

Для комплектации средних и крупных аэротенков мембранными аэраторами предлагается вариант сооружений, называемый «алюминиевый борд» из силикона и EPDM. Это экономит количество воздухопроводящих труб, сокращает сроки и стоимость монтажа.

Сроки службы аэраторов из EPDM составляют 5-6 лет, а силиконовых и полиуретановых – до 8 лет.

Для увеличения срока службы мембран рекомендуется применение воздушной или химической промывки 1 раз в 1-24 месяца, что способствует энергосбережению, т.к. снижает сопротивление системы аэрации.

#### **Заключение**

Основой управляемых процессов биологической очистки являются пневматические мембранные аэраторы, воспринимающие колебания нагрузок по воздуху в достаточно широких диапазонах.

Эффективностью массопереноса современных систем аэрации находится в диапазоне 42-43% для принятой глубины погружения 6 м.

Для увеличения срока службы мембран рекомендуется применение воздушной или химической промывки 1 раз в 12-24 месяца.

При падении эффективности мембранных аэраторов на 20% экономически целесообразно заменить мембраны или систему. Экономически оправданный срок службы мембран может составлять 5-6 лет или не менее 8 лет.

#### **Список цитированных источников**

1. Мешенгиссер, Ю.М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.04 / Ю.М. Мешенгиссер – М., 2005. – 52 с.

2. Худенко, Б.М. Аэраторы для очистки сточных вод // Всесоюз. науч.-исслед. ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии. Канализация / Б.М. Худенко, Е.А. Шпирт. – М.: Стройиздат, 1973. – 112 с.

3. Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-202-2010 (02250).

УДК 628.162, УДК 628.316

*Пилютик Н.А.*

*Научный руководитель: ассистент Новосельцева А.Г.*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УДАЛЕНИЯ ФОСФАТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ**

Целью настоящей работы является разработка методики получения реагента из осадков станций обезжелезивания и исследование возможности удаления фосфатов из сточных вод с помощью полученного реагента.

#### **Введение**

В настоящее время одной из важнейших проблем в природоохранной деятельности является эвтрофикация водоемов. Её возникновение связано с поступлением в водоем биогенных элементов (в основном азота и фосфора) вместе со сточными водами. Для удаления из сточных вод соединений фосфора применяется ряд методов: химический, биологический, физико-химический и

комбинированный. В качестве реагентов для физико-химического способа удаления соединений фосфора могут быть использованы известь, соли железа и алюминия, а также другие минеральные коагулянты, если учесть что очистка сточной воды с применением реагентов осуществляется непрерывно, то это приводит к большим затратам, связанным с необходимостью их покупки.

В то же время в результате эксплуатации станций обезжелезивания в Беларуси ежегодно выбрасывается в окружающую среду около 4000 тонн загрязнений в виде соединений железа. Источником образования осадка на станциях обезжелезивания является промывные воды фильтров. Доля воды, расходуемой для промывки, достаточно велика и, в зависимости от качества исходной воды и типа фильтра, может достигать от 2 % до 10 % от общего расхода очищаемой воды. Промывные воды, образующиеся в процессе регенерации загрузки фильтра, характеризуются высоким содержанием железа, концентрация которого колеблется от 100 мг/л до 300 мг/л. Основным компонентом осадка, образующегося при осветлении промывных вод, является трехвалентное железо в форме хлопьевидного гидроксида железа.

Гранулометрический состав осадков железосодержащих вод характеризуется большим содержанием мелких фракций с размером основной массы частиц 0,002 мм. Осадок имеет однородную структуру, образуемую мелкими аморфными хлопьями гидроксида. При длительном хранении осадка гидроксид железа подвергается старению и переходит из аморфного состояния в кристаллическое. Хлопья осадка при этом укрупняются, что приводит к увеличению пористости осадка и улучшению его водоотдающей способности [1].

Высококонцентрированные железосодержащие промывные воды сбрасываются в канализацию либо в прилегающие водоемы или на рельеф местности, что приводит к нерациональному использованию высококачественной подземной воды и загрязнению окружающей среды соединениями железа [2]. Так же одной из проблем связанных с образованием железосодержащих осадков является его утилизация (сброс в окружающую среду, реки, каналы, складки рельефа и др.), что приводит к накоплению неорганического шлама. Ликвидация осадков станций обезжелезивания связана с определенными трудностями технического и организационного характера. В практике очистки природных вод известны различные способы утилизации осадков, дающие определенный экономический эффект, например, использование осадка для создания жаростойкого покрытия при изготовлении поддонов и изложниц или в качестве добавок при выпуске портландцемента. Возможно также использование таких осадков при производстве строительных материалов, например, керамзита [3, 4].

Поэтому актуальными задачами являются: предотвращение загрязнения окружающей среды промывными водами с высоким содержанием железа; получение из осадков станций обезжелезивания, являющихся отходами, товарного продукта – реагента, для физико-химической очистки сточных вод от фосфатов; проверка эффективности работы полученного реагента.

#### Методика исследований

При физико-химическом методе очистки сточных вод для удаления фосфора используются следующие реагенты:  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $Fe(SO_4)_3$ ,  $FeCl_2$ ,  $FeCl_3$ . В основе этого метода лежит химическое связывание фосфора с ионами металлов. Учитывая химический состав осадков, образующихся при обработке про-

мывных вод станций обезжелезивания подземных вод, исследовалась возможность использования их в качестве реагента для физико-химического удаления фосфора из сточных вод.

Реагенты применяемые для удаления фосфора представляют собой соли железа или алюминия с содержанием железа от 19,4% ( $Fe(SO_4)_3$ ) до 80% ( $FeCl_3$ ). Промывные воды содержат 100-300 мг/л железа. Для получения более концентрированного продукта по содержанию железа промывные воды обрабатывались реагентом фосфатом натрия  $Na_3PO_4$  дозой 40 мг/л и коагулянтом сульфатом алюминия  $Al_2(SO_4)_3$  дозой 60 мг/л [2]. В результате взаимодействия фосфата натрия с солями железа образуются коллоидные частицы фосфата железа (III), обладающих очень низкой растворимостью:  $Na_3PO_4 + Fe^{3+} \rightarrow FePO_4 \downarrow + 3Na^+$ . Коагулянт интенсифицирует укрупнение частиц, что приводит к интенсивному осаждению соединений железа.

Затем осадок отстаивали, декантировали и поместили в специальную емкость, во избежание изменения его влажности. В результате был получен аморфный осадок, коричневого цвета.

Так же были определены свойства осадка: влажность и содержание железа. Влажность осадка составила 95,8 %. Содержание железа находилось колориметрическим методом с роданидом калия с использованием построеного калибровочного графика по методике, приведенной в [5]. Этот метод основан на способности катионов железа взаимодействовать в сильно кислой среде с анионами роданида. В результате было установлено, что содержание железа в осадке составило 2500 мг/л. Таким образом, был получен высококонцентрированный железосодержащий реагент.

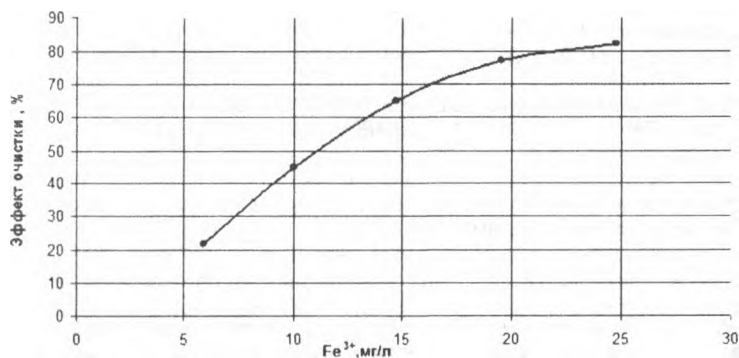
Для экспериментальной проверки полученного реагента был выполнен ряд экспериментов по удалению фосфора физико-химическим методом из сточных вод. Концентрация фосфатов в сточной воде составляла 10 мг/л. Исследование было направлено на определение необходимой дозы полученного реагента для снижения концентрации фосфатов в сточной воде.

После добавления реагента вода отстаивалась 1 час и фильтровалась через плотный фильтр (синяя лента), затем определялась остаточная концентрация фосфатов в воде по калибровочному графику стандартной колориметрической методике определения растворенных в воде фосфатов с добавлением смеси молибдата аммония [6]. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты экспериментов

№ п/п	Содержание фосфатов в сточной воде, мг/л	Доза железа, мг/л	Расход реагента на удаление 1 мг фосфатов	Содержание фосфатов в очищенной воде, мг/л	Эффект очистки воды от фосфатов, %
1	10	5,9	0,59	7,8	22
2	10	10	1	5,5	45
3	10	14,7	1,47	3,5	65
4	10	19,5	1,95	2,3	77
5	10	24,8	2,48	1,8	82

Результаты данной серии экспериментов приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зависимость эффекта очистки городских сточных вод от удельной дозы железа, вводимого в виде реагента**

Из графика видно, что эффект очистки с увеличением дозы реагента постепенно увеличивается, но с каждой последующей дозой увеличение эффекта очистки замедляется. Оптимальной дозой является доза 24,8 мг/л, дальнейшее увеличение дозы нецелесообразно, так как приводит к незначительному повышению эффекта очистки. Эффект очистки при добавлении 24,8 мг/л реагента в сточную воду составил 82 %.

#### **Заключение**

Выполнены исследования по обработке промывных вод станций обезжелезивания воды с целью получения осадка с высоким содержанием железа, получен реагент с содержанием железа 2500 мг/л в виде  $Fe(OH)_3$ . Экспериментально доказана эффективность работы полученного реагента из железосодержащих осадков станций обезжелезивания в качестве коагулянта для физико-химической очистки сточных вод от соединений фосфора. Эффективность удаления фосфатов из сточных вод при разных дозах полученного реагента составила от 22 % до 82 %. Концентрация фосфатов в сточной воде была снижена с 10 мг/л до 1,8 мг/л. Экономическая значимость разработанной технологии заключается в уменьшении объемов загрязнений и концентрации вредных веществ в водной среде и почве.

#### **Список цитированных источников**

1. Любарский, В.М. Осадки природных вод и методы их обработки / В.М. Любарский – Москва: Стройиздат, 1980. – 129 с.
2. Науменко, Л.Е. Технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов: диссертация кандидата технических наук: 05.23.04 / Науменко Л.Е. – Брест, 2009. – 190 с.
3. Шевченко, Л.Я. Утилизация осадков водопроводных станций / Л.Я. Шевченко // Водоснабжение и санитарная техника. – №4. – 1985. – с. 21.
4. Белескова, Е.А. Об утилизации осадков, образующихся при обезжелезивании подземных вод / Е.А. Белескова, В.И. Айзенберг // Водные ресурсы. – 1979. – №5. – с. 190.
5. Строкач, П.П. Практикум по технологии очистки природных вод / П.П. Строкач, Л.А. Кульский. – Минск: Вышэйшая школа, 1980. – 320 с.
6. Лурье, Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю.Ю. Лурье – Москва: Химия, 1973. – 376 с.