

УДК 628.3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕАГЕНТНОЙ ДЕФОСФАТАЦИИ СТОКОВ ОСК Г. КЕМЕРОВО.

Епишина Н.В., студент гр. ВВб-171, II курс

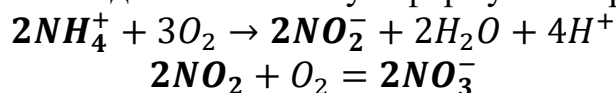
Савельева Л.Н., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В сточных водах, поступающих от промышленного сектора и жилой застройки г. Кемерово, содержатся высокие концентрации различных загрязнений химического характера.

Основные загрязнения, такие как: БПК, ХПК, метанол, анилин, фенол и прочая легкоокисляемая органика без проблем снимаются на ступени биологической очистки существующей станции очистки сточных вод. Однако существующие технологии не позволяют в полной мере исключить биогенные загрязнения.

К биогенным загрязнениям относятся азотные соединения и различные соединения фосфора. Существующей технологией предусмотрен лишь перевод азота аммонийных солей в нитриты и далее в конечную форму – нитраты.



Фосфаты не снимаются вовсе.

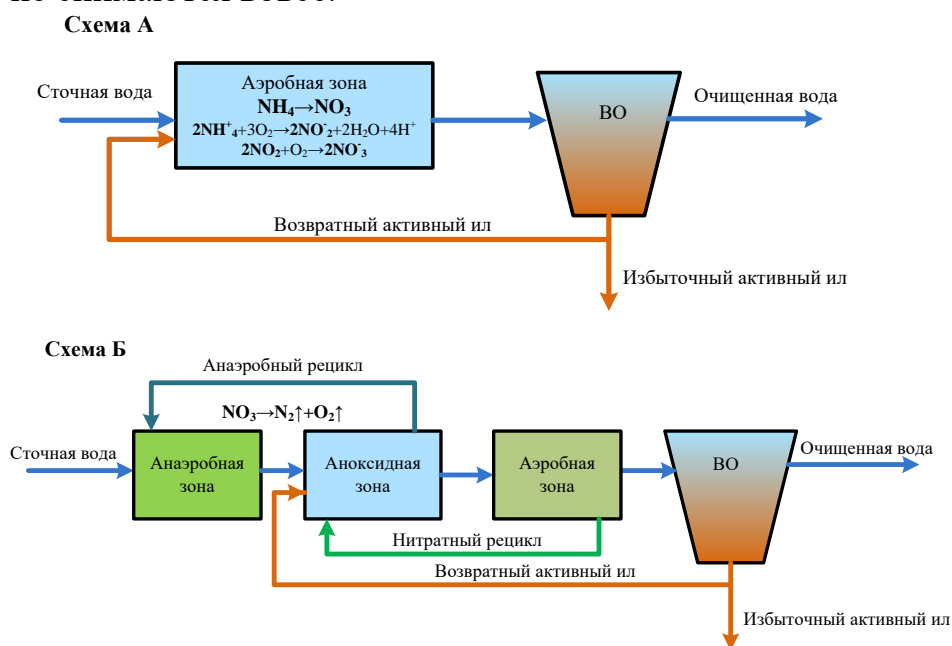


Рис. 1 Схемы биологической очистки сточных вод.

А – с традиционной нитрификацией сточных вод.

Б – с денитрификацией сточных вод.

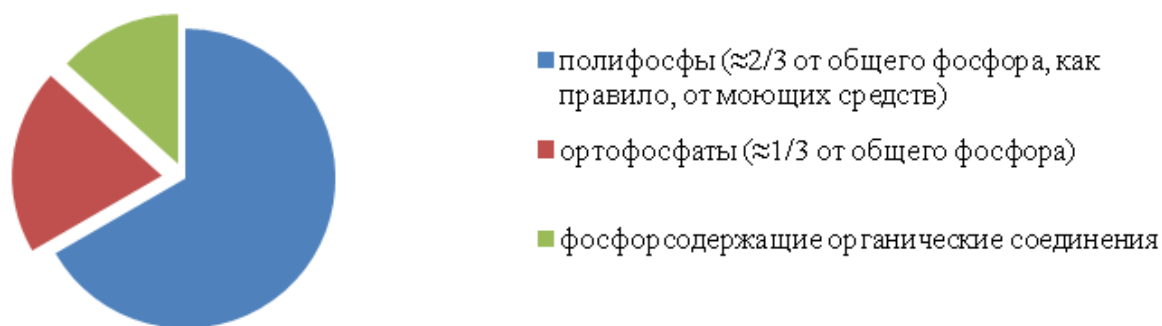
Как известно, наличие в очищенных стоках биогенных загрязнений приводит в эвтрофикации водоёмов [1]. Азот и фосфор, поступающие в водоём, приводят к активному развитию водорослей (вызывают цветение воды) и появлению в воде цианобактерий, которые в период цветения выделяют токсины (алкалоиды и низкомолекулярные пептиды), способные вызвать отравление людей и животных, а также приводит к дефициту кислорода, заморам рыб. Поэтому современными нормами предусмотрены требования обязательной дефосфатации стоков перед сбросом в поверхностный источник.

Для исключения негативного воздействия сбрасываемых стоков на р. Томь была начата работа по изучению процессов денитрификации и дефосфатации стоков.

Традиционно денитрификация осуществляется путём реконструкции сооружений биологической очистки с выделением в них оксидных, аноксидных и анаэробных зон (рис.1, схема Б). При дефиците питания микроорганизмы могут параллельно с окислением азотных загрязнений осуществлять частичное окисление фосфора [2].

После реализации проекта реконструкции аэротенков в нитри-денитрификаторы был получен необходимый эффект очистки лишь по азотным соединениям. Сокращение загрязнений по фосфатам отмечено не было, поэтому предметом исследований явилось изучение различных методов дефосфатации стоков.

В сточных водах фосфор встречается в виде полифосфатов ($\approx 2/3$ от общего фосфора, как правило, от моющих средств), ортофосфатов и фосфорсодержащих органических соединений ($\approx 1/3$ от общего фосфора). В биологически очищенных стоках фосфор присутствует в основном в виде ортофосфатов.

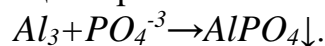


Дефосфатация стоков может осуществляться как биологическим способом, так и химическим, путём введения реагента в очищаемый сток на различных ступенях очистки.

В связи с тем, что биологический способ не дал желаемого результата, было принято решение по исследованию реагентного способа дефосфатации стоков.

В качестве реагента был принят коагулянт 20% водный раствор оксихлорида алюминия (ОХА) марки А. Формула $Al_2(OH)_5Cl$. Реагент взаимодействует с растворимыми солями ортофосфорной кислоты, образуя мелкодисперсный коллоидный осадок фосфатов.

Процесс реагентной дефосфатации протекает по следующей схеме:



На первом этапе проводились исследования в лабораторных условиях с целью определения оптимальной дозы реагента.

Перед началом исследований был произведён расчёт необходимой дозы коагулянта в зависимости от концентрации фосфатов в стоке после ступени биологической очистки.

После биологической очистки на вторичные отстойники поступает 8-14 мг/л фосфатов (в пересчёте на фосфор 2,6-4,6 мг/л)

В расчёт принимаем усреднённую величину фосфатов 9,03 мг/л (2,95 мг/л по фосфору). ПДК фосфатов на сброс 0,459 мг/л (ПДК по фосфору 0,15 мг/л).

Необходимо снять $9,03 - 0,459 = 8,57$ мг/л фосфатов.

Суточное поступление фосфатов составит: $8,57 * 125000 / 1000 = 1071,25$ кг/сут.

Где: 125000 м³/сут приток стоков на ОСК

В пересчёте на **фосфор**: $1071,25 / 3,06 = 350$ кг/сут

Где: 3,06 – коэффициент перевода фосфатов в фосфор

$Mr(PO_4) = 95$ г/моль $Mr(P) = 31$ г/моль коэффициент $95 / 31 = 3,06$

Требуемое количество коагулянта для снятия фосфатов

На снятие 1 г фосфора расходуется 0,87 г алюминия

$Mr(Al) = 27$ г/моль $Mr(P) = 31$ г/моль коэффициент $27 / 31 = 0,87$

Требуемый суточный расход **алюминия** при этом составляет:

$0,87 * 350 = 304,5$ кг/сут.

В пересчёте на **Al₂O₃** (активную часть коагулянта):

$Mr(Al_2O_3) = 102$ г/моль $Mr(Al_2) = 54$ г/моль коэффициент $102 / 54 = 1,89$

$304,5 * 1,89 = 575,5$ кг/сут

В пересчёте с **Al₂O₃** на **ОХА (100%)**:

$Mr(Al_2(OH)_5Cl) = 174,5$ г/моль

$Mr(Al_2O_3) = 102$ г/моль коэффициент $174,5 / 102 = 1,71$

$1,71 * 575,5 = 984$ кг/сут

В пересчёте на товарный **20% раствор ОХА**:

$984 / 0,2 = 4921$ кг/сут (≈ 5 т/сут)

Доза 20% ОХА составила $5 * 10^6 / 125000 = 40$ г/м³ (40 мл/л). Однако, пробное коагулирование не подтвердило расчётную дозу. Это может быть связано с мешающими включениями, присутствующими в фактическом стоке.

Для лабораторных исследований была принята повышенная доза коагулянта (Д=48 мг/л).

Подача реагента была предусмотрена в 2 ступени.

Первичная реагентная обработка предусмотрена путём подачи ОХА дозой Д=36мг/л в распределитель вторичных отстойников (на входе).

Вторичная реагентная обработка предусмотрена путём подачи ОХА дозой Д=12мг/л на выходе из вторичных отстойников, перед поступлением стока на фильтры доочистки.

На 1 этапе проводилось тестирование доз реагента с установлением их эффективности работы и степени очистки стоков при различных схемах ввода реагента.

Перевод дозы в расход: $q=D/\rho/1000$;

$36/1,2/1000=0,03$ мл/л $12/1,2/1000=0,01$ мл/л

Где: $\rho = 1,2$ г/см³ – плотность 20% раствора ОХА

1 этап. Пробное коагулирование.

В процессе пробного коагулирования проводилось введение заданных доз реагента по следующим схемам:

1 схема

В 1 л иловой смеси, вводился реагент дозой 36 мг/л, после перемешивания смесь оставлялась на 1 час для отстаивания, для моделирования процесса осаждения ила во вторичных отстойниках. Далее отбиралась проба надильной воды. В пробе проводились определения фосфатов и степени снижения фосфатов по сравнению с исходной пробой.

2 схема

В 1 л иловой смеси, вводился реагент дозой 48 мг/л (доза первичного и вторичного коагулирования), Смесь перемешивалась и оставлялась на 1 час для отстаивания, моделируя процесс осаждения ила во вторичных отстойниках. Далее отбиралась проба надильной воды для определения фосфатов и степени снижения фосфатов по сравнению с исходной пробой.

3 схема

В 1,5 л иловой смеси, вводился реагент дозой 36 мг/л. Смесь перемешивалась и оставлялась на 1 час для отстаивания, моделируя процесс осаждения ила во вторичных отстойниках. После отстаивания сливалась надильная вода, в которую вводился реагент дозой 12 мг/л для моделирования процесса доочистки стока. После перемешивания и отстаивания в течение 1 часа из фильтрата отбиралась проба для определения фосфатов и степени их снижения по сравнению с исходной пробой.

4 схема

1,5 л иловой смеси отстаивалась в течение 1 час. В отстоянную надильную воду, вводился реагент дозой 48 мг/л. Смесь перемешивалась и оставлялась на 1 час для моделирования процесса доочистки стока. Из фильтрата отбиралась проба для определения фосфатов и степени их снижения по сравнению с исходной пробой

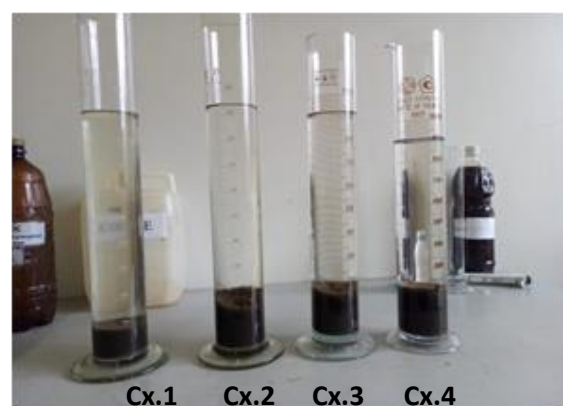
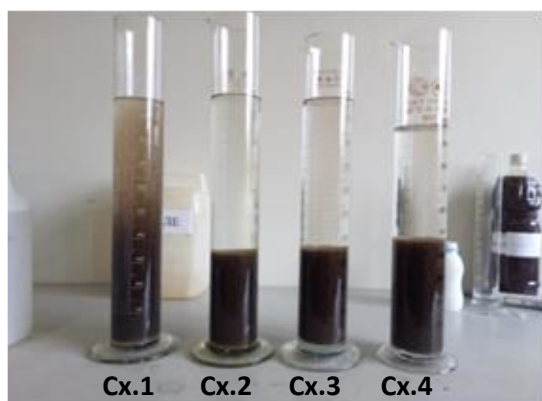


Рис. 2 эпаты испытаний

Исходная сточная вода: $P=4,6$ мг/л

Результаты пробного коагулирования.

Таблица №1

номер схемы	исх. конц. Р, мг/л	доза ОХА		конеч. конц. Р, мг/л	ПДК на сброс, мг/л	эффект %
		мг/л	величина введения мл/л			
№1 ил. смесь+первич. доза ОХА перед ступенью отстаивания	4,6	36	0,03	1,81	0,15	60,6
№2 ил. смесь + суммарная первич. и вторич. доза ОХА перед ступенью отстаивания		48	0,04	0,575		87,5
№3 ил. смесь+первич. доза ОХА, после отстаивания сливается надиловая вода+ вторич. доза ОХА		36	0,03	0,26		94,3
		12	0,01			
№4 надиловая вода после отстаивания + суммарная первич. и вторич. доза ОХА		48	0,04	0,296		93,6

**Достижение нормативной величины фосфора в очищенном стоке будет проводиться в процессе промышленных испытаний.*

Схемы №3,4 дали близкие результаты и наиболее приближенные к нормативу ПДК на сброс. Недостаточный эффект очистки связан с недостаточной дозой коагулянта, ввиду того, что к исследованию была принята доза рассчитанная на усреднённую характеристику стока.

Расчётные дозы подтвердили эффективность процесса реагентной дефосфатации по схеме (№3).

Также высокая эффективность была достигнута при введении реагента на ступени вторичной реагентной обработки (схема №4) при введении реагента перед ступенью доочистки.

На основании полученных результатов было принято решение провести 2 этап исследования по схемам №3,4 с различными дозами ОХА.

2 этап. Подбор эффективных доз ОХА для реагентной дефосфатации стока по схемам №3,4.

В результате исследования оценивался эффект работы реагента по снижению фосфатов, а также степень повышения алюминия в стоке и активном иле.

Схема №3: в иловую смесь, поступающую во вторичный отстойник вводилась первичная доза ОХА, далее после моделирования отстаивания в слитую надиловую воду вводилась вторичная доза ОХА.

В процессе исследований отрабатывались следующие дозы:

Таблица 2

первичное коагулирование мл/л:	вторичное коагулирование мл/л:
0,03	0,01
0,03	0,02
0,03	0,03

Схема №4: надиловая вода после отстойников обрабатывалась коагулянтom ОХА.

В процессе исследований отработывались следующие дозы: 0,04мл/л, 0,05 мл/л 0,06мл/л

Результаты подбора эффективной дозы.

Таблица №3

номер схемы	исх. конц. Р мг/л/Al мг/л	доза ОХА		конеч. конц. Р, мг/л	конц. Al, мг/л (ПДК= 0,12мг/л)	ПДК на сброс мг/л	эффект %
		мг/л	величина введения мл/л				
№3 ил. смесь+первич. доза ОХА, после отстаивания слива- ется надиловая вода+ вторич. доза ОХА	3,8/0,027	36	0,03		0,03	0,15	
		12	0,01	0,24	0,062		94,68
			0,02	0,18	0,07		95,26
			0,03	0,14	0,089		96,31
№4 надиловая вода+ суммарная первич. и вторич. доза ОХА	3,8/0,027	48	0,04	0,26	0,07	0,15	93,16
			0,05	0,17	0,09		95,52
			0,06	0,13	0,1		96,57

Выводы:

Наилучший эффект реагентной дефосфатации стоков дала схема №4, предусматривающая обработку коагулянтom ОХА надиловой воды после отстойников. Преимущество схемы заключается в исключении накопления алюминия в активном иле и сокращении эксплуатационных затрат при устройстве одного узла дозирования коагулянта перед ступенью доочистки.

Следующим этапом может быть промышленное испытание реагентной технологии дефосфатации стоков с отработкой схем №2,4. При этом необходимо уделить внимание динамике изменения алюминия в очищенном стоке и активном иле. Также следует изучить состояние активного ила в случае накопления в нём алюминия.

Практическая значимость проведённых исследований заключается в экологизации технологии очистки сточных вод за счёт значительного сокращения и полного исключения эвтрофикации водоёмов при внедрении технологии реагентной дефосфатации сточных вод на ОСК г. Кемерово.

Список литературы:

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: Акварос, 2003. –512 с.
2. Соловьёва Е.А. Очистка сточных вод от азота и фосфора. моногр.– Спб.: ЗАО Водопроект-Гипрокоммунводоканал, 2004.– 100 с.