедов, Алексей Кулаков. Очистка воды коагуляцией и фильтрацией / Магомедов Р. Кулаков А. – Завод водоочистного оборудования – 2021. – URL: <https://stowater.com/stati/ochistka-vodyi-koagulyacziej-filtracziej.html> (дата обращения: 22.03.2025).
5. Marine Pollution // National Geographic. Education. – 2018 – URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/marine-pollution/>
6. Система обмена туристской информацией // СОТИ – URL: <https://www.nbcrs.org/regions/omskaya-oblast/sostoyanie-okruzhayushchey-sredy>
7. Региональные аспекты развития: экономика, право, культура: сборник материалов студенческой конференции / Под ред. Н. И. Трофименко. — Омск: Изд-во АНО ВПО «Омский экономический институт», 2008. — 296 с