

Рыбников Сергей Сергеевич

магистрант

Ченский Илья Александрович

магистрант

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный
строительный университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАГЕНТНОГО УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

***Аннотация:** повышенное содержание фосфор-образующих элементов в очищенных сточных водах и недостаточное соответствие предельно-допустимым концентрациям рыбохозяйственных водоемов способно стать причиной возникновения множеств экологических проблем. С целью выявления наилучшей методики очистки сточных вод от фосфора проведены лабораторные исследования и произведен литературный анализ. По завершении работы описаны результаты исследований.*

***Ключевые слова:** фосфор, очистка, коагулянт, реагент.*

Биологические методы очистки сточных вод по технологиям анаэробно-аноксидно-оксидной обработки позволяют снизить содержание общего фосфора в очищенной воде до 1–1,5 мг/л. В блоках биологической очистки наблюдается вытеснение фосфатов из тела клеток ила в анаэробной зоне и обратное изъятие их в аноксидных и оксидных зонах. Требования по достижению более низких концентраций фосфора фосфатов, вплоть до ПДК 0,5–1 мг/л, значительно усложняют технологию глубокого удаления фосфора [1]. Как минимум необходимо использовать реагентные методы очистки и доочистки воды. В таких случаях должна производиться химико-биологическая очистка сточных вод с применением коагулянтов на основе железа, алюминия и др.

Ниже рассмотрим и испытаем в лабораторных, а также в производственных условиях работу трех коагулянтов, два из которых на основе алюминия: сульфат

алюминия $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$, полиоксихлорид алюминия марки Аква-РАС 30, и железо хлорное FeCl_3 .

Для проведения пробной коагуляции и сравнения эффективности очистки сточных вод от общего фосфора в ходе работы были выбраны три рабочие дозы коагулянтов: 20 мг/л; 40 мг/л и 60 мг/л с концентрациями растворов коагулянтов 5%. Чтобы провести пробную коагуляцию, было отобрано из биореактора девять цилиндров очищенной сточной воды объемом 2,5 литра. Затем в каждый цилиндр внесли рабочие дозы коагулянта. После внесения дозы в первый цилиндр с помощью пипетки содержимое интенсивно перемешивалось в течение 2 мин, затем последовательно вносились следующие дозы коагулянтов в остальные цилиндры. После перемешивания пробы отстаивались в течение 30 мин для выпадения хлопьев загрязнений в осадок. По окончании отстаивания с помощью сифона отобралось 1,5 литра воды из каждого цилиндра, примерно с середины цилиндра, в стеклянную чистую посуду для проведения химического анализа на взвешенные вещества и общего фосфора в аккредитованной лаборатории.

Результаты протоколов химического анализа на взвешенные вещества и общего фосфора сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты протоколов лабораторного исследования

№ п/п	Доза реагента, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	Фосфор общий, мг/л
Сульфат алюминия $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$			
1	20	7,6	0,14
2	40	4,0	0,1
3	60	6,0	0,085
Полиоксихлорид алюминия марки Аква-РАС-30			
4	20	1,2	0,063
5	40	2,4	0,048
6	60	13,0	0,12
Железо хлорное FeCl_3			
7	20	5,2	0,4
8	40	4,0	0,17
9	60	2,9	0,2

Вывод: все испытанные коагулянты и их рабочие дозы в лабораторных условиях на очищенной сточной воде, взятой с биореактора, работают и соответствуют ПДК по загрязнителям на выходе, заявленным заказчиком.

При реализации технологии химического удаления фосфора важными моментами являются как выбор реагента, так и выбор точки ввода реагента. Выбор точки ввода реагента влияет на эффективность удаления 1 мг фосфора на 1 мг реагента, т.е. на количество реагента, необходимого для достижения требуемого качества очищенной воды по фосфору.

В схемах химико-биологической очистки подача реагента может осуществляться в различных точках: до первичных отстойников (предочистка); в аэротенки (одновременная симультанная очистка); после аэротенков во вторичные и третичные отстойники (постосаждение). Можно также подавать реагенты в систему обработки осадков.

При реагентной обработке сточных вод происходят процессы дестабилизации системы нерастворенных частиц (взвешенных веществ), включая коллоиды, связывание части растворенных органических веществ.

Добавление реагента перед первичными отстойниками равноценно коагуляции воды. Реагент взаимодействует с коллоидно-дисперсной системой, растворенными органическими веществами, фосфатами, восстановленными формами серы (сульфиды, сероводород) [2]. Основная часть его расходуется не на связывание фосфатов, а на побочные реакции. В сточных водах существенно снижается количество загрязнений, которые могли бы быть использованы для денитрификации и дефосфатирования. Непродолжительное время контакта сточных вод с реагентом, резкие колебания щелочности и концентрации загрязнений отрицательно сказываются на эффективности изъятия фосфора. А также в данной установке очистки и обеззараживания бытовых сточных вод модельного ряда «ЮНИЛОС» «МЕГА-М-100» первичный отстойник отсутствует, поэтому подача реагента невозможна.

В установке очистки и обеззараживания бытовых сточных вод модельного ряда «ЮНИЛОС» «МЕГА-М-100» конструктивно предусмотрен ввод реагента

непосредственно во вторичные и третичные отстойники. В ходе пусконаладочных работ выяснилось, что с минимальными рабочими дозами реагентов подача невозможна так, как нарушается биохимический процесс очистки сточных вод, вследствие чего большая часть микроорганизмов погибает. Поэтому было принято решение изменить подачу реагента непосредственно перед доочисткой в резервуар очищенной воды третичного отстойника, из которых с помощью погружных насосов очищенная сточная вода подается на блок фильтров, сначала на фильтр с плавающей загрузкой (ФПЗ), затем на фильтр сорбционной загрузкой (ФСЗ), где примерно в равной части задерживаются хлопья загрязнений.

На основании результатов проведенных лабораторных исследований для проведения производственных испытаний были выбраны следующие дозы реагентов: для сульфата алюминия 40 мг/л; полиоксихлорида алюминия 20 мг/л; хлорного железа 40 мг/л. Для определения эффективной работы реагента каждый реагент с определенной дозой подавался в течение трех часов, с помощью насоса дозатора и по окончании времени производился отбор про. При определении эффективности очистки реагентным методом была также отобрана проба без добавления коагулянта.

Все пробы в количестве 4-х штук были направлены в аккредитованную лабораторию, где определялись два показателя это взвешенные вещества и фосфор общий. Полученные лабораторией результаты производственных испытаний сведены в табл. 2.

Таблица 2

Протоколы результатов лабораторных исследований
в производственных испытаниях

№ п/п	Реагент	Показатели	
		Взвешенные вещества, мг/л	Фосфор общий, мг/л
1	Без реагента	5,2	0,75
2	Сульфат алюминия	21,2	0,55
3	Хлорное железо	11,6	0,54
4	Аква – РАС – 30	11,7	0,36

Вывод: на основании проведенных производственных испытаний и лабораторных исследований реагентов с рабочими дозами, наиболее эффективным является использование реагента Аква-РАС-30 с дозой 40 мг/л так, как у него эффект очистки по показателю фосфор общий наиболее больший, чем у остальных.

Список литературы

1. СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения».
2. Карманов А.П. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие / А.П. Карманов, И.Н. Полина. – Сыктывкар: СЛИ, 2015.