



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Академия строительства и архитектуры

Кафедра Водоснабжения и водоотведения

Утверждаю

И.о. директора АСА ДГТУ

_____ А.И. Шуйский

«__» _____ 2017 год

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ДОГОВОРУ № 4.6.16.15-91/17
от «29» марта 2017 года**

**Исследование специфики работы очистных сооружений канализации ЖК
«Суворовский» и разработка регламента по их эксплуатации**

Зам. директора по науке

доц., к.т.н. А.И. Шуйский

Зав. каф. Водоснабжения и водоотведения,
Руководитель договора

доц., к.т.н. Е.В. Вильсон

Ростов-на-Дону

2017

Список исполнителей:

Вильсон Е.В - к.т.н. заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение»

Серпокрылов Н.С.- д.т.н., профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение»

Долженко Л.А. – к.т.н. доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»

Смоляниченко А.С. к.т.н. ассистент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»

Родионова А. Б., ассистент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»

Список соисполнителей:

Аспиранты: Саид Марам Али

Магистры: Барзыкин В. С., Ченский И. А.,

Бакалавры: Гуденко Е., Гуденко Р., Скворцов К., Феоктистов В., Мурадян А., Вьюхин Я.,

Содержание.....	3
Введение	6
1. 1. ОСК ЖК "Суворовский". Исходные данные. Анализ существующего положения в системе очистки хозяйственно – бытовых сточных вод ЖК «Суворовский» в г.Ростове - на – Дону.....	9
1.1 Технологическая схема очистных сооружений согласно паспортным характеристикам ОСК ЖК «Суворовский».....	9
1.2 Анализ расхода и состава сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данными.....	14
1.2.1 Анализ расхода сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данными.....	14
1.2.2 Анализ специфики приема сточных вод от ассенизационных машин.....	18
1.2.3 Анализ состава сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данным.....	24
1.3 Проблемы эксплуатации ОСК.....	26
1.4 Задачи производственного аудита.....	29
1.5 Календарный план работ ("дорожная" карта).....	33
Выводы.....	35
2 Обследование технологической схемы существующих сооружений и определение ее эксплуатационных характеристик.....	36
2.1 Анализ режима поступления и выхода сточных вод ОСК.....	36
2.1.1 Выходной день.....	36
2.1.2 Рабочий день.....	38
2.2 Определение технологических показателей режимов работы отдельных сооружений ОСК.....	41

2.2.1	Определение технологических показателей режимов работы денитрификатора, аэротенка.....	41
2.2.2	Определение технологических показателей режимов работы отстойников.....	50
2.2.3	Определение технологических показателей режимов работы смесителя - уреднителя (селектора), минерализатора, илоуплотнителя	53
2.2.4	Определение технологических показателей режимов работы фильтров доочистки.....	59
2.3.	Эмиссия газов в помещении ОСК.....	63
2.4	Проверка отметок диктующих точек сооружений.....	66
	Выводы.....	67
3.	Моделирование процессов интенсификации очистки сточных вод.....	68
3.1	Исследование специфики влияния цвета светодиодов на интенсификацию процессов очистки сточных вод.....	68
3.1.1	Описание модельной установки, методика проведения, контроль параметров, цель и задачи исследований.....	68
3.1.2	Показатели режимов работы: - без дозирования препаратов; с дозированием препаратов.....	71
3.1.3	Сравнительная оценка режимов очистки.....	74
3.1.4	Рекомендации по интенсификации режимов работы с использованием светодиодов.....	81
	Выводы.....	86
3.2	Исследование специфики влияния пероксида водорода на интенсификацию процессов очистки сточных вод.....	87
3.2.1	Влияние пероксида водорода на величину окислительно-восстановительного показателя сточных вод.....	87

3.2.2 Влияние пероксида водорода на состояние активного ила в аэротенке.....	91
Выводы	98
4. Оценка гидродинамики и загрязнения сточных вод самотечных сетей водоотведения мкр "Суворовский"	99
5. Оценка состояния насосных станций приема сточных вод	104
Общие выводы	
Литература	107

Введение

Очистные сооружения, принимающие сточные воды от строящихся микрорайонов, испытывают ряд особенностей, не отраженных в проектной документации. С такими трудностями столкнулись и очистных сооружений хозяйственно – бытовых сточных вод «Суворовские» в г. Ростове - на – Дону:

1. при расчетной максимально суточной производительности очистных сооружений $10000 \text{ м}^3/\text{сутки}$, на станцию поступает не более 20%;
2. концентрация основных загрязнений, характерных для хозяйственно – бытовых сточных вод, превышает проектную более, чем в два раза по отдельным показателям;
3. неравномерный приток сточных вод на очистные сооружения;
4. имеют место залповые сбросы сточных вод промышленного характера, в том числе и от строительного производства.

Такие обстоятельства негативно отражаются на работе очистных сооружений, результатом чего являются нарушения технологического режима и выброс газов анаэробного происхождения. Такая ситуация - появление неприятного запаха и сброса недоочищенных сточных вод – привела к возмущения населения, проживающего вблизи места выпуска сточных вод.

В феврале – начале марта на очистных сооружениях канализации ЖК «Суворовский» сложилась внештатная ситуация, при которой активный ил погиб и прекратилась биологическая очистка сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Визуальный осмотр показал, что в аэротенке идут процессы гниения, о чем свидетельствует черный цвет иловой смеси, а также характерный запах обрабатываемой воды. После очистки вода мутно-серо-коричневая. Ситуация ухудшения работы очистных сооружений, по словам технолога ОСК, начала проявляться с конца ноября и достигла своего

критического пика в начале марта. В активном иле наблюдалось большое количество нитчатых микроорганизмов, что свидетельствует о критических нагрузках на активный ил. Мероприятия по восстановлению работоспособности активного ила и борьбы с явлением его «вспухания» частично улучшили положение. По решению главного инженера и инженера-технолога ООО «КЭСК» был произведен завоз активного ила с ОСК ПП «Ростовская станция аэрации», однако ситуация существенно не улучшилась. Описанное технологом ингибирование активного ила, в частности, может свидетельствовать о высоких концентрациях токсичных веществ в сточных водах, поступающих на очистку. Токсичные вещества могут попадать на ОСК в результате несанкционированных сливов производственных сточных вод различного состава в колодцы канализационной сети ЖК «Суворовский». Токсичные вещества для активного ила, такие как гидросульфиды, могут образовываться в емкостных сооружениях очистной станции, объем которых не рассчитан на прием расхода сточных вод в несколько раз меньше, чем производительность станции. В результате этого, образуются застойные зоны в приемном резервуаре насосной станции, а также в отдельных сооружениях - денитрификаторе, аэробном минерализаторе, илоуплотнителе. При малых расходах и недостаточной циркуляции иловой смеси анаэробные процессы гниения могут происходить в затопленном носителе биомассы в аэротенке - нитрификаторе

Для уточнения причин, вызвавших данную внештатную ситуацию, а также устранения ее последствий и предотвращения возможных срывов в работе ОСК необходимо провести специальные исследования, а также проанализировать специфические конструктивные особенности данных очистных сооружений.

Целью данной работы является обследование системы водоотведения ЖК «Суворовский», включая сети водоотведения, канализационные

насосные станции и очистные сооружения, и разработка рекомендаций по предотвращению чрезвычайных ситуаций и ликвидации отказов.

Задачи исследования:

1. провести обследование и аудит системы водоотведения для установления истинных причин отказов в системе очистки сточных вод,
2. разработать мероприятия по устранению негативных последствий аварийных ситуаций;
3. разработать рекомендации для эффективной эксплуатации данных очистных сооружений с учетом специфических особенностей.

1. ОСК ЖК "Суворовский". Исходные данные. Анализ существующего положения в системе очистки хозяйственно – бытовых сточных вод ЖК «Суворовский» в г.Ростове - на – Дону

1.1 Технологическая схема очистных сооружений согласно паспортным характеристикам ОСК ЖК «Суворовский»

Технологическая схема очистных сооружений хозяйственно – бытовых сточных вод состоит из следующих частей:

1. блок механической очистки;
2. блок биологической очистка с удалением соединений азота;
3. узел биолого – химического удаления фосфатов;
4. блок доочистки;
5. блок обеззараживания ;
6. блок обработки осадков.

Очистные сооружения размещены в двух корпусах. Механическая очистка и насосная станция подачи сточных вод на биологическую очистку расположена в одноэтажном павильоне из металлических панелей с промежуточным утеплением. Сооружения биологической очистки располагаются в частично заглубленном резервуаре круглой формы, выполненном из монолитного железобетона. Верхняя часть здания используется для обслуживания сооружений и представляет собой стеклянный павильон с кровельным покрытием.

Хозяйственно – бытовые сточные воды по напорному трубопроводу от насосной станции микрорайона поступают на комбинированную установку MAIND TOP 3 250 для механической очистки от грубых отбросов, плавающих веществ и песка. Перед комбинированной установкой расположен узел учета расхода поступающих сточных вод, оборудованный

расходомером SIEMENS MAG 300. Установка состоит из шнековой решетки с прозором 4 мм и горизонтальной аэрируемой песколовки, оборудованной двумя шнеками – для сбора песка по длине песколовки и выгрузки. Плавающие загрязнения (жиры и масла) собираются поверхностным скребком в контейнер и вывозятся на утилизацию. Грубые отбросы, плотностью 980 кг/м^3 , сбрасываются в сборный контейнер для вывоза на полигон твердых бытовых отходов. Песок собирается в другой контейнер. Первичные отстойники для отделения сырого осадка не предусмотрены проектом. Такой состав сооружений предусматривается для низкоконтрированных сточных вод жилых районов с высокой нормой водопотребления или при поступлении поверхностного стока. Периодически на комбинированную установку поступают, привозимые в ассенизационных машинах, жидкие бытовые отходы из других районов города. Сточные воды после механической очистки аккумулируются в приемном резервуаре насосной станции подачи сточной воды на биологическую очистку, туда же подаются промывные воды с песчаных фильтров доочистки и фильтрат от узла обезвоживания осадка. Насосная станция оборудована погружными насосами Grundfos S1/100/125 (2 рабочих и 1 резервный).

Сточная вода после механической очистки поступает на блок биологической очистки, состоящий из смесителя, зоны денитрификации, зоны аэрации, вторичных отстойников и регенератора активного ила.

Смеситель состоит из трех секций, общим объемом 212 м^3 , где происходит смешение возвратного активного ила из регенератора и осветленной сточной воды. Перегородчатая конструкция смесителя предполагает усреднение сточных вод при переливе через верхние окна перегородки. Для интенсификации процесса и предупреждения выпадения осадка каждая секция оборудована пневматическими аэраторами. Регенератор предназначен для восстановления активности возвратного ила с

помощью продувки воздухом перед подачей его в основные сооружения, его объемом 216 м³. Подача возвратного активного ила в регенератор происходит насосами иловой насосной станции, которая принимает осажденный ил из вторичных отстойников. На регенерацию подается только та часть возвратного активного ила, который поступает в денитрификатор, основная часть его поступает в аэротенки – нитрификаторы без регенерации.

Расположение денитрификатора (аноксидной зоны) и аэротенка – нитрификатора (аэробной зоны) соответствует общепринятой, в мировой практике очистки сточных вод, схеме А/О. Денитрификатор, объемом 1728м³, представляет собой резервуар в форме кольца, оборудованный двумя погружными пропеллерными мешалками Fagglolati GM60B1216R1 – 4T1KA2 - одна рабочая, одна резервная. Для работы в зимнее время, при температуре воды ниже 10°С, предусмотрена подача воздуха через систему аэрации. В денитрификаторе происходит окисление органических веществ в анаэробных условиях, с целью восстановления азота нитратов и нитритов до газообразного состояния. В качестве органического субстрата для денитрификации используются органические загрязнения в сточных водах после механической очистки, а анаэробные условия обеспечиваются потоком очищенной воды с возвратным активным илом. Подача возвратного активного ила и нитратсодержащего потока жидкости в денитрификатор осуществляется в двух диаметрально противоположных точках:

- из приемного резервуара циркуляционной иловой насосной станции;
- из смесителя после процесса регенерации.

Иловая смесь после денитрификатора самотеком через технологические отверстия поступает в аэротенк – нитрификатор с блоками контактных носителей биомассы (биофильтры). Аэробная зона состоит из двух секций в форме полукруга, объемом 2667 м³ каждая, оборудована пневматической системой аэрации. Система аэрации представлена

современными аэрационными элементами Rehau Raubioxon 6415. Дополнительно предусмотрен ввод возвратного активного ила из резервуара циркуляционной иловой насосной станции в каждую секцию в двух точках, под блоки контактных носителей биомассы. Контактные носители занимают объем 385 м^3 в одной секции с площадью поверхности для иммобилизации биомассы активного ила, равной 48125 м^2 , что должно существенно повысить концентрацию активного ила в аэробной зоне. Применение контактных носителей также приводит к саморегулированию возраста активного ила, что является обязательным фактором для успешной нитрификации. Для измерения концентрации кислорода в зоне аэрации предусмотрены автоматические датчики контроля. Для разделения иловой смеси после биологической очистки предусмотрены четыре вторичных отстойника вертикального типа, квадратной формы в плане, объемом 516 м^3 и площадью зеркала воды 144 м^2 каждый. Отстойники встроены в резервуар для аэрации в центральной части сооружения. Для сбора биологически очищенной воды отстойники оборудованы сборными желобами с зубчатыми водосливами, для отвода отделенного осадка - самотечной системой удаления осадка и кольцевым лотком для сбора плавающих веществ. При откачке возвратного ила из приемного резервуара, происходит снижение уровня воды в нем, и ил из отстойников, по принципу сообщающихся сосудов, поступает в него из нижней части вторичных отстойников. Дополнительно может быть произведена откачка ила с помощью эрлифта. Трубопровод удаления осадка оборудован дополнительно воздушной камерой для увеличения отбора осевшего ила. Каждый отстойник оборудован запорной арматурой для включения/отключения подачи иловой смеси и отбора осажденного осадка. Для химического удаления фосфатов в биологически очищенную сточную воду подают раствор сульфата алюминия, который при взаимодействии с фосфатами образует мелкую нерастворимую

взвесь. Образование взвеси осуществляется в трубопроводах по пути следования на сооружения доочистки. Раствор сульфата алюминия подается с помощью насосов – дозаторов из узла реагентного хозяйства в каждый вторичный отстойник.

Следует отметить, что для химического удаления фосфатов проектом предусмотрено дозирование сульфата железа FERIX-3, имеющего преимущества перед применяемым временно сульфатом алюминия по выделению сульфидов, снижению ингибирования окислительной способности биомассы. Также в данном узле проектом не созданы гидродинамические условия для смешения и хлопьеобразования.

Доочистка сточных вод осуществляется в две ступени. На первой ступени установлены три механических самопромывных фильтра марки IN-EKO 5FBO-R (3 рабочих), на второй – двухслойные песчано – антрацитовые фильтры марки CULLIGANS HMS-F-220 (4 рабочих, поочередно промывающихся обратным током воды). Все механические фильтры работают одновременно, так как по проекту не предусмотрено установление запорной арматуры для отключения каждого из них. Подача воды на песчано – антрацитовые фильтры – напорная. На фильтрах задерживаются взвешенные вещества минерального и органического происхождения, включая соединения фосфора. Осадок промывных вод после отстаивания направляется в приемный резервуар осветленных сточных вод после механической промывки. Необходимо констатировать, что разработчики и поставщики фильтров марки CULLIGANS HMS-F-220 рекомендуют использовать их для очистки вод плавательных бассейнов и морских, но не для доочистки биологически очищенных сточных вод.

Обеззараживание очищенных сточных вод происходит на установках ультрафиолетового облучения марки DESUVA UV – N300-10x130 в количестве двух штук.

Очищенная и обеззараженная сточная вода направляется самотеком к месту установленного сброса.

Избыточный активный ил из резервуара циркуляционного активного ила и из резервуара плавающего ила, направляется в аэробный минерализатор объемом 843 м³, оборудованный мешалкой, системой аэрации и встроенным илоуплотнителем. Система аэрации пневматическая с помощью аэраторов Rehau Raubioxon 6415. Стабилизированный и уплотненный ил с помощью насосов подается на ленточный фильтр – пресс марки PN 150/S, для обезвоживания. Для интенсификации процесса обезвоживания в смеситель перед фильтр – прессом подается раствор полимерного флокулянта, приготовленного на станции подготовки флокулянта VPM – 2000, с помощью насоса – дозатора NOVA ROTORS. Обезвоженный осадок, влажностью 75%, вывозится в разрешенные места складирования.

1.2 Анализ расхода и состава сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данными

1.2.1 Анализ расхода сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данными

Проектная производительность очистных сооружений хозяйственно – бытовых сточных вод «Суворовские» составляет 10000 м³/сут. Строительство нового микрорайона «Суворовский» продолжается, в связи с чем были уточнены характеристики притока сточных вод на очистные сооружения.

Для выявления причин нестабильной работы ОСК и низкого качества очистки сточных вод сотрудниками кафедры «Водоснабжения и водоотведения» ДГТУ были произведены обследования очистных

сооружений и КНС: определены расходы сточных вод в выходные и рабочие сутки, отобраны среднесуточные пробы поступающих и очищенных сточных вод.

Результаты исследования притока поступающих сточных вод на очистные сооружения, проведенные в течение суток в выходной день (2 – 3.04.17г.) и - в рабочий (5 – 6.04.17г.) приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - График поступления сточных вод на очистные сооружения

Часы суток	Дата замеров 2.04.17		Дата замеров 5.04.17		Примечание
	Показания прибора	Расход, м ³ /ч	Показания прибора	Расход, м ³ /ч	
8-9	832347	89	835328	56	
9-10	832436	142	835384	81	
10-11	832578	91	835465	41	
11-12	832669	55	835506	27	
12-13	832724	37	835533	19	
13-14	832761	41	835552	103	
14-15	832802	49	835655	62	
15-16	832851	98	835717	76	
16-17	832949	112	835793	55	
17-18	833061	93	835848	82	
18-19	833154	115	835930	59	
19-20	833269	103	835989	59	
20-21	833372	102	836048	147	
21-22	833474	120	836195	171	
22-23	833594	104	836366	141	
23-24	833698	84	836507	121	

Окончание таблицы 1.1

0-1	833782	86	836628	4	
1-2	833868	22	836632	-	Нет подачи
2-3	833890	20	836632	-	Нет подачи
3-4	833910	11	836632	-	Нет подачи
4-5	833921	27	836632	-	Нет подачи
5-6	833948	27	836632	-	Нет подачи
6-7	834001	53	836632	-	Нет подачи
7-8	834060	59	836632	-	
Сумма		1740		1304	

Среднесуточный расход сточных вод, поступающий на очистные сооружения хозяйственно – бытовых сточных вод «Суворовские» составляет 1740 м³/сут. В ночь с воскресения на понедельник 5 - 6.04 2017г. отмечен перерыв в подаче сточных вод, в связи с отключением насосов насосной станции №1 в связи со сбросом абонентами разного мусора.

Среднечасовой расход:

$$q_{\text{ср.час.}} = \frac{Q_{\text{сут.}}}{24}; \quad (1.1)$$

$$q_{\text{ср.час.}} = \frac{1740}{24} = 72,5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Среднесекундный расход:

$$q_{\text{ср.сек.}} = \frac{Q_{\text{ср.час.}}}{3,6}, \text{ л / с}; \quad (1.2)$$

$$q_{\text{ср.сек.}} = \frac{72,5}{3,6} = 20 \text{ л / с}.$$

Максимальный и минимальный часовой расход определим по таблице притока сточных вод на очистные сооружения по часам суток.

Максимальный часовой расход равен 171 м³/час.

Максимальный секундный расход:

$$q_{\text{min.сн.}} = \frac{Q_{\text{min.сн.}}}{3,6}, \quad (1.3)$$

$$q_{\text{min.сн.}} = \frac{171}{3,6} = 47,5 \text{ л/с}$$

Минимальный секундный расход:

$$q_{\text{min.сн.}} = \frac{Q_{\text{min.сн.}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.4)$$

$$q_{\text{min.сн.}} = \frac{11}{3,6} = 3 \text{ л/с}$$

По данным наблюдений коэффициент часовой неравномерности, представляющий собой отношение максимального часового расхода к среднему часовому расходу среднесуточного водоотведения, составляет 1,65. Таким образом, на очистные сооружения «Суворовские» поступает примерно 17,5% хозяйственно – бытовых сточных вод от проектной производительности станции, резерв мощностей составляет 82,5%.

График притока поступающих сточных вод на очистные сооружения с января по апрель 2017 г. по показаниям расходомера на входе приведен на рис. 1.1. Расход сточных вод изменяется от 1700 м³/сут в будние дни до 2200 м³/сут – в выходные дни. Во время выпадения обильных осадков, расходы поступающие на очистные сооружения превышают 2000 м³/сут и увеличение достигает 25%.

Среднесуточный расход



Рисунок 1.1 График притока сточных вод на ОСК: а - выходной день; б - рабочий день.

Анализ поступления сточных вод на ОСК показывает, что имеет место высокая неравномерность, наблюдается отсутствие притока сточных вод в течение 6 – 8 часов в сутки.

1.2.2 Анализ специфики приема сточных вод от ассенизационных машин

Дополнительно к расходам, поступающим на очистные сооружения от ЖК «Суворовский», станция принимает сточных вод от ассенизационных машин от других объектов города

Анализ объемов сточных вод, поступающих на очистные сооружения из ассенизаторских машин, проведен с апреля 2016г. по март 2017г. Привоз

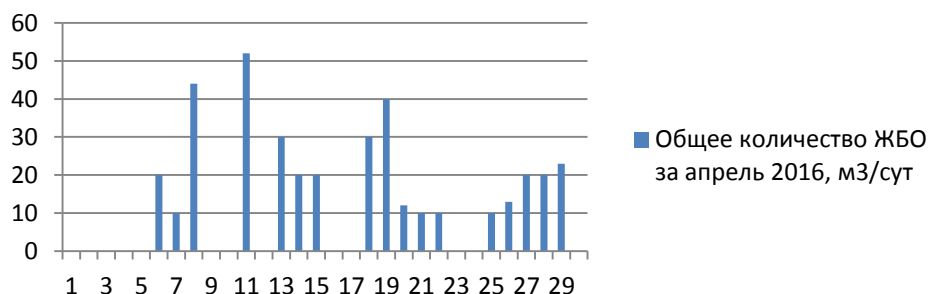
сточных вод от ассенизационных машин происходил в рабочее время с 8 до 20 часов. Единовременный сброс на механическую очистку определен объемом цистерны : 30м^3 , 20м^3 , 10м^3 , 6 м^3 и $3,75\text{ м}^3$. График поступления жидких бытовых отходов за январь 2017г. посуточно представлен на рисунке 1.2



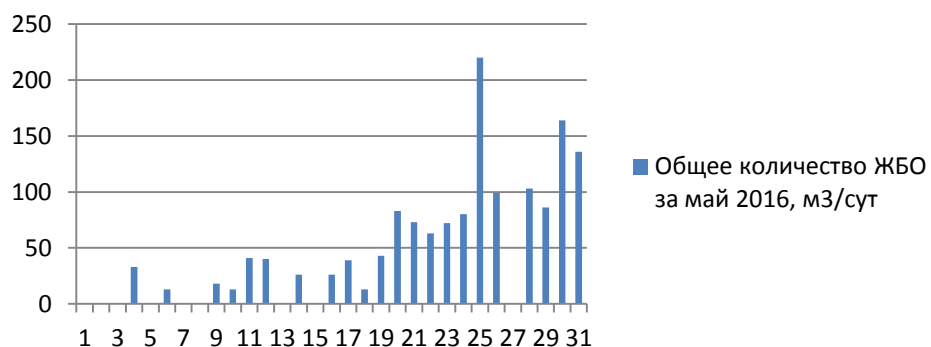
Рисунок 1.2 Суточные объемы сточных вод от ассенизационных машин за январь 2017г.

Анализ данных за другие периоды приема жидких бытовых отходов показал примерно аналогичные зависимости. Привоз осуществлялся в будние и выходные дни, кроме праздничных дней. Максимальные поступления жидких бытовых отходов находятся в диапазоне $30\text{--}170\text{ м}^3/\text{день}$, минимальные – $15\text{--}30\text{ м}^3/\text{день}$. В летний период отмечается увеличение объемов привоза до $270\text{ м}^3 / \text{день}$. По данным журналов приема месячный привоз от всех поставщиков представлен на рис. 1.3.

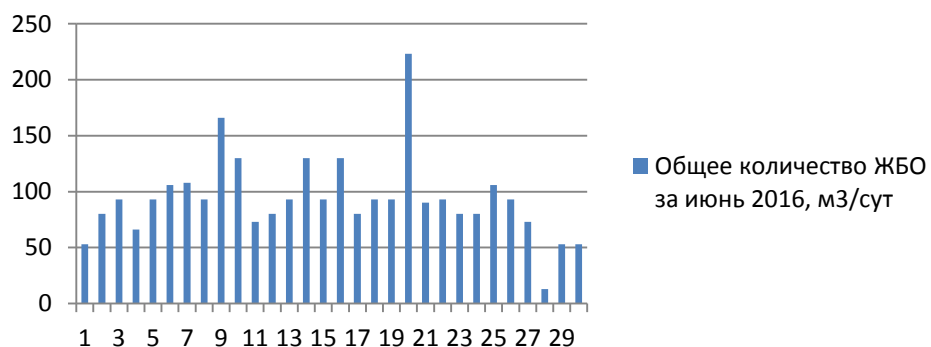
Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за апрель 2016, м3/сут



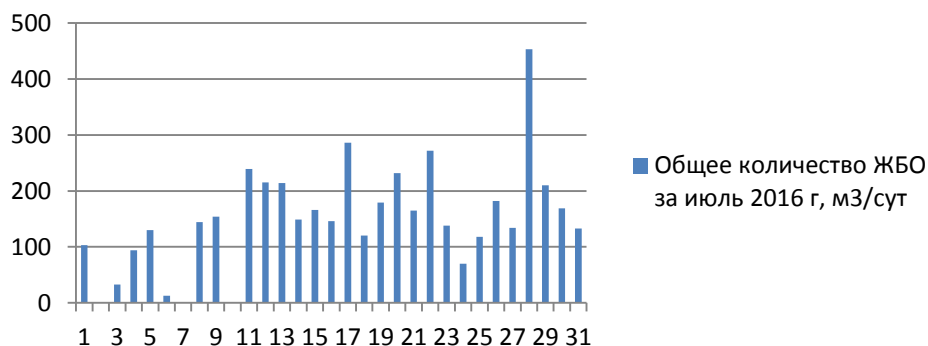
Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за май 2016, м3/сут



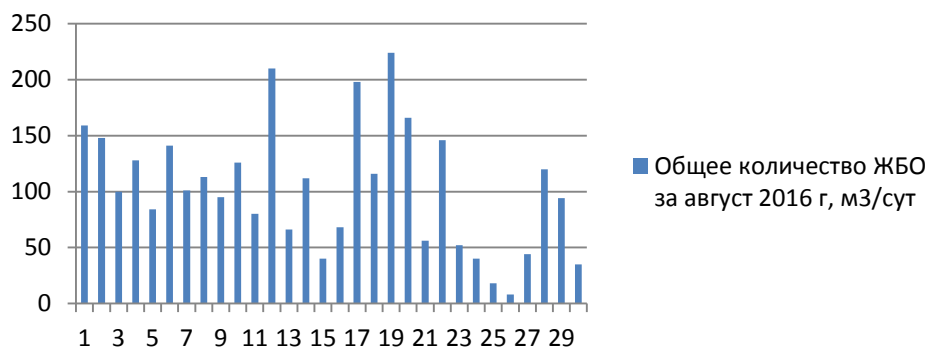
Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за июнь 2016, м3/сут



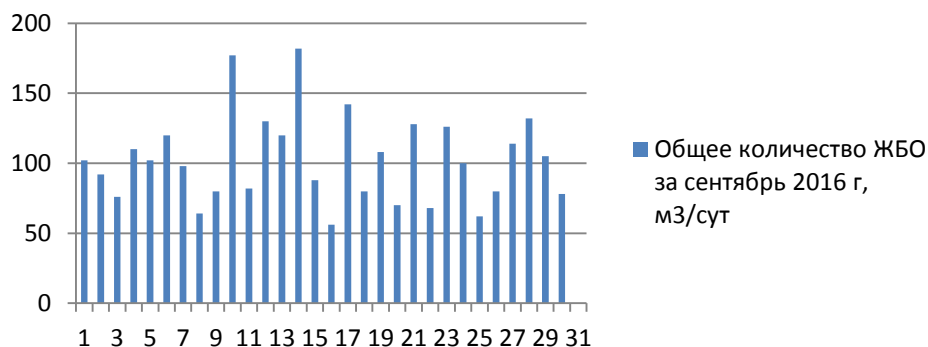
Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за июль 2016 г, м3/сут



Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за август 2016 г, м3/сут



Общее количество сточных вод от ассенизационных машин за сентябрь 2016 г, м3/сут



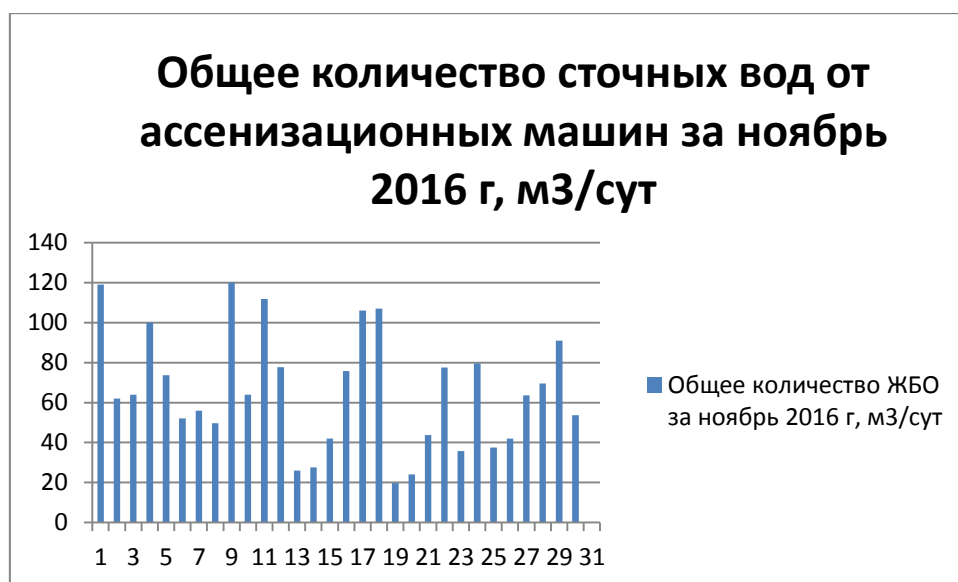


Рисунок 1.3. Поступление сточных вод от ассенизационных машин по месяцам 2016 / 2017г.г.

В течение месяца на очистные сооружения привозили от 384 до 4661 м³ сточных вод от ассенизационных машин.

Приемка сточных вод от ассенизационных машин сопровождалась визуальным осмотром. Проверялся цвет жидкости – серый, темно-серый; запах – фекальный; наличие пенообразования, наличие жиров. Принимались сточные воды по визуальным показателям характерные для хозяйственно –

бытовых. Концентрации основных загрязняющих веществ для сточных вод из сборных резервуаров:

По БПКп - 500-600 мгО₂ /л;

По взвешенным веществам - не более 500 мг/л.

Для выгребов и осадков септиков

По БПКп - 1000 – 1200 мгО₂ /л;

По взвешенным веществам - до 2000 мг/л.

При максимальном объеме сточных вод и максимальной концентрации загрязнений из приемных резервуаров, средневзвешенная концентрация смеси будет равна

$$C = \frac{C_{КОС} \cdot Q_{КОС} + C_{ЖБО} \cdot Q_{ЖБО}}{\Sigma Q} \quad (1.5);$$

По взвешенным веществам

$$C_{взв} = \frac{400 \cdot 1700 + 500 \cdot 180}{1700 + 180} = 410_{мг} / л.$$

По органическим загрязнениям (по БПК)

$$C_{БПК} = \frac{400 \cdot 1700 + 600 \cdot 180}{1700 + 180} = 419_{мгО} / л.$$

При приеме суточного привоза только из выгребов и/или осадков септиков средневзвешенная концентрация смеси будет равна

По взвешенным веществам

$$C_{взв} = \frac{400 \cdot 1700 + 2000 \cdot 180}{1700 + 180} = 553_{мг} / л.$$

По органическим загрязнениям (по БПК)

$$C_{БПК} = \frac{400 \cdot 1700 + 600 \cdot 180}{1700 + 180} = 419_{мгО2} / л.$$

Результаты примерных расчетов показали, что сточных вод от из приемных резервуаров допустимо для обычного режима работы очистных сооружений, так как разница в концентрациях до и после смешения составляет менее 5%.

При приеме загрязнений из выгребов и осадков септиков следует уточнять среднесуточные концентрации загрязнений и корректировать технологические показатели очистных сооружений. Прием сточных вод от ассенизационных машин осуществляется перед механической очисткой.

1.2.3 Анализ состава сточных вод, поступающих на очистку и очищенных, в сравнении с проектными данными

Для сравнения состава поступающих хозяйственно – бытовых сточных вод очистных сооружений «Суворовские» были выбраны концентрации основных загрязняющих веществ для аналогичных вод по информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным технологиям ИТС – 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» (табл.1.2).

Качественный состав поступающих сточных вод приведен по результатам анализа лаборатории Центра лабораторного анализа и технических измерений по Ростовской области ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.2 - Характерные диапазоны концентраций основных загрязнений в исходных городских сточных водах

Загрязняющие вещества	Диапазоны загрязненности сточных вод, мг/л			
	низко концентрированные сточные воды	средне концентрированные сточные воды	концентрированные сточные воды	при влиянии промышленных сточных вод
Взвешенные вещества	Менее 150	150-250	Свыше 250	Больше 400
БПК ₅	Менее 130	130-230	Свыше 230	Больше 400
ХПК	Менее 300	300-600	Свыше 600	Больше 800
Азот аммонийный	Менее 25	25-35	Свыше 35	Более 50
Фосфор фосфатов	Менее 2,2	2,2-3,5	Свыше 3,5	Более 5

Таблица 1.3- Качественные характеристики поступающих сточных вод

Показатели	Проект	Среднесуточные пробы		Точечные пробы	
	Вход/выход	6.04.17 г. вход	6.04.17 г. выход	14.04.17г. КНС- 2	14.04.17г. КНС- 1
Взвешенные вещества	206,35/10	238,0	39,0	470	520
Аммония ион	25,4/ 0,5	62,16	52,08	50,78	95,1
Нитрат-ион	0 / 40,0	1,0	0,4	4,29	3,58
Нитрит-ион	0 / 0,08	-	-	0,09	0,11
БПК ₅ /БПК _п мех/очистки	238,09/127,0	-	-	369,0/527,7	665/951
ХПК		600	130	-	-
Хлориды	28,58	-	-		

Окончания таблицы 1.3

Сульфаты		-	-		
Фосфаты/фосфор	10,48/ 0,2	13,0	6,0	23,17/ 7,56	22,33/ 7,29
АПАВ	0,5	-	-	2,22	2,55

Примечание. «-» -анализ на данный показатель не проводился

Анализ данных таблиц 2 и 3 показывает, что состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения «Суворовские», может быть отнесен к категории сверхконцентрированных.

Анализ параметров загрязнений сточных вод показал, что концентрации загрязняющих веществ по основным компонентам превышают среднестатистические более чем в 2 раза. Так концентрация органических веществ, идентифицируемых, как ХПК, изменяется от 600 до 1200 мгО/л, в то время как среднестатистическая величина составляет 450 мгО/л; концентрация азота аммонийного изменяется от 45 до 100 мг/л, среднестатистический диапазон составляет 18-40 мг/л; концентрация фосфатов достигает 26 мг/л, что превышает среднестатистическое значение более, чем в 4 раза.

1.3 Проблемы эксплуатации ОСК

Эксплуатация данных очистных сооружений сопряжена с необходимостью разрешения двух проблем:

- высокие концентрации загрязняющих веществ сточных вод (значительно превышают среднестатистические данные хозяйственно-бытовых сточных вод);

- малый расход сточных вод - на очистные сооружения ЖК «Суворовский» поступает примерно 17,5% хозяйственно – бытовых сточных вод от проектной производительности станции, резерв мощностей составляет 82,5%. Согласно информации персонала расход сточных вод изменяется от

1700 м³/сут в будние дни до 2200 м³/сут – в выходные дни. При этом анализ поступления сточных вод на ОСК показывает, что имеет место высокая неравномерность, наблюдается отсутствие притока сточных вод в течение 6 – 8 часов в сутки.

В связи с меньшим расходом поступающих сточных вод, на станции вторая секция зоны аэрации объемом 2667 м³ и два встроенных отстойника не были подключены изначально, а объем зоны денитрификации не может быть изменен. Механическая очистка и сооружения доочистки сточных вод также работают по прежней схеме.

В результате сложившихся условий малого и неравномерного притока сточных вод, расчетное время пребывания сточных вод не соблюдается. Например, так как объем денитрификатора не может быть уменьшен, активный ил находится практически в бескислородных условиях около 23 часов, вместо 2,0 – 3 расчетных, в результате чего меняется вся идеология очистки сточных вод. В аэротенке не протекает процесс нитрификации, соответственно, не формируются нитраты, следовательно, в денитрификаторе не происходит доминантного процесса – денитрификации. Качество очистки падает, а активный ил представляет собой некоторое сообщество микроорганизмов, которое при тестировании по принципу биоэстимации, обнаруживает доминантное количество простейших – прикрепленных инфузорий, которые входят в биоэстиматоры №4 и голых амёб – биоэстиматоры №2, и те и другие свидетельствуют о наличии зон застоя с низкими концентрациями кислорода и недостаточным процентом рециркуляции сточных вод.

Таким образом, сложились объективные условия, в которых проектная существующая технологическая схема деления зон очистки сточных вод на нитри-денитрифицирующие не может быть реализована. Так основной показатель успешной реализации технологии нитри-денитрификации – азот

аммонийный, не снижается и даже возрастает в результате аммонификации органических веществ и частичной азотфиксации. Длительное пребывание сточных вод и активного ила в зонах с дефицитом кислорода приводит к реализации процессов загнивания, о чем свидетельствует продуцирование газов, которые в соответствии с величиной своего парциального давления переходят из водной среды в воздушную, о чем свидетельствует высокий уровень запаха в зоне обслуживания блока биологической очистки, а также в помещениях обслуживающего персонала.

Неравномерность и недостаточность притока сточных вод приводит к ситуации, при которой реагентная очистка сточных вод от фосфатов является неэффективной, так как отсутствуют гидродинамические условия и конструктивное оформление процессов смешения и хлопьеобразования.

Таким образом, ОСК ЖК «Суворовской» имеют специфическое технологическое решение, которое, несмотря на предусмотренные современные классические этапы очистки сточных вод, в данной ситуации (реальных расходов и концентраций) не может их обеспечить.

По нашему мнению, ситуации, при которых активный ил погибает и биологическая очистка сточных вод практически прекращается, будет периодически повторяться, если не предусмотреть ретехнологизацию существующей схемы. Дальнейшая работа направлена на определения оптимального технологического решения и предусматривает исследовательский этап (определение показателей сточных вод по этапам очистки сточных вод и реализацию пилотных экспериментов для уточнения параметров ретехнологизации).

1.4 Задачи производственного аудита

Анализ результатов производственного аудита позволит определить рациональные изменения технологической схемы в рамках реально существующего объекта, которые приведут к достижению заданных параметров работы ОСК.

Предполагается провести производственный аудит по следующим направлениям:

- определение эксплуатационных характеристик технологической схемы очистки сточных вод на основе анализа режима поступления и выхода сточных вод ОСК в рабочий день и в выходной день;
- определение технологических показателей режимов работы отдельных сооружений ОСК: - денитрификатора; аэротенка с учетом погружного носителя биомассы: смесителя - уреднителя (селектора); минерализатора, илоуплотнителя; фильтров доочистки;
- установить количественные показатели эмиссии газов в помещении ОСК.

Задачей производственного аудита является обоснование методологии пилотных исследований, направленных на определение и уточнение режимов технологических приемов, предназначенных для ретехнологизации схемы работы ОСК и предотвращения формирования аварийных ситуаций.

Результаты обследования

Состояние сетей водоотведения и канализационных станций – удовлетворительное. Отмечается повышение притока на очистные сооружения в дни обильных дождей, что подтверждает поступление в хозяйственно – бытовую сеть дождевых сточных вод. Дождевые очистные сооружения не сданы в эксплуатацию

Анализ притока сточных вод на очистные сооружения показал, что снижение расходов в 5 раз, по сравнению с расчетными, не отражено в технологическом регламенте эксплуатации сооружений. Отмечаются перерывы в подаче сточной воды из-за проблем на насосных станциях, связанных со сбросом в канализацию строительного мусора, а также, характерная для «спальных» районов, высокая суточная неравномерность поступления сточных вод. Причиной сбоев в работе очистных сооружений могут быть залповые сливы в колодцы промышленных отходов.

Комплекс очистных сооружений «Суворовский» рассчитан на прием 10000 м³/сут. и технологической схемой предусмотрены зона с пониженным содержанием кислорода – зона денитрификации, где активный ил находится практически в бескислородных условиях около 23 часов, вместо 2,0 – 3 расчетных. Известно, что активный ил без наличия кислорода начинает погибать через 12 часов. Кроме этого в зоне денитрификации, в результате длительного пребывания сточных вод, формируются восстановительные условия, показателем которых являются значение окислительно-восстановительного показателя (ОВП) «-240 мВ», что негативно сказывается на работе зоны «нитрификации», в которой значение ОВП не поднимается выше 40 мВ, при том, что в этой зоне ОВП должен достигать 250 – 350 мВ.

Таким образом, сложились объективные условия, в которых проектная существующая технологическая схема деления зон очистки сточных вод на нитри-денитрифицирующие не может быть реализована. Так основной показатель успешной реализации технологии нитри-денитрификации – азот аммонийный, не снижается и даже возрастает в результате аммонификации органических веществ и частичной азотфиксации. Длительное пребывание сточных вод и активного ила в зонах с дефицитом кислорода приводит к реализации процессов загнивания.

Неравномерность и недостаточность притока сточных вод приводит к ситуации, при которой реагентная очистка сточных вод от фосфатов является неэффективной, так как отсутствуют гидродинамические условия и конструктивное оформление процессов смешения и хлопьеобразования.

По нашему мнению, ситуации, при которых активный ил погибает и биологическая очистка сточных вод практически прекращается, будет периодически повторяться. Так как ОСК ЖК «Суворовской» имеют специфическое технологическое решение, которое, несмотря на предусмотренные современные классические этапы очистки сточных вод, в данной ситуации (реальных расходов и концентраций) не может их обеспечить. Основная причина – отсутствие гибкости схемы. Очистные сооружения рассчитаны на заданное количество сточных вод, без учета последовательного наращивания производительности.

Технологическая схема станции очистки хозяйственно – бытовых сточных вод предназначены для поступления низкоконцентрированных сточных вод. Существенное превышение – примерно в 2 раза – концентраций основных загрязняющих веществ над проектными показателями, требует интенсификации процессов очистки и постоянной коррекции циркуляционных потоков при изменении входных параметров. При проектировании сооружений и разработке технологического регламента работы сооружений биологической очистки не были разработаны технологические показатели режимы работы при повышенных концентрациях загрязнений. Корректировка и контроль технологических показателей возможен только при проведении химических анализов в лаборатории.

Обязательным условием надежной работы основных сооружений биологической очистки является пропуск поступающих сточных вод, включая привозимые жидкие бытовые отходы через блок механической

очистки. Этот этап предполагает задержание грубых отбросов, песка и жиров. Отсутствие резервного оборудования на данном этапе, даже при профилактических и ремонтных работах, приводит к заилению резервуара денитрификатора.

При обследовании сооружений выявлены конструктивные особенности, влияющие на корректировку технологического режима.

Перекрытие резервуара денитрификатора не позволяет проводить его полное обследование на наличие застойных зон. По наблюдениям обслуживающего персонала, периодически отмечалось всплытие «иловых шапок», свидетельствующих о застойных зонах активного ила с развитой анаэробной биомассой.

Подача циркулирующего активного ила насосом иловой насосной станции контролируется двумя расходомерами одновременно. Правый расходомер регистрирует суммарно возвратный иловый поток нитратного цикла в регенератор, смеситель и в аноксидную зону (денитрификатор), а также, возвратный ил в аэробную зону (нитрификатор). Левый – в диаметрально противоположную точку денитрификатора, в нитрификатор и в аэробный минерализатор. При таком распределении невозможно произвести замер избыточного активного ила, а, следовательно, рассчитать требуемый возраст активного ила, необходимый параметр для успешной нитрификации.

При изменении входных характеристик поступающих сточных вод, необходимо регулировать расход рециркуляционного потока нитратного цикла, подаваемого в денитрификатор, что не представляется возможным по тем же причинам. Причем, часть стабилизированного активного ила, при помощи эрлифта, также подается в денитрификатор. Такой поток можно рассматривать в качестве дополнительного субстрата, однако при высоких концентрациях органических веществ, при этом существенно возрастает нагрузка на ил.

Вторичные отстойники имеют ряд конструктивных недостатков. Подача иловой смеси по центральной трубе в нижнюю часть отстойника без отражательного щита, приводит к размыву и всплыванию осевшего осадка. На практике отмечается неравномерная работа двух отстойников в одной секции, при работе насоса циркуляционной насосной станции. Отвод осадка в режиме сообщающихся сосудов приводит к понижению уровня в одном отстойнике и подсосу в трубу отвода практически иловой смеси из центральной трубы без осаждения, тогда как второй отстойник является недогруженным, так как поступление в него иловой смеси минимальное из-за более высокого уровня воды. При отключении насоса уровни в отстойниках выравниваются и, входящая иловая смесь во второй отстойник, поднимает уже осевший активный ил. Такой режим работы приводит к периодическому повышенному выносу взвешенных веществ, увеличивая до максимальных значений нагрузку на фильтры доочистки первой и второй ступени. Вторичные отстойники являются местом ввода реагента для связывания соединений фосфора в мелкодисперсную взвесь. Нестандартный режим осаждения активного ила приводит к плохому смешению очищенной воды с реагентом и, как следствие, к снижению эффективности удаления соединений фосфора.

1.5 Календарный план работ ("дорожная" карта)

«Дорожная карта» выполнения работ по теме «Исследование специфики работы очистных сооружений канализации ЖК «Суворовский» и разработка регламента по их эксплуатации» приведена в таблице 1.4

Таблица 1. 4 - «Дорожная карта» выполнения работ

№ п/п	Наименование этапа и основное содержание работы по Договору	Ориентировочные сроки выполнения: начало - окончание	Результаты работы. Вид отчетности.
1.	Анализ существующего положения в системе очистки сточных вод	29.03 2017 – 29.04 2017	Раздел отчета об аналитичес- кой части работы
1.1	Ретроспективный и фактический анализ состава сточных вод, поступающих на очистку и очищенных сточных вод, в сравнении с проектными данными	29.03.17- 15.04.17	
1.2	Изучение технологической схемы существующих сооружений и определение ее эксплуатационных характеристик (в т.ч. состояние активного ила, его микроскопирование, определение окислительно-восстановительного потенциала, концентрации растворенного кислорода по зонам и высоте реактора и пр. характеристик, выявленных в ходе обследования)	29.03.17.- 20.04.17	
1.2.1	Проверка и оптимизация на моделях технологических параметров аэрации, доочистки, промывных систем, рециклов очищенных вод, дозирования реагентов, субстрата для биомассы, внесения бактериально- ферментных препаратов. Анализ специфики приема ЖБО	10.04.17- 20.04.17	

1.3	(равномерность поступления на ОСК, количество ЖБО их качественные показатели)	05.04.17 - 20.04.17	
1.4	Исследование режима и окислительно-восстановительных условий в сети водоотведения по эмиссии газов при транспортировании сточных вод	5.04.17 – 12.04.17	
1.5	Анализ состояния приемного резервуара насосной станции, определение возможности осуществления в нем процессов сульфатредукции, азотфиксации и т.д.).	5.04.17 – 12.04.17	
1.6	Дополнительные работы, необходимость которых выявлена в процессе выполнения этапа.	3.04.17 – 20.04.17	
	1.7. Обработка результатов исследования. Составление отчета по существующему режиму эксплуатации ОСК с учетом анализа проведенных исследований	0.04.17 – 29.04.17	
	2. Разработка рекомендаций. Составление отчета	30. 04.17 – 15. 05.17	Подготовка рекомендаций. Отчет по результатам научно-исследовательской деятельности

2 Обследование технологической схемы существующих сооружений и определение ее эксплуатационных характеристик

Методика проведения исследований. Контроль режима поступления вели по притоку СВ в приемную камеру насосной станции, расход измеряли каждый час по расходомеру подачи насосами сточных вод на очистные сооружения. При этом отбирали батометром с глубины 2.5 м 0.5 л СВ, которую выливали в сборную емкость ("*Вход*"), которую помещали в холодильник. Одновременно отбирали пробу СВ, в которой после 30 минут отстаивания в цилиндре на 100 мл определяли показатели pH, еh, прозрачность, растворенный кислород.

В это же время вручную из камеры очищенных вод отбирали пробу СВ, которую выливали в сборную емкость ("*Выход*"), которую также помещали в холодильник. Также для экспресс - контроля отбирали пробу СВ, в которой после 30 минут отстаивания в цилиндре на 100 мл определяли показатели pH, еh, растворенный кислород, прозрачность.

Полученные таким образом усредненные за 24 часа среднесуточные пробы отправлялись на КХА в аккредитованную лабораторию

2.1 Анализ режима поступления и выхода сточных вод ОСК

2.1.1 Выходной день

Зафиксированные объемы и некоторые показатели качества сточных вод при ежечасном отборе проб представлены в виде сводной сравнительной характеристике "вход - выход" в таблице 2.1 и на рис. 2.1 – 2.3.

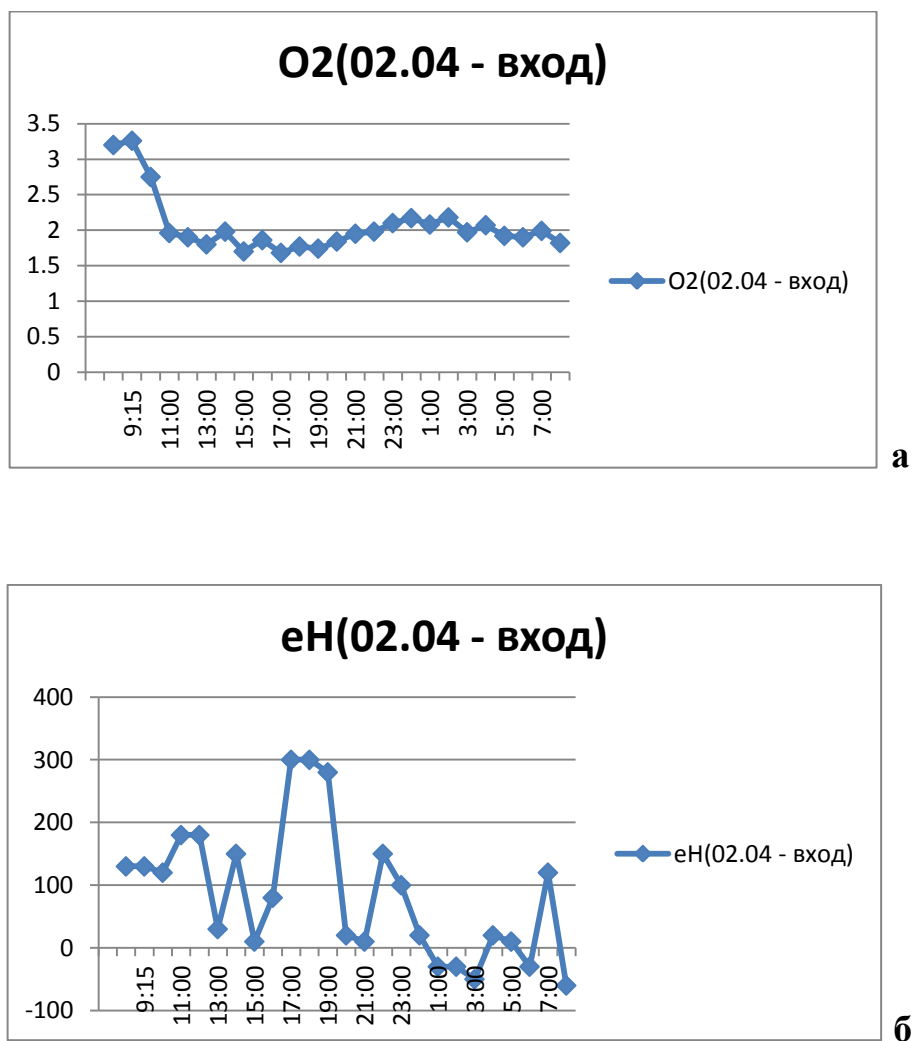


Рисунок 2.1 Содержание кислорода (а) и ОВП (б) сточных на входе в ОСК от 02.04.2017.

Можно сделать вывод (рис. 2.1), что, судя по содержанию кислорода (а) и ОВП (б), исходные сточные воды, поступающие на ОСК в выходной день, более пригодны к подаче в аэротенк (нитрификатор), чем - в денитрификатор, как это предусмотрено технологической схемой ОСК "Суворовский".

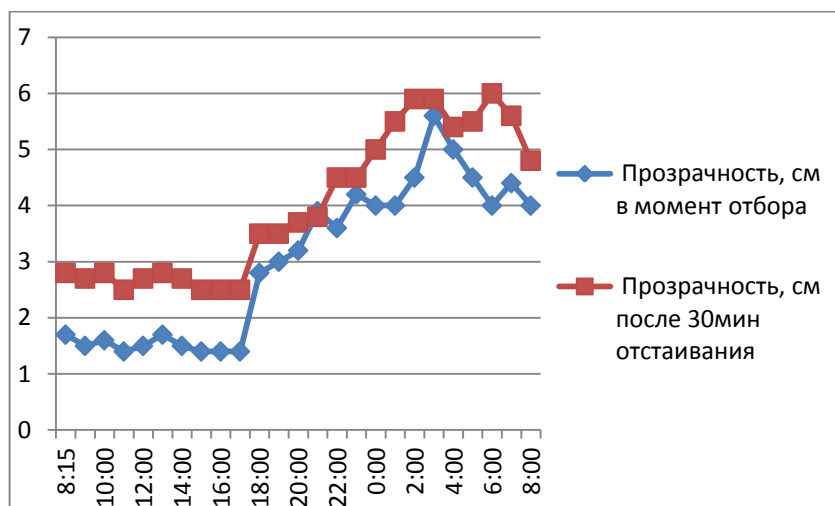


Рисунок 2.2 Прозрачность очищенных сточных на выходе из ОСК (02.04.2017)

На выходе в очищенных сточных водах в основном присутствуют неоседающие вещества (рисунок 2.2), что свидетельствует об удовлетворительном выделении взвесей (в данном случае, - активного ила) на фильтрах доочистки.

2.1.2 Рабочий день

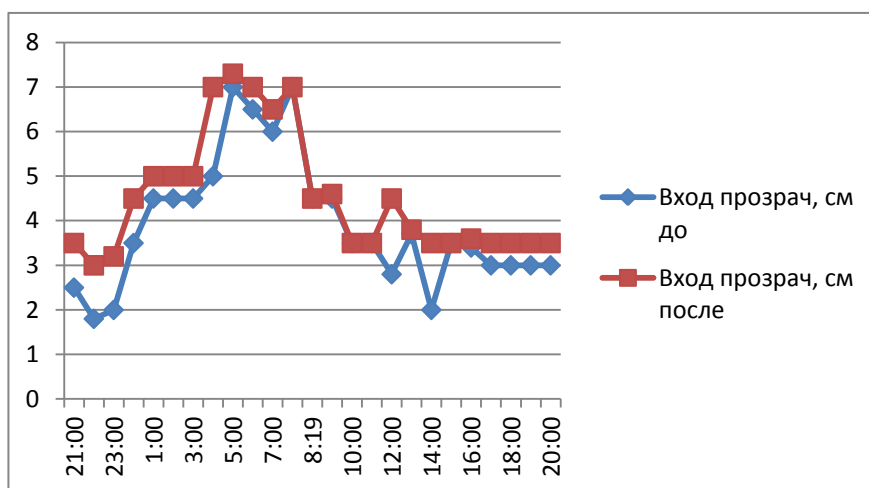
Имеются отличия в составе исходных сточных вод, поступающих на ОСК в рабочий день от выходного (рисунок 2.3). Особенно по ОВП, меньше по кислороду (б) и прозрачности (а). В последнем случае прозрачность вод до отстаивания в цилиндре в течение 30 минут и после - практически совпадают, что указывает на удовлетворительную механическую очистку.

При этом (рисунок 2.3, в), судя по ОВП, сточные воды в рабочие дни более пригодны к подаче в денитрификатор, как это и предусмотрено технологической схемой ОСК "Суворовский".

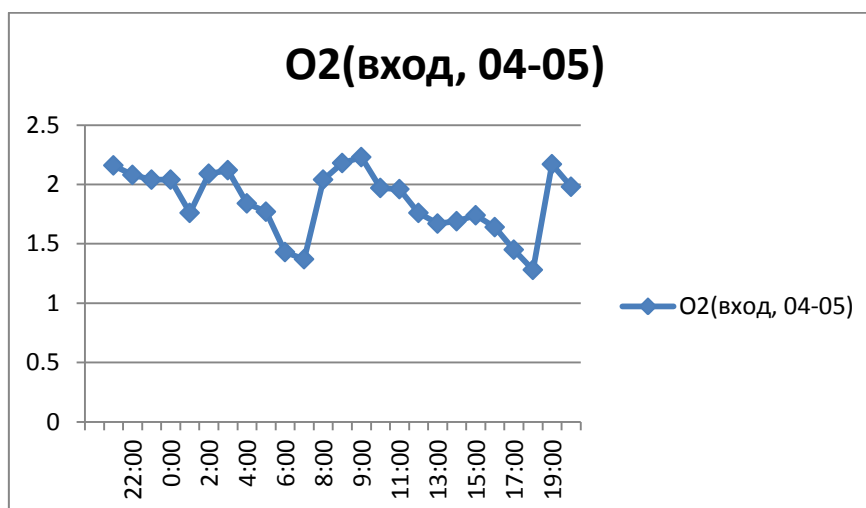
Анализ суточного режима поступления и очистки вод в рабочие и выходные дни показывает на имеющиеся различия в определяющих процесс загрязнений исходных сточных вод в рабочие и выходные дни, а также стабильно наблюдающийся перерыв в их подаче. Для стабильной

технологии очистки требуется усреднитель состава и расхода сточных вод, что может быть выполнено за счет какого-то существующего сооружения, например, минерализатора.

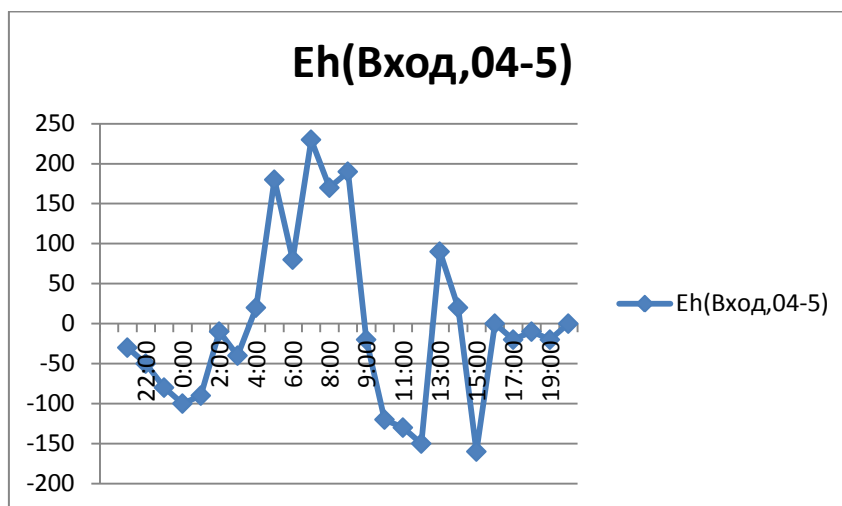
Показатели состава среднесуточных проб исходных и очищенных сточных вод в рабочий и выходной дни (Таблица 2.1) по существу подтверждают данный тезис и указывают на несбалансированность существующей технологии ОСК "Суворовский" и необходимость ее корректировки, особенно в условиях поступления 15 - 17% расчетного расхода.



а)



б)



в)

Рисунок 2. 3 Прозрачность (а), содержание кислорода (б) и ОВП (в) сточных на входе в ОСК от 05.04.2017 г.

Сводные данные анализов среднесуточных проб представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Некоторые показатели состава среднесуточных проб исходных и очищенных сточных вод в рабочий и выходной дни

Дата	pH	XПК	ВВ	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Сухой	H ₂ S	Признак
02.04*	7,4	620	312	42,7	0,8	10,0	1352	0,2	ВХОД
02.04	7,4	210	39	45,4	0,8	8,0	1348	<0,001	ВЫХОД
06.04**	7,4	600	238	62,2	13,0	12,5	1236	0,84	ВХОД
06.04	7,5	130	39	52,1	6,0	5,8	1193	<0,001	ВЫХОД

Примечание: * - выходной день; ** - рабочий день.

2.2 Определение технологических показателей режимов работы сооружений ОСК

2.2.1 Определение технологических показателей режимов работы денитрификатора, аэротенка

Процесс очистки сточных вод характеризуют обычно такими параметрами как температура, значение pH (водородный показатель), концентрация азота аммонийного, нитратного, нитритного, БПК, и пр. Кроме названных, мы использовали информативный показатель - окислительно-восстановительный потенциал (редокс-потенциал). Этот параметр характеризует особые условия пребывания активного ила в системе биологической очистки, например, определив величину ОВП, можно понять, насколько обстановка в аэротенке благоприятна для осуществления процессов очистки. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), называемый также редокс-потенциал (от английского RedOx - Reduction/Oxidation), характеризует способность химического вещества присоединять и отдавать электроны в окислительно-восстановительных реакциях, т.е. реакциях, связанных с присоединением или передачей электронов, и выражается в милливольтках.

В табл. 2.2 представлен спектр различных окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП) в связи с условиями существования активного ила в сооружениях биологической очистки. Технические и химические вспомогательные средства позволяют целенаправленно регулировать окислительно-восстановительный потенциал.

Таблица 2.2 - Различные области окислительно-восстановительного потенциала (ОВП)

-200 - 0 мВ	Восстановительная среда, анаэробнозис.	Непригодная область для аэробных бактерий; оптимальна для анаэробных бактерий
0 - 150 мВ	Слабоокислительная среда.	Плохо аэрируемая вода, постоянная угроза для жизни аэробных микроорганизмов
150 - 250 мВ	Окислительная среда, аэробнозис.	Хорошо аэрируемая вода, нормальные условия для жизнедеятельности аэробных гетеротрофов; начало нитрификации
250 - 350 мВ	Сильно окислительная среда.	Очень хорошее снабжение кислородом, незначительное протекание или вообще полное отсутствие процессов восстановления. Оптимальные условия для развития нитрификации
350 - 450 мВ	Завышенный ОВП.	Экстремально аэрируемая вода в присутствии органической субстанции, достигается введением реагентов, идеально для нитрификации.
450- 600 мВ	Экстремально высокий ОВП.	Достигается только посредством добавки сильного окислительного средства, метоболизм аэробных микроорганизмов активного ила в аэротенке может оказаться под угрозой

Для хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на очистку, ОВП изменяется в широких пределах – от -150 до – 20.

В анаэробной области очистки сточных вод ОВП изменяется в основном от -300 до -100 мВ. В аноксидной зоне – зоне нитрификации ОВП изменяется как правило от -80 до 0 мВ; в аэробной зоне очистки ОВП составляет +250 +400 мВ.

Таким образом, для определения условий существования активного ила в зоне нитрификации и зоне денитрификации были выполнены соответствующие замеры ОВП в этих зонах на различных глубинах.

Для измерения ОВП использовали Rh - Redox. Для отбора пробы с фиксированной глубины сооружения использовали батометр (рис. 2.4 б). Результаты замеров представлены в таблицах 2.3 – 2.5.



а)

б)

Рисунок 2.4 – батометр а) с пробой из денитрификатора; б) с пробой исходной сточной воды.

Таблица 2.3 - Значение параметров: ОВП, растворенного кислорода и pH в денитрификаторе

Дата отбора	Н, м (от	ОВП, мВ	O ₂ , мг/л	pH	Объем
Южная сторона					
02.04.17, Время - 10.50	3,0	-100	2, 0	5,5	0
	5,5	-170	1,9	5.5	0
Северная сторона					
02.04.17 11.05	3,0	-190	2, 14	7,1	70
	5,5	-210	2,12	7.1	70
04.04.17, 13.30	6,0	-240	0,7	7,0	
	3,0	-230	0,8	6,9	
11.04.17, 12.40	3,0	-180	0,8	6,9	

Таблица 2.4 - Значение параметров: ОВП, растворенного кислорода и pH в нитрификаторе

Дата отбора	Н, м (от	ОВП, мВ	O ₂ , мг/л	pH	Объем
Южная сторона (в свободном объеме)					
02.04.17, Время – 10.50	2,5	20	2,03	7	30
	5,5	20	1,84	7	20
Северная сторона (в свободном объеме)					
02.04.17, 11.05	5,5	60	2,11	7	100
	3	60	2,27	7	50
04.04.17, 13.00	6,0	40	2,2	7	130

	3,0	15	2,0	6,9	130
11.04.17, 12.00	6,0	100	2,2	7,0	200
	3,0	100	2,2	7,0	200
Над блоками					
02.04.17, 11.05	3,5	70	2,2	7	15
	2,0	50	2,11	7	15
04.04.17, 13.00	3,5	40	1,9	6,9	
	6,0 (лев. ст)	-50	1,38	7,0	

Таблица 2.5 – Значение параметров: ОВП, растворенного кислорода и pH во вторичном отстойнике

Дата отбора	Н, м (от	ОВП, мВ	O ₂ , мг/л	pH	Объем
Вторичный отстойник № 2					
02.04.17, время – 11.50	5,5	50	2,24	7	25
	2,0	50	2,0	7	30
04.04.17,	6,0	-80	1,7	6,0	
11.04.17,	6,0	20	1,7	6,0	
Вторичный отстойник № 1					
02.04.17, время- 11.40	5,5	170	2,08	7	0,5
	2,0	130	2,26	7	0,5

В песколовке ОВП = - 60 мВ, pH = 7,4.

Анализ данных показывает, что в денитрификаторе восстановительная среда, анаэробноз, для жизни аэробных бактерий не пригодна. В зоне денитрификации аэробные бактерии находятся около 23 часов, следовательно, облигатные аэробы, к которым относятся нитрификаторы, погибают в таких условиях. Кроме этого, в аэротенке также окислительно-восстановительная обстановка представляет угрозу для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Таким образом, можно утверждать, что в сооружении биологической очистки сформировался специфическое бактериальное сообщество, которое приспособлено к данным условиям, но не в состоянии окислять органику до остаточных концентраций, идентифицируемых по БПК до 2-3 мгО₂/л, и тем более осуществлять процессы трансформации азота нитратов.

После восстановления функции активного ила для реализации процессов нитри-денитрификации необходимо определить коэффициент рециркуляции иловой жидкости между нитрификатором и денитрификатором. В соответствии с данными по показателям качества исходных сточных вод были выполнены соответствующие расчеты. Сводные данные анализов среднесуточных проб представлены в табл. 2.1.

Определим баланс по азоту при условии протекания процесса нитрификации и, следовательно, снижения БПКп менее 10 мг/л: в процессе аммонификации в сточные воды поступает азот аммонийный, его количество зависит от количества белка, содержащегося в органике, для большинства видов хозяйственно-бытовых сточных вод процентное содержание белка составляет около 20 -23%, в данном случае принимаем 20%, содержание азота в белке 11-14%, принимаем к расчету 12%. Разложение органических веществ в случае продленной аэрации составляет 97,8% (450 -100%, 10 – x%). Следовательно, в процессе аммонификации поступит в очищаемую воду $N_{ам} = 450 \times 0,978 \times 0,20 \times 0,12 = 10,5$ мг/л. Общее количество азота аммонийного с

учетом азота, поступающего при аммонификации (азот по Кьельдалю), составит таким образом: $50 + 10,5 = 60,5$ мг/л. В процессе очистки сточных вод азот аммонийный расходуется на построение клеточного вещества. В соответствие с данными российских ученых достаточно близкие значения ассимилированного азота определяются из соотношения потребности 5 мг азота на окисление каждых 100 БПК. Концентрация ассимилированного азота можно определить исходя из соотношения: 0,025мгNрасходуется на 1 мгХПК. Считаем, что под ХПК понимаем ту часть, которая подвергается биodeградации, т.е. $620 - 75 = 545$ мг/л. Следовательно, концентрация ассимилированного азота составит 13,6 мг/л. Остаточная концентрация азота аммонийного (по Кьельдалю) в очищенной воде составит 0,4 мг/л. Так как концентрация азота нитратов допускается 9,1 мг/л, то нитрификации подвергаем: $60,5 - 13,6 - 0,4 = 46,5$ мг/л, а денитрификации $46,5 - 9,1 = 37,4$ мг/л.

Определим коэффициент циркуляции очищенных вод, содержащих нитраты в денитрификатор, обычно коэффициент рециркуляции составляет от 2-5 и определяется по формуле:

$$R = [(NH_4-N)_{исх} - (NH_4-N)_{кон}] / (NO_3-N) = (46,5) / 9,1 = 5,1.$$

Таким образом, циркуляционный нитратный поток в денитрификатор составляет $83 \cdot 5,1 = 423$ м³/ч (с учетом среднесуточного поступления – 2000 м³/сут).

Удельный расход воздуха q_{air} , определен расчетом по формуле 6.157 СНиП 2.04.03-85. Необходимый удельный расход воздуха составляет 6,6 м³ на один м³ очищаемой воды. Интенсивность аэрации, J_a определена по формуле 64 СНиП 2.04.03-85 и составляет 3 м³/м²ч, что близко к минимальному значению, однако меньше, чем требуется для интенсивного перемешивания иловой жидкости.

Для определения скорости потребления кислорода активным илом в аэротенке были произведены исследования. Из зоны аэрации аэротенка (над блоками) отбирали батометром с высоты над уровнем поверхности воды 3,5 м, непосредственно в батометр погружали кислородомер и проводили замеры за определенные промежутки времени, при этом ил поддерживали во взвешенном состоянии. Доза ила на момент замеров составляла 2,5 г/л. Данные представлены в таблицах 2.6 и 2.7.

Таблица 2.6 – Потребление кислорода активным илом 04.04.17 г.

Время, Т	O ₂ , мг/л
14:08	1,93
14:09	1,768
14:10	1,60
14:11	1,446
14:12	1,285
14:13	1,193
14:14	1,069
14:14:30	0,946
14:15	0,8
14:16	0,609
14:17	0,47
14:18	0,433
14:20	0,355
14:21	0,289
14:31	0,2
ρ = 2,3 мг/г ч, доза ила 2,0 г/л	

Таблица 2.7 - Потребление кислорода активным илом 11.04.17г.

t, сек	O ₂ , мг/л
0	2,15
15	2,10
30	1,99
45	1,8
60	1,71
75	1,61
90	1,4
105	1,22
120	1,11
135	1,04
150	0,88
165	0,77
180	0,64
195	0,57
210	0,5
225	0,45
240	0,399
255	0,36
270	0,33
ρ = 12 – 11,4 – 9,7 мг/г ч, доза ила 2,5г/л.	

Анализ результатов исследований кинетики потребления кислорода показывает, что активный ил в процессе очистки адаптируется к условиям режима смешения и аэрации, а также к составу сточных вод: 04.04.17 г доза ила в аэротенке (по сухому веществу) - 2 г/л, средняя скорость потребления кислорода $\rho = 2,3$ мг/г ч, через неделю, 11.04.17 г, соответственно, доза ила - 2,5 г/л, $\rho = 11,4$ мг/г ч, т. е. скорость потребления кислорода-окислительная способность - выросла в 5 раз, а доза ила - на 25%, также увеличилось значение ОВП. Это подтверждает теоретические положения, что соблюдение окислительно-восстановительных условий по соответствующим зонам стабилизирует и увеличивает эффективность процесса очистки.

2.2.2 Определение технологических показателей режимов работы отстойников

Очистные сооружения ЖК «Суворовский» имеют особенность – все сооружения биологической очистки объединены между собой и представляют собой совокупность емкостей, действующих, как сообщающиеся сосуды. С одной стороны эта особенность позволяет задействовать минимальное количество насосов, что, несомненно, является положительным фактором, с другой - при любом отклонении от технологического или гидравлического режимов очистки сточных вод, приводит к разбалансированию всей системы и требует значительного времени для восстановления рабочих параметров.

В настоящее время сложилась ситуация, при которой происходит вынос ила из одного отстойника и переполнение другого, что приводит к снижению качества очистки и возрастанию «грязевой» нагрузки на сооружения доочистки.

Описание наблюдаемых явлений:

Насосное отделение по перекачке иловой циркулирующей жидкости из отстойников в нитрификатор, денитрификатор и стабилизатор оборудовано двумя насосами – один рабочий, один резервный.

При включенном насосе происходит накопление ила **в правом** отстойнике, ил распределяется по высоте, надильная жидкость прозрачная. В левом отстойнике происходит вынос ила, вода содержащая хлопья ила – мутная (рис. 2.5).



а



б

Рисунок 2.5 – пробы иловой жидкости из отстойников при выключенном насосе: а – левый отстойник; б – правый отстойник, на фото слева направо глубина отбора проб, м: 4,5; 3,0; 0,8.

При выключенном насосе концентрирование ила и распределение его по высоте происходит в **левом** отстойнике, в **правом** – **вынос ила**, при этом поднимается уровень воды, как в отстойнике, так и во всех сооружениях биологической очистки.

При обследовании отстойников и насосного отделения было установлено, что шиберы, на трубах, перепускающих циркулирующий ил в отстойник, установлены на разных уровнях. Основание шибера в левом отстойнике ниже на 17 см, чем в правом.

Специфика сообщающихся сосудов в том, что давление на свободных поверхностях жидкости в сосудах одно и то же и равно атмосферному. Таким

образом, все свободные поверхности принадлежат одной и той же поверхности уровня и, следовательно, должны находиться в одной горизонтальной плоскости. Если же жидкость в сообщающихся сосудах находится на разных уровнях, это означает что между сообщающимися сосудами, находится перегородка или зажим и жидкость помещается только в один из сосудов, при этом создается так называемый напор жидкости.

Таким образом, объяснение негативного явления - выноса ила и переполнения сооружений водой может быть следующим:

ситуация №1 – насос циркуляции ила работает, исходная сточная вода поступает на сооружения.

В этом случае для выравнивания уровня в отстойниках и насосном отделении идет постоянный отток иловой жидкости из отстойников. Трубопровод, забирающий ил, устроен непосредственно под центральной трубой отстойника, в которую подается иловая жидкость из аэротенков, сюда также поступает оседающий ил, который формируется в случае, если скорость осаждения ила будет больше восходящей скорости иловой жидкости, которая по лоткам поступает в сооружения доочистки.

Так как насос ведет откачку из обоих отстойников, постоянно выводится циркулирующая иловая жидкость, и повышения уровня воды ни в отстойниках ни в остальных сооружениях не наблюдается. Однако скорости восходящего потока воды в сооружениях разные. – В левом отстойнике скорость восходящего потока увеличивается в виду того, что из-за низкого расположения шибера выравнивание уровня происходит в результате работы левого отстойника, при этом в **правом** отстойнике скорость восходящего потока снижается. Такая ситуация приводит к выносу ила из левого отстойника и к накоплению ила в правом отстойнике и распределению его по высоте отстойника.

Ситуация 2 - насос циркуляции ила не работает, исходная сточная вода поступает на сооружения.

В этом случае уровень поверхности воды по высоте будет соответствовать уровню шиберов в правом отстойнике, то есть иловая жидкость из правого отстойника будет поступать в насосное отделение до тех пор, пока в отделении насосов уровень жидкости не станет равным уровню в правом отстойнике, при этом произойдет подпор левого отстойника (иловая жидкость перестанет поступать в насосное отделение из левого отстойника раньше, чем из правого), а так как приток сточных вод на ОСК продолжается, произойдет переполнение не только левого отстойника, но и подъем уровня очищаемой жидкости во всех сооружениях. При этом происходит седиментация ила и распределение его по высоте с концентрацией в нижней части. Поступление иловой жидкости из аэротенков в отстойники также становится неравномерным – больше – в **правый** отстойник, следовательно, скорость восходящего потока повышается и происходит подъем ила и поступление его в лотки очищенную воду.

Выводы

Для предотвращения подъема уровня жидкости в сооружениях и предотвращения выноса ила необходимо:

- производить постоянную откачку циркулирующей иловой жидкости из отделения насосов
- обеспечить выпуск циркулирующей иловой жидкости из отстойников в отделение насосов на одинаковых геометрических отметках.

2.2.3 Определение технологических показателей режимов работы смесителя - усреднителя (селектора), регенератора, минерализатора, илоуплотнителя

При определении режима работы сооружений биологической очистки основным объектом управления системой является биоценоз активного ила,

состояние которого определяется работой вспомогательных сооружений (регенератор, смеситель – усреднитель) и сооружений для обработки избыточного активного ила (аэробный минерализатор, илоуплотнитель). Подача возвратного и избыточного активного ила из вторичных отстойников осуществляется с помощью циркуляционной иловой станции. Напорный трубопровод делится на два отвода с расходомером на каждой. Левый трубопровод подает избыточный активный ил в аэробный минерализатор (d80), возвратный - в азротенк – нитрификатор (d150) и в денитрификатор (d100). Правый трубопровод подает только возвратный активный ил в азротенк – нитрификатор (d150) и в денитрификатор (d100). Показания расходомеров и расходы ила приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Расходы возвратного и избыточного ила

№ п/ п	Левый расходомер		Правый расходомер	
	Показания прибора	Расход, м ³ /ч	Показания прибора	Расход, м ³ /ч
1	6032221		6944930	
2	6032334	113	6945426	496
3	6032458	124	6945972	448
4	6032568	110	6946424	452
Среднее		116		465

Из таблицы видно, что по правому трубопроводу поступает в 4 раза больший расход активного ила, следовательно, и гидравлическая нагрузка на левую и правую часть сооружения распределена неравномерно.

В регенератор поступает осажденный активный ил из вторичного отстойника для доокисления, сорбированных на хлопьях, органических веществ. Регенератор применяется при наличии трудноокисляемых (чаще производственных) органических веществ. Время регенерации сопоставимо с

периодом аэрации иловой смеси и составляет, как правило, несколько часов. Время пребывания в регенераторе около 30 минут, трудно представить, что если за 20 часов аэрации в аэротенке – нитрификаторе, при низких нагрузках по органическому веществу, не произошло полное окисление органических веществ, то оно закончится через 30 минут. Процесс регенерации заключается в продувке иловой смеси воздухом. Однако в регенератор постоянно подается стабилизированный ил с помощью эрлифта из аэробного минерализатора, что противоречит самому назначению сооружения. Исследования состояния активного ила из регенератора показали, что его седиментационные свойства хуже, чем в аэротенке – нитрификаторе, разница в объеме при 30 –минутном отстаивании, составляет 20%. На наш взгляд, к этому приводит добавление распавшего хлопка ила из аэробного минерализатора. Доза ила в регенераторе равна дозе ила в аэротенке – нитрификаторе, хотя должен поступать осажденный ил из вторичного отстойника. Таким образом, регенерация ила не только не улучшает его физиологические качества, негативно влияет на дальнейший процесс очистки сточных вод.

Смешение активного ила после регенератора и сточной воды, прошедшей механическую очистку, происходит в 3-х ступенчатом смесителе в течение 30 минут. Сооружение соответствует своему назначению. Следует отметить, что регулировать концентрацию иловой смеси, поступающей в денитрификатор практически невозможно, так как неэффективно работающие отстойники снижают ее, примерно в 2 раза. А поток стабилизированного ила из аэробного минерализатора, высокой зольности, °может приводить к отложениям взвеси в денитрификаторе.

В аэробный минерализатор сбрасывается избыточный ил и промывная вода после микрофильтров. Аэробный минерализатор предназначен для стабилизации осадка путем окисления кислородом воздуха и минерализации

органических веществ. При эффективной минерализации улучшается водоотдача стабилизированного осадка при дальнейшем уплотнении и обезвоживании. По отечественным нормативам продолжительность аэрации в аэробном минерализаторе надлежит принимать для неуплотненного активного ила — 2—5 сут, а смеси сырого осадка и уплотненного активного ила — 8—12 (при температуре 20°C). Однако продолжительность минерализации по проекту при 20°C минимум 10 суток. При этом зольность активного ила, подаваемого в сооружение почти 40% (табл 2.9). , рис. 2.6

Таблица 2.9 – Характеристики осадков сточных вод

№ п/п	Наименование сооружения	Концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³ на глубине		Зольность, %
		Дно	Середина	
1	Вторичный отстойник, "2-й"	4652	3523	33
2	Минерализатор	5819		29
3	Регенератор		3623	31
4	Уплотнитель	37490		39

По отечественным рекомендациям [3] при глубокой биологической очистки сточных вод с нитри-, денитрификацией и реагентным удалением фосфатов, уплотненный активный ил можно направлять непосредственно на обезвоживание. Промывная вода после микрофильтров, также способствует повышению зольности, так как в отстоянную воду вводится минеральный реагент для удаления фосфатов.

В связи с дефицитом подаваемого воздуха в систему аэрации, на практике, воздух в аэробный минерализатор не подается! Таким образом,

завышенное время пребывания осадка в аэробном минерализаторе и не соблюдение степени аэробности приводит к разрушению хлопка ила, ухудшению способности к осаждению и значительному повышению концентрации органических и взвешенных веществ в надиловой воде. По результатам обследования ХПК фильтрата надиловой воды составило 1854 мгО/л. Надиловая вода должна подаваться в регенератор, но в данном случае, подается смесь ила и осадка промывных вод без отстаивания и трудноокисляемые органические загрязнения, поступающие в дальнейшем в денитрификатор, возрастут в несколько раз.



а

б



в

Рисунок 2.6 – определение концентрации активного ила при получасовом отстаивании: а – вторичный отстойник и аэротенк; б- стабилизатор левая и правая стороны; в – илоуплотнитель, проба на глубине 8 м и 2,5 м.

Для успешной нитрификации одним из основных критериев управления является возраст ила, который зависит от количества избыточного активного ила, отводимого в аэробный минерализатор. Концентрация активного ила и продолжительность аэрации зависит от расхода циркулирующего ила. Практическое повышение концентрации активного ила достигается увеличением степени рециркуляции его из вторичных отстойников и определяется процентным отношением возвратного ила, рассчитанного приближенно по предполагаемому иловому индексу. Однако активный ил, осажденный во вторичном отстойнике, разделяется на два потока - циркуляционный и избыточный. Фактором, определяющим устойчивое протекание процесса очистки сточных вод, является соотношение между притоком субстрата и количествами циркулирующего и избыточного ила. Возраст ила имеет взаимосвязь не только с технологическими параметрами (нагрузкой на ил, окислительной мощностью и т. д.), но и с физиологическим состоянием биоценоза. Поэтому для повышения эффективности окисления аммонийного азота необходимо поддерживать в системе достаточно высокий возраст ила. При этом условии будет получено необходимое количество нитрифицирующих бактерий и не произойдет их вымывание из реактора.

Возраст ила, в общем случае, определяется отношением общей величины биомассы в системе к количеству удаленного из нее активного ила.

Проект для настоящей станции очистки сточных вод рассчитан исходя из общей суточной массы 800 кг ила. Исходя из общего объема сооружений биологической очистки (денитрификатор – 1728м³, аэротенк-нитрификатор – 1333м³, 2 вторичных отстойника -258м³) и средней дозы ила с учетом контактных носителей 3г/л, возраст ила будет равен

$$B = \frac{(1728 + 1333 + 258) \cdot 3}{800} = 12 \text{ сут.}$$

Следует указать, что возраст активного ила изменяется вместе с входными параметрами и не является постоянной величиной. Тем не менее, определение истинного значения возраста ила на действующих сооружениях в настоящее время, является невозможной задачей, поскольку расход избыточного ила отдельно не определен.

По технологическому регламенту данных очистных сооружений необходимо отводить расход избыточного ила по левой части трубопровода от циркуляционной иловой станции с концентрацией 4г/л

$$Q = \frac{800 \cdot 100}{100 - 99,6} = 200 \frac{м_3}{сут}.$$

Для снижения влажности, стабилизированный осадок самотеком через нижнее окно поступает во встроенный илоуплотнитель.

Избыточный активный ил из аэробного стабилизатора периодически перекачивается насосами на узел обезвоживания. Однако надиловая вода остается в нем, так как нет верхнего перепуска, а вход – через нижнее окно. Таким образом, и аэробный минерализатор, и илоуплотнитель находятся в неудовлетворительном состоянии и необходимы конструктивные изменения в регулировании циркуляционных потоков.

2.2.4 Определение технологических показателей режимов работы фильтров доочистки

В технологической схеме очистных сооружений после сетчатых микрофильтров предусмотрена доочистка сточных вод на зернистых фильтрах компании Culligan (США) (рисунок 2.7).



Рисунок 2. 7 – мультимедийные фильтры HMS компании Culligan

Компания Culligan гарантирует высокую степень очистки *воды в плавательных бассейнах* от механических примесей и взвешенных веществ. Также производители указывают, что фильтры Culligan могут применяться для фильтрования морской воды.

Применение данных фильтров для доочистки сточных вод после биологической очистки вряд ли является технологически оправданным ввиду разного по физическим характеристикам состава взвешенных веществ. Этим обусловлены сложности в отмывке с поверхности загрязнений, к тому же применение для промывки загрузки невысокой степени очищенной от механических примесей и взвешенных веществ вод по существу кольматирует загрузку, приводит к перемешиванию верхнего слоя (антрацита, фракции 1.2 - 1.5 мм) и нижнего слоя (песка фракции 0.9 - 1.0 мм).

Отрицательный опыт эксплуатации на аналогичной станции под Санкт - Петербургом привел к исключению таких фильтров из технологической схемы.

По-нашему мнению, в сложившихся технологических и конструктивных условиях возможна ретехнологизация фильтров доочистки путем преобразования их в каркасно - засыпные фильтры (КЗФ) (рис. 2.8),

широко применяемые в практике очистки природных, хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод.

Основная идея КЗФ состоит в создании в загрузке пространственного "каркаса" из щебня (гравия) фракцией 50 - 70 мм, в каналах которого расположена собственно фильтрующая загрузка фракциями 0.9 - 2.2 мм. При промывке, когда загрузка расширяется и находится во взвешенном фонтанирующем состоянии, загрязнения на поверхности оттираются с поверхности, контактируя с щебнем каркаса, который остается неподвижным.

Принципиально конструкция открытого (безнапорного) и закрытого (напоного) фильтров одинаковы, потому приведен на рис. 2.??? вариант открытого фильтра.

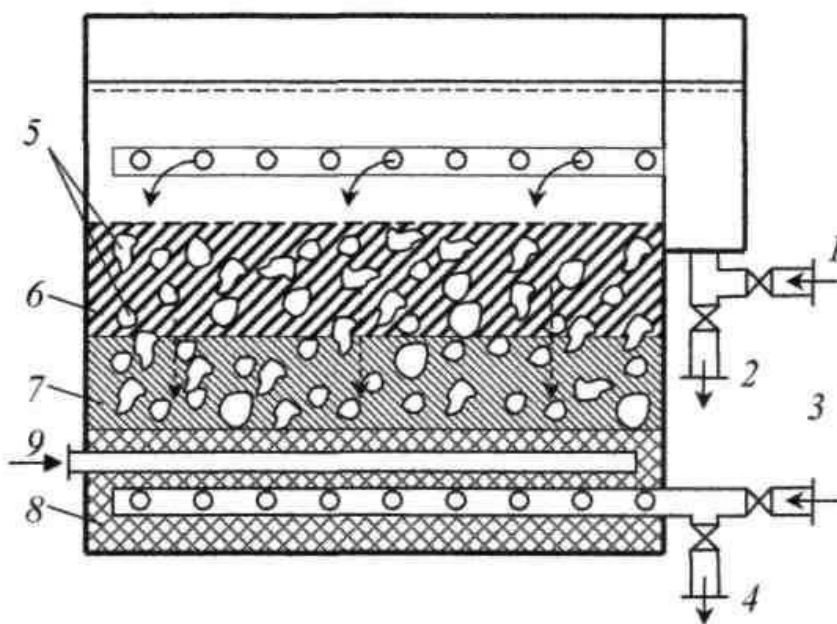


Рисунок 2. 8 – каркасно-засыпной фильтр: 1 – подвод воды; 2 – отвод промывочной воды; 3 – подача промывочной воды; 4 – отвод фильтрата; 5 – гравийный каркас; 6 и 7 – крупно- и мелкозернистая загрузка; 8 – поддерживающий слой; 9 – подача воздуха.

Для подтверждения предлагаемого решения в условиях действующих сооружений ЖК "Суворовский" был проведен эксперимент по следующей методике.

Был вскрыт один из действующих фильтров. Слой воды до поверхности загрузки составлял 450 мм. Было отобрано 2 пробы по 0.5 л: 1 - с поверхности загрузки, 2 - с глубины 100 мм от поверхности загрузки.

Следует отметить, что нет границы разделения слоев антрацитовой и песчаной загрузок, они смешаны, причем в пробе с поверхности и с глубины 100 мм содержание антрацита около 10%.

На первом этапе в отобранных пробах определяли содержание взвесей по осаждаемости: в 2 цилиндра на 100 мл внесли по 20 мл каждой пробы и добавили по 80 мл водопроводной воды. Через 15 минут отстаивания определили объемы осевших взвесей, мл: 1 - 90, 2 - 35.

Тогда, в первом приближении, по отношению объемов осевшего осадка (загрузка + загрязнение) в цилиндрах можно ориентировочно оценить степень загрязнения поверхностного слоя загрузки фильтра и на глубине 100 мм. Концентрация загрязнений в поверхностном слое загрязнений больше в $(90 - 20/35-20)$ в 4,7 раза. Это ожидаемое соотношение, поскольку фильтрование ведется в нисходящем режиме, то в поверхностном слое загрузки выделяется основная масса загрязнений из фильтруемых вод.

На втором этапе смоделировали режим промывки загрузки в обычном режиме, какой осуществляется при работе фильтров в настоящее время, и в режиме каркасно-засыпного фильтра. Для этого в 2 колбы поместили по 200 мл загрузки с поверхности фильтра и добавили по 200 мл водопроводной воды. В колбу 2 добавили 50 г щебня фракцией 25 - 30 мм. Затем вели перемешивание стеклянными палочками в течение 8 минут (продолжительность времени промывки фильтров). После этого отбирали по

10 мл жидкости после перемешивания и разбавляли водопроводной водой до бесцветной.

Жидкость до бесцветной в обычном режиме промывки была разбавлена в 9 раз, жидкость режиме промывки КЗФ была разбавлена в 40 раз. Из этого следует, что в режиме КЗФ выделено загрязнений с загрузки в $(40/9)$ в 4.4 раза.

Микроскопирование, как и следовало ожидать, показало более чистую поверхность частиц песка после промывки в режиме КЗФ.

Выводы по главе 2.2.4:

1 - технологически необоснованно применение фильтров компании Culligan для доочистки биологически очищенных сточных вод ЖК "Суворовский";

2 - условиях сложившейся ситуации, для повышения эффективности работы рекомендуется переоборудовать существующие фильтры в КЗФ.

2.3. Эмиссия газов в помещении ОСК

Одним из важных показателей работы сооружений биологической очистки является отсутствие запахов в рабочей зоне. Однако при обследовании очистных сооружений было установлено, что в помещении биологической очистки содержатся дурнопахнущие газы, согласно органолептического метода – 4-5 баллов по пятибалльной шкале.

Органолептический метод основан на определении примесей, содержащихся в атмосфере, по цвету или запаху. Специфическим запахом отличаются хлор, аммиак, диоксид серы, оксиды азота, сероводород др. газы. Однако индикацию газов органолептическим методом нельзя считать достоверной, так как специфический запах может маскироваться запахом других примесей. Индикационный метод основан на изменении окраски индикаторной бумаги, пропитанной соответствующими реактивами, в

присутствии того или иного компонента газовой смеси. Так был обнаружен газ H_2S , так как бумага, пропитанная раствором ацетата свинца почернела.

Также состав газовой смеси определяли газоанализатором "Комета" (рис. 2.9). Результаты исследований представлены в таблице 2.11.

Особое внимание следует обратить на наличие в воздухе производственного помещения сернистого газа - соединения серы с кислородом состава SO_2 . В нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом. SO_2 очень токсичен. Симптомы при отравлении сернистым газом - кашель, охриплость, сильное першение в горле и своеобразный привкус. При вдыхании сернистого газа более высокой концентрации — удушье, расстройство речи, затруднение глотания, рвота, возможен острый отёк лёгких. При кратковременном вдыхании оказывает сильное раздражающее действие, вызывает кашель и першение в горле.



Рисунок 2.9 – общий вид газоанализатора «Комета» в процессе определения концентрации газов внутри рабочего помещения сооружений биологической очистки 02.04.2017 г.

Таблица 2.10 – содержание газов над реакторами биологической очистки

Время отбора проб	Содержание в газовой фазе над реакторами			
	CO ₂ , %	CO, мг/м ³	NO ₂ , мг/м ³	SO ₂ , мг/м ³
8.41	0,11	0,0	0,1	0,1
9.43	0,08	0,0	0,2	0,7
10.45	0,10	0,0	0,16	0,45
ПДК _{рз}	9000мг/м ³	20	5	10
ПДК _{нас мест}	0,04	3	0,04	0,05

Предельно допустимая концентрация вредного (загрязняющего) вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз}) - это такая концентрация вещества в воздухе, которая не вызывает у работающих людей при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений от состояния здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдаленной перспективе

Можно видеть, что ПДК_{рз} в рабочей зоне не превышены, однако имеются превышения по ПДК_{нас мест} по SO₂ ПДК (предельно допустимая концентрация: в атмосферном воздухе максимально-разовая — 0,5 мг/м³, среднесуточная — 0,05 мг/м³;

2.4 Проверка отметок диктующих точек сооружений

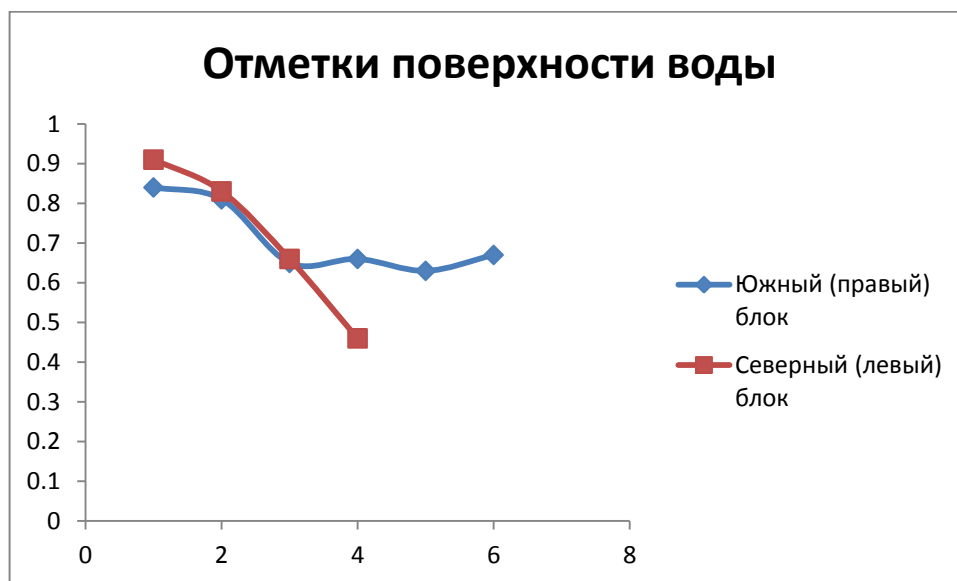


Рисунок 2.10– отметки поверхности воды

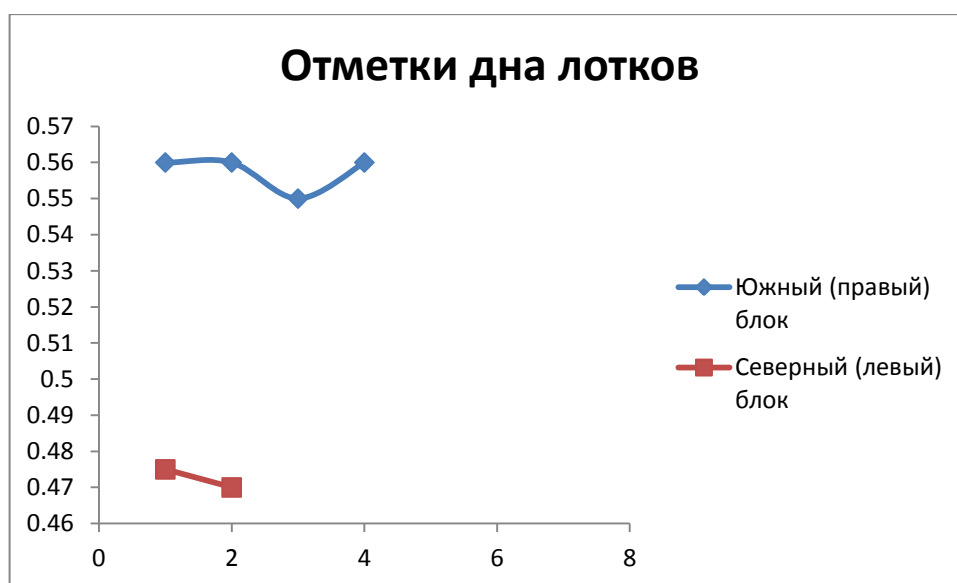


Рисунок 2.11 – отметки дна лотков

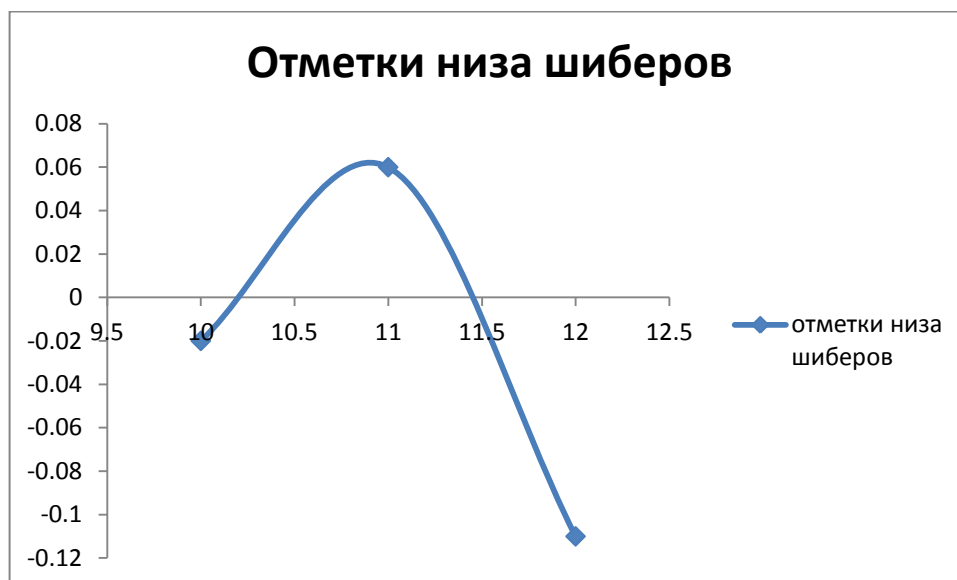


Рисунок 2.12 – отметки низа шиберов

3. Моделирование процессов интенсификации очистки сточных вод

На ОСК "Суворовский" применены современные технологические решения очистки сточных вод, однако возможности "ручного" режима управления процессом ограничены. Наиболее ответственным звеном, определяющим эффективность работы станции, является блок биологической очистки. Поэтому в лабораторных условиях были смоделированы варианты биологической очистки сточных вод в режимах денитрификации, нитрификации, нитрификации - денитрификации, с активацией процесса введением биоферментных препаратов, а также воздействия световых волн.

Получение данной информации позволит более обоснованно управлять процессом очистки сточных вод в производственных условиях.

3.1 Исследование специфики влияния цвета светодиодов на интенсификацию процессов очистки сточных вод

3.1.1 Описание модельной установки, методика проведения, контроль параметров, цель и задачи исследований

Экспериментальная установка (рис. 3.1) включает 6 прозрачных стеклянных цилиндров, каждый рабочим объемом 1000 мл (рисунок 3.2).

Рисунок 3.1 - Экспериментальная модель очистки СВ ОСК "Суворовский"

Исследование технологических показателей на моделях СОСК (рис. 3.2) включали следующие режимы.

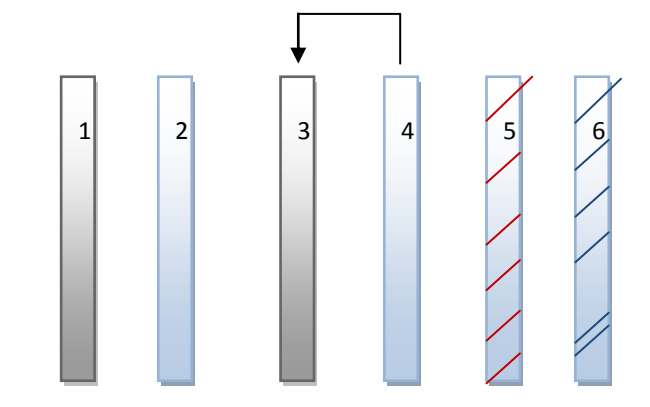


Рисунок 3.2 - Режимы очистки сточных вод

1 - денитрификатор (контроль); 2 - аэротенк с продленной аэрацией (контроль); 3 - денитрификатор с нитратным рециклом; 4 - аэротенк - нитрификатор; 5 - аэротенк с продленной аэрацией и освещенностью красным светом; 6 - аэротенк с продленной аэрацией и освещенностью синим светом.

Методика проведения исследований включала два этапа - с введением и без введения биопрепаратов, каждый длительностью 6 суток.

I. Режимы биологической очистки сточных вод без введения биопрепаратов:

- 1 - в модель ДНФ с периодическим ручным перемешиванием, с ежедневной подачей 500 мл воды из выхода производственного ДНФ;
- 2 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1 ;
- 3 - ДНФ с ежедневной подачей 100 мл воды после НФ из 4 с периодическим ручным перемешиванием (нитратный рецикл);
- 4 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1;
- 5 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1, освещение - красные светодиоды;
- 6 - с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1, освещение - синие светодиоды.

Контроль: ежедневный отбор по 100 мл проб воды, отстаивание 30 мин. в цилиндрах на 100 мл, определение прозрачности по "кольцу", см, и объема ила, мл (с последующим расчетом илового индекса). Периодически определение - температуры, pH, ОВП, O₂.

После 5 суток - отобраны по 500 мл вод и отправлены на анализ в аккредитованную лабораторию "ЮВЭНЭГОЧЕРМЕТ".

Анализы: ХПК, ВВ, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , pH, зольность.

Начало опыта: 29.03.2017 г. - окончание - 07.04.2017г.

Первый анализ: иловой индекс по объёму – прозрачность

1. Отобрать 100 мл из каждого режима (№1 = 400 мл).
2. После 30 мин. Определить объём ила в цилиндре, мл.
3. Определить прозрачность по "кольцу", см.
4. Добавить 100 мл СВ из режима №1 в модели реакторов (№2, №4, №5, №6).

II Режимы биологической очистки сточных вод с введением биопрепаратов:

1 - ДНФ (как на ОСК) с периодическим ручным перемешиванием, с ежедневной подачей 500 мл воды из выхода производственного ДНФ - **без введения биопрепаратов;**

2 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1- **без введения биопрепаратов** (аэратор Min jiung BL 758, расход воздуха - 3 л/мин);

3 - ДНФ с ежедневной подачей 100 мл воды после НФ из 4 с периодическим ручным перемешиванием (нитратный рецикл) - **с введением биопрепарата 1;**

4 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1- **с введением биопрепарата 1**(аэратор, Barbus 108 SB, расход воздуха - 3 л/мин);

5 - НФ с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1, освещение - красные светодиоды, - **с введением биопрепарата 2** аэратор, Barbus 108 SB расход воздуха - 3 л/мин);

6 - с аэрацией, с подачей 100 мл воды из 1, освещение - синие светодиоды,- **с введением биопрепарата 2** аэратор, BOUI SC- 3500, расход воздуха - 3,2 л/мин).

Режим введения: 1 - 3 сутки - по 10 мл раствора препаратов, 4 - 6 - по 20 мл.

Расчет дозы препаратов.

Из опыта применения в практике доза составляет $50 - 70 \text{ г/м}^3$ (мг/л).

Навеска 1.5 (+/- 0,01) г препарата растворяется в 0.25 л водопроводной воды, т. е. концентрация равна 6 г/л, (мг/мл). Тогда: при 10 мл рабочего раствора в модель биореактора объемом 1 л (1000 мл) вносится 60 мг препарата, при 20 мл - 120 мг, что, соответственно, составляет 60 и 120 мг/л.

Контроль параметров: ежедневный отбор по 100 мл проб воды, отстаивание 30 мин. в цилиндрах на 100 мл, определение прозрачности по "кольцу", см, и объема ила, мл (с последующим расчетом илового индекса). Периодически определение - температуры, pH, ОВП, O₂.

После 5 суток - отбираются пробы по 500 мл вод из каждого (1 - 6 реактора) и отправляются на анализ в аккредитованную лабораторию "ЮВЭНЭГОЧЕРМЕТ", г. Ростов н/Д.

Анализы: ХПК, ВВ, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻, pH, зольность.

Основанием для оценки влияния введения биопрепаратов в технологию биологической очистки и освещенности является анализ специальной литературы и теоретический и практический опыт исполнителей [2, 6 - 8].

3.1.2 Показатели режимов биологической очистки с и без дозирования препаратов

Особенности режима биологической очистки с бактериально - ферментными препаратами

В настоящее время существует множество биопрепаратов, используемых для очистки сточных вод. Это консорциумы микроорганизмов, выделенные методом накопительных культур обычно из активного ила аэротенков городских сооружений очистки сточных вод. Они используются для очистки сточных вод местного значения, например в селах, дачных и коттеджных поселках, небольших поселках городского типа, мини-заводах и т.п. Биопрепараты, содержащие ограниченное число видов микроорганизмов, по спектру разлагаемых веществ уступают свежему активному илу. Однако, они содержат быстро растущие штаммы, которые инициируют процессы разложения органических загрязнений. В нестерильном процессе

развиваются также микроорганизмы, содержащиеся в отходах, и в микробное сообщество включаются недостающие звенья.

Действие микроорганизмов биопрепаратов в том, что в процессе своей жизнедеятельности они вырабатывают ферменты, которые способны, расщеплять жиры, белки и другие сложные вещества органического происхождения на более простые органические вещества, которые легко разлагаются ими до углекислоты и простых соединений азота. После добавления препарата возрастает концентрация микроорганизмов, а, следовательно, и степень очистки. Клетки микроорганизмов иногда иммобилизуют на твердом дисперсном носителе, который может служить дополнительным источником азота и фосфора. Препараты содержат ассоциации 6-12 штаммов аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, обеспечивающих комплексную очистку сточной воды от органических загрязнителей: жиров, белков, сложных углеводов, и даже (специализированные) от нефтепродуктов. В качестве питательных элементов биопрепараты содержат соли азота и фосфора, которые стимулируют рост микроорганизмов и выработку микроорганизмами липолитических, амилазолитических, карбогидразных, и др. ферментов, максимально облегчающих разложение органики. Аналогичные биоактиваторы, но с несколько другим составом, применяются также при производстве компоста, в биотуалетах и т. п.

Одним из способов интенсификации режимов работы биологических очистных сооружений является использование бактериально - ферментных препаратов, особенно на стадии пуско-наладочных работ. В настоящее время препараты применяются для анаэробных, аноксидных и аэробных условий очистки сточных вод, для обработки осадка. Для разрушения различных сложных биологических материалов, бактерии, как установлено в результате исследований, вырабатывают ферменты-энзимы, разлагающие крупные

--

молекулы на простые. Технологии с ферментами эффективны для наращивания биомассы, деструкции определенных типов загрязнений. Особенно они эффективны при первоначальном пуске биологических очистных сооружений в условиях, когда нет возможности иметь посевного активного ила из работающих сооружений (большие расстояния, или вообще их отсутствие). В случае применения препаратов вывод на режим сокращается.

Биопрепарат 1, применяемый в эксперименте: Bacti-Bio 9500 представляет собой гранулированный бактериальный концентрат для полного и интенсивного разложения органических веществ и осадков. Биопрепарат создан на основе ферментов, ПАВ и высокоактивных микроорганизмов, способных разлагать углеводороды, жиры, белки и углеводы (в том числе крахмал и целлюлозу). Содержит смесь специальных анаэробных и аэробных штаммов микроорганизмов, способных разлагать органические загрязнения в сточных водах, а также быстро и эффективно удалять неприятный запах.

Bacti-Bio 9500 позволяет установить стабильный рост конкретных микроорганизмов в биологической очистке в аэротенках и пополнять запас полезных микробов и минимизировать рост нежелательных микробов, ухудшающих процесс очистки.

Применение биопрепарата позволяет снизить БПК и ХПК сточных вод быстрее и более эффективно и очищенным водам соответствовать требованиям водоохранных нормативов [6,7,8].

Биопрепарат 2 - ВСП 65 (50), применяемый в эксперименте: желтовато-коричневый порошок. Упаковка: 10,0 кг водорастворимые пакетики по 250 г.; pH: 6.0-8.5; содержание микроорганизмов: не менее 5 млрд/грамм. Срок годности 2 года. Биопрепарат, улучшающий очистку муниципальных стоков. Повышает качество очистки сточных вод с помощью

активного ила. В составе препарата присутствуют бактерии *Pseudomonas fluorescens* и *Putida*, которые считаются наиболее активными денитрификаторами. В процессе жизнедеятельности они потребляют неорганический азот из аммиака, нитратов и нитритов, содержащихся в муниципальных и промышленных стоках на очистных сооружениях.

Биопрепарат способен действовать и в аэробных, и в анаэробных условиях. Биопрепарат повышает биологическое разложение белков, жиров, некоторых углеводов и т.п.

3.1.3 Сравнительная оценка режимов очистки

Фактические показатели выполнения исследований фиксировались ежедневно, которые затем были объединены в сводную таблицу 3.1. Анализируя полученные данные (рисунки 3.2-3.5), можно сделать вывод, что средние значения илового индекса по объему при введении препаратов превышают (Рисунок 3.2) величины в режим без дозирования.

Таблица 3.1 - Сводная таблица показателей режимов очистки вод без и с введением биопрепаратов

Примечание: * - без введения препарата

№, сутки	Иловый индекс, по объему, мл/л, в модельных биореакторах					
	1	2	3	4	5	6
без введения биопрепаратов						
0	69 / 3	115/7	106 /3,8	100/4,8	101/6,1	100/5,9
1	66/3	120 / 7,5	100 / 4	100 / 5	90 / 5,5	95 / 6,5
2	71 /4,5	120 / 6,7	110 / 3,4	95 / 6,5	128 / 4	89 / 6,4
3	87 / 4,8	130 / 4	110 / 2	140 / 3,2	130 / 2	110 / 3,5
4	88 /5,7	175 / 6,7	150 / 5,7	110 / 6	130 / 4	150 / 5,7
5	134 /	190 / 7	120 / 5.5	180 /	140 /	140 / 5.5
6	193	210 / 6.7	170 / 4.8	170 / 6.7	165 / 5.2	140 / 4.5
Средняя	106,5/4.	156 / 6,4	126 / 4.3	132,5/6,6	130,5/6,4	120,6/5,3
С введением биопрепаратов						
№, сутки	1*	2*	3 (Bacti	4(Bacti	5 (BCP	6 (BCP
1(10)	132 /5,7	175 /	150 / 5,2	110 / 6,0	130 / 4,1	150 / 5,7
2(10)	134 /	120 /	120 / 5,5	180 / 6,1	140 / 4,8	140 / 5,5
3 (10)	193 /	210 /	170 / 4,8	170 / 6,7	163 / 5,2	140 / 4,5
4(20)	190 / 4	190 /	140 / 5,2	180 / 6,7	150 / 4,8	120 / 4,5
5(20)	191/ 6,7	150 /	150 / 6,8	160 / 6,8	150 / 6,8	110 / 6,7
6(20)	191 /	150 /	150 /5,0	160 /5,8	150 /4,0	110 / 5,3
Средняя	171,8/4,	165,8/7,	146,7/5,4	160 / 6,4	147,2 /	128,3/

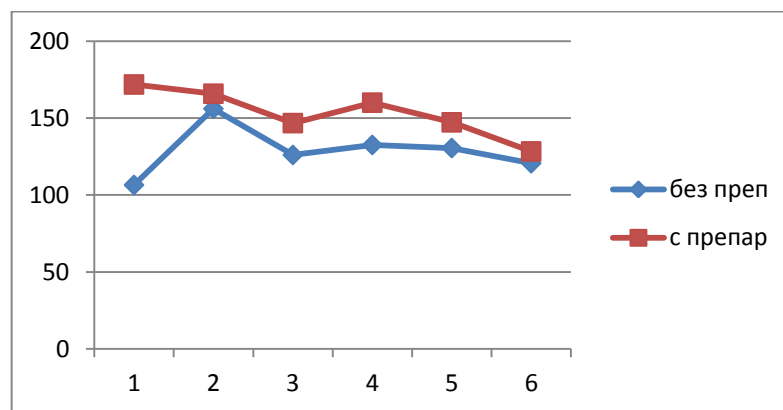


Рисунок 3.2 Средние значения илового индекса по объему, см³/л, без введения и с введением препаратов

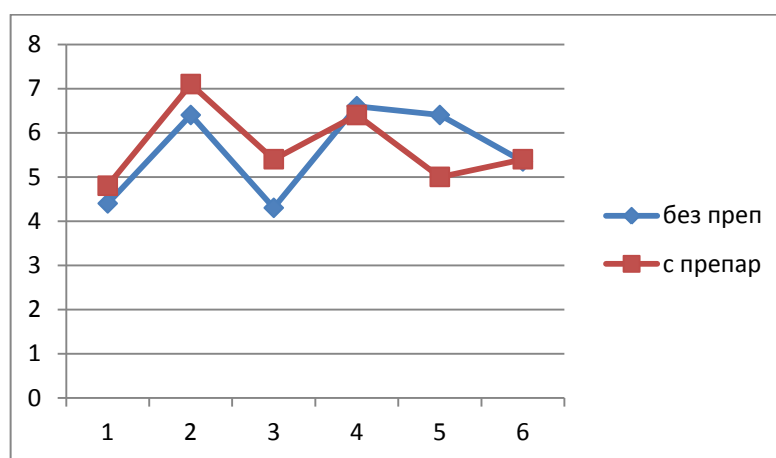


Рисунок 3.3 Прозрачность отстаивной воды, см, без введения и с введением препаратов

Прозрачность отстаивных проб (Рисунок 3.4) почти одинакова, поэтому не может являться определяющей в сравнении технологий применения или нет препаратов для условий ОСК "Суворовский".

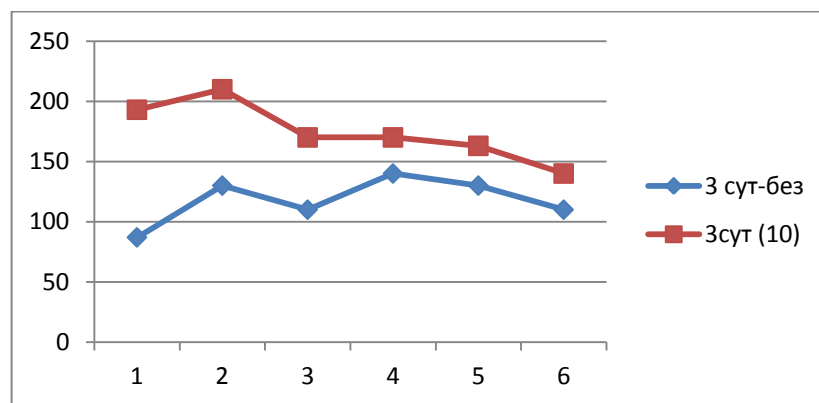


Рисунок 3.4 Иловый индекс после 3-х суток культивирования (без введения препарата), и 3сут(10) с введением 10 мл/препарата

Сравнить по кривой 10 и 20 мл вывод, что достаточно дозы $10 \text{ см}^3/\text{л}$

Сравнивая значения илового индекса препаратов 1 (Асти Био) и 2 (ВСП 50), можно видеть, что эффективнее является 1, который и рекомендуется для применения в экстремальных ситуациях, прозрачность почти одинакова, и может не учитываться в сравнении.

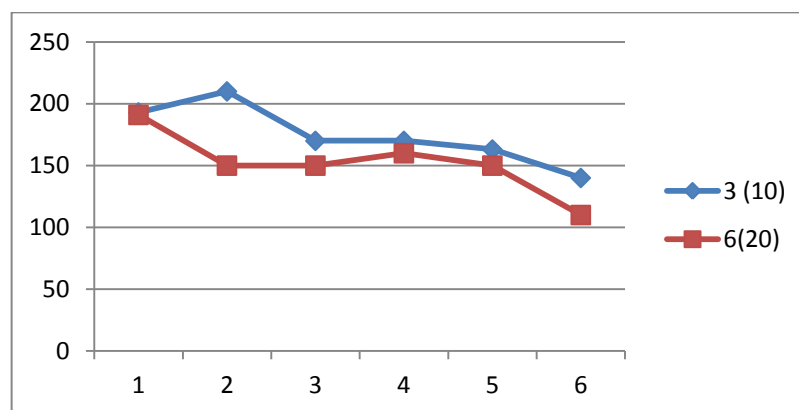


Рисунок 3.5 Иловый индекс после 3-х суток культивирования (без введения препарата), и 3сут(10) с введением 10 мл/препарата

Сравнивая по кривой иловый индекс при введении препаратов (Рисунок 3.5) дозой 10 и 20 мл следует вывод, что для увеличения прироста биомассы дозы достаточно $10 \text{ см}^3/\text{л}$.

Показатели состава сточных вод после 6-ти суток работы модельных бioreакторов

Таблица 3.2 – Показатели режима очистки СВ в модельных реакторах **без** введения препаратов

Реактор	pH	ХПК,	ВВ,	Золь	Без-е	NH ₄ ⁺ ,	NO ₃ ⁻ ,	PO ₄ ³⁻ ,
1	7,6	2000	3036	39	1852	100	0,8	26
2	6,6	1100	1521	45	837	78	28	0,5
3	7,5	1600	2097	40	1258	64,5	0,7	21
4	7,5	1360	2116	45	1169	89	2,7	0,7
5	6,3	1280	2032	43	1158	69	29	0,9
6	6,6	840	1601	46	865	64	29	1,0

Примечание: значение ХПК определяли во взболтанной пробе.

Другие технологические параметры процесса также получены в режимах **с** и **без** введения препаратов (таблица – 3.3-3.5).

Интенсивность аэрации не должна быть ниже определенного предела с тем, чтобы обеспечивать надлежащее перемешивание содержимого аэротенка независимо от потребности ила в кислороде. Минимальная интенсивность лежит в пределах 48 м³/(м²·ч) при глубине погружения аэратора h_а = 0,5 м и 2,5 м³/(м²·ч) при h_а = 6 м. С другой стороны, интенсивность аэрации не должна превышать определенных значений, так как из-за повышенного содержания воздуха в жидкости фактическая эффективность аэрации понизится по сравнению с расчетными ее значениями.

Таблица 3.3 – Технологические параметры процесса в режиме без введения препаратов

Показатель в биореакторе	№1	№2	№3	№4	№5	№6
pH	6.8	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8
ОВР	110	170	-70	60	100	90
O ₂	2.31	2.37	2.47	2.44	2.79	2.63
Инт-ть аэрации, л/с*м ²	-	26,5	-	26,5	26,5	28,4
Инт-ть аэрации, м ³ /м ² *ч	-	7,35	-	7,35	7,35	7,9

Интенсивность аэрации находилась в пределах нормативных величин.

Таблица – 3.4 Технологические параметры процесса очистки в режиме Показатели введения препаратов

Дата	Показатели режима в реакторах (цилиндрах)						Примечание
	1*	2*	3	4	5	6	
07. 04 (исходная)	5,7	6,7	5,2	6,0	4,1	5,7	Прозр, см
	13,2	17,5	15,0	11,0	13,0	15,0	Объем, мл
08.04 (+10 мл препа)	4,5	7,0	5,5	6,1	4,8	5,5	Прозр, см
	13,4	12,0	12,0	18,0	14,0	14,0	Объем, мл
09.04	3,8	6,7	4,8	6,7	5,2	4,5	Прозр, см

(+10)	19,3	21	17	17	16,3	14	Объем, мл
	6.8	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	pH
	110	170	-70	60	100	90	ОВП
	2.31	2.37	2.47	2.44	2.79	2.63	O ₂ , мг/л
10.04 (+20 мл препа)	4	8	5,2	6,7	4,8	4,5	Прозр, см
	19	19	14	18	15	12	Объем, мл
11.04 (+20 мл препа)	4,3	7,3	5	5,8	4	5,3	Прозр, см
	19,1	15	15	16	15	11	Объем, мл
	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,7	pH

Таблица 3.5 Показатели режима очистки СВ в модельных реакторах с введением препаратов

Реак- тор №	pH	ХПК , мг/л	ВВ, мг/л	Зол ь -ТЬ, %	Безз -е в- во (БВ)	ХПКБ В взболт проба	ХПКБ В отстоя н проба	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ -, мг/л	PO ₄ ³⁻ -, мг/л
1*	7,5	2274	284	29	2049	1614	167	61.6	1,3	11
2*	7,5	1803	188	39	1501	1100	62	4,84	60	0,7
3	7,7	2025	217	40	1304	1215	98	72	0,4	7,7
4	6,8	1764	191	40	1149	1058	90	5,5	70	0,26
5	7,1	1921	217	39	1326	1172	68	2,5	45	0,6
6	7,0	1686	235	37	1485	1059	118	2,9	60	0,19

Примечание: * - без введения препарата

3.1.4 Рекомендации по интенсификации режимов работы с использованием светодиодов

Проведем оценку технологических режимов в модельных биореакторах очистки по методике эквивалентного ранжирования [10].

Для этого сформируем таблицу сравнений на базе таблиц 3.6 и 3.7. Поскольку в табл. 3.6 отсутствуют данные по ХПК в отстоянной пробе, примем значения отношений $\text{ХПК}_{\text{взб}} / \text{ХПК}_{\text{ост}}$ для всех (1-6) реакторов как коэффициенты приведения для пересчета $\text{ХПК}_{\text{отст}}$ в серии опытов без внесения субстратов (таблица 4??К).

Таблица 3.6 Пересчет концентраций по ХПК для эквивалентного ранжирования

Биореактор	ХПК в пробах с введением			ХПК без препарата	
	взболт	отстоян	коэфф-т	взболт	расч/отстоян
1	1614	167	9,66	2000	207
2	1100	62	17,74	1100	62
3	1215	98	12,4	1600	129
4	1058	90	11,76	1360	116
5	1172	68	17,24	1280	74
6	1059	118	8,97	840	94

Ранжирование проведем по нормируемым параметрам: ХПК , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , зольность взвешенных веществ.

Таблица 3.7 Ранжирование технологических режимов очистки СВ по модельным биореакторам

№/ биор-р	Наим -е / ранг	1 _{БП}	2 _{БП}	3 _{БП}	4 _{БП}	5 _{БП}	6 _{БП}	1 _{СП}	2 _{СП}	3 _{СП}	4 _{СП}	5 _{СП}	6 _{СП}
1	ХПК	207	62	129	116	74	94	167	62	98	90	68	118
	ранг	11	1	9	7	3	5	10	1	6	4	2	8
2	NH ₄ ⁺	100	78	65	89	69	64	61. 6	4,8 4	72	5,5	2,5	2,9
	ранг	12	10	7	11	8	6	5	4	9	3	1	2
3	NO ₃ ⁻	0,8	28	0,7	2,7	29	29	1,3	60	0,4	70	45	60
	ранг	8	5	9	6	4	4	7	2	10	1	3	2
4	PO ₄ ³⁻	26	0,5	21	0,7	0,9	1,0	11	0,7	7,7	0,2 6	0,6	0,1 9
	ранг	11	3	10	5	6	7	9	5	8	2	4	1
5	Без - е в- во	185 2	83 7	125 8	116 9	115 8	86 5	204 9	150 1	130 4	114 9	132 6	148 5

	ранг	2	12	9	7	8	11	1	3	6	10	5	4
6	Сум ма ранг ов	44	31	44	36	29	33	32	15	39	20	15	17
7	Ряд пред почт ител ьнос ти техн олог ий	10	5	10	8	4	7	6	1	9	3	1	2

Примечание: БП - без препаратов, СП - с препаратами.

В ряду предпочтительности выбора сумма баллов технологий без препаратов составляет 44, технологий с препаратами - 22.

Наилучшими технологиями по сумме баллов являются: 2-й и 5-й режимы очистки вод с введением биопрепаратов, т. е. 2 - режим продленной аэрации (контроль без введения биопрепаратов); 5 - НФ аэрацией, с освещением - красные светодиоды, - с введением биопрепарата 2. Режим 6 с освещением синими светодиодами находится на втором месте в ряду предпочтительности технологий.

Отдельный опыт в аэротенке по контролю окислительно-восстановительного потенциала без освещенности и с освещенностью (рис. 3.6) показал преимущество последнего.

Раскрыть про альгобакт ... + освещенность

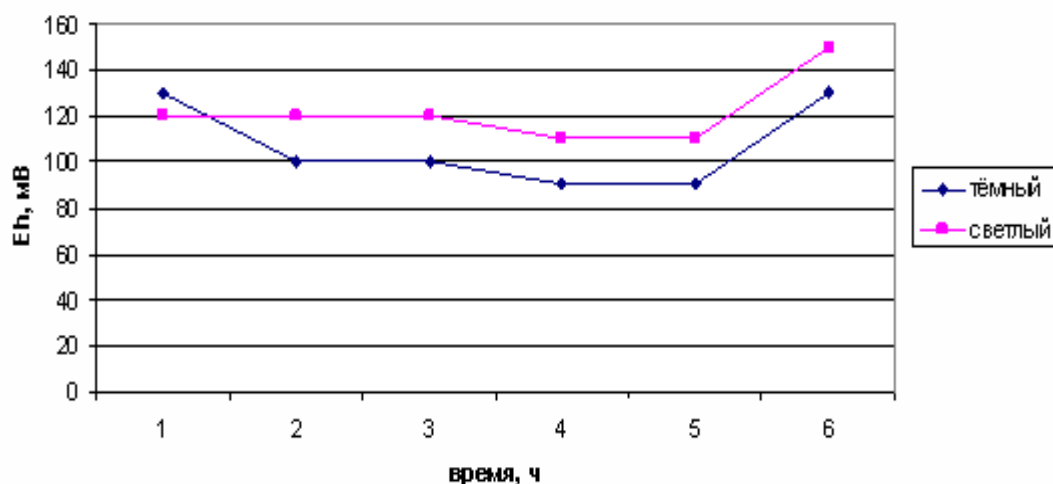


Рисунок 3.6 – Зависимость окислительно-восстановительного потенциала от освещенности биомассы аэротенка

Это также подтверждается видовым разнообразием биоценоза активного ила в промышленном аэротенке (рисунок 3.7 – 3.9) [11] .

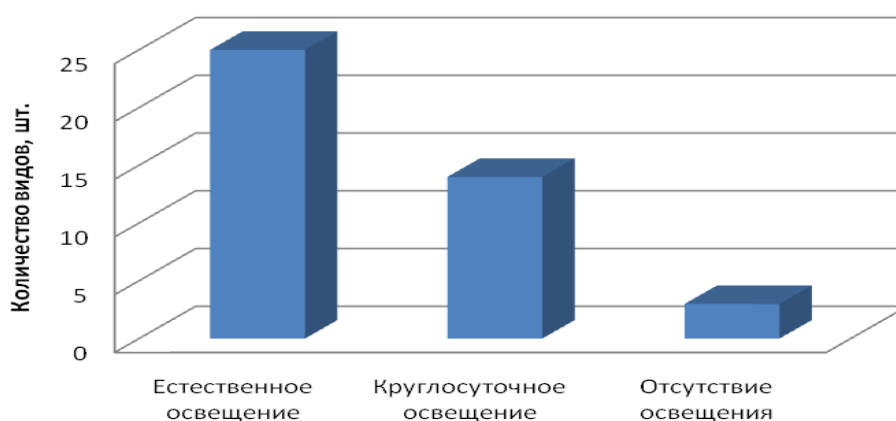


Рисунок 3.7 – Влияние света на видовое разнообразие биоценоза активного ила.

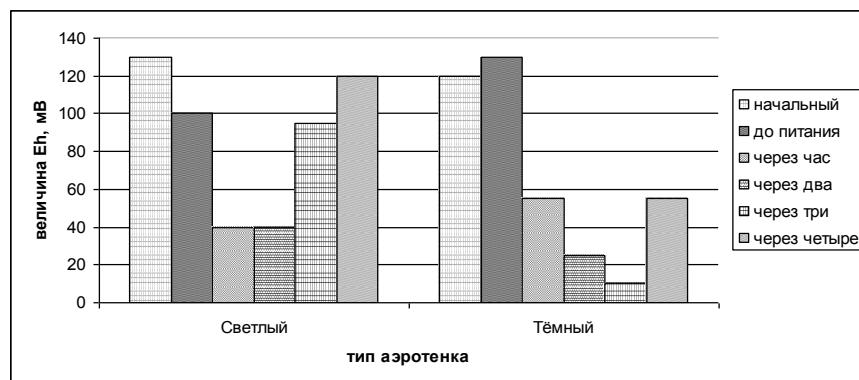


Рисунок 3.8 – Динамика изменения окислительно-восстановительного потенциала.

Окисление органических загрязнений по ХПК (рис. 4.10) в «светлом» аэротенке №1 более интенсивно, чем в «тёмном» №2. Выявлено, что для освещения целесообразнее применение светодиодных ламп, потому что в них больше светоотдача, световой поток ровнее, спектральный состав света сбалансирован.

Характер изменения илового индекса (рис. 4.11), в обоих аэротенках приблизительно одинаков, в пределах 50 – 60 мл/г. Его достаточно низкое значение по сравнению с реальными проточными аэротенками объясняется повышенной зольностью (29 – 31%) и возрастом (18 – 21 сут.) биомассы для обеспечения процесса нитрификации.

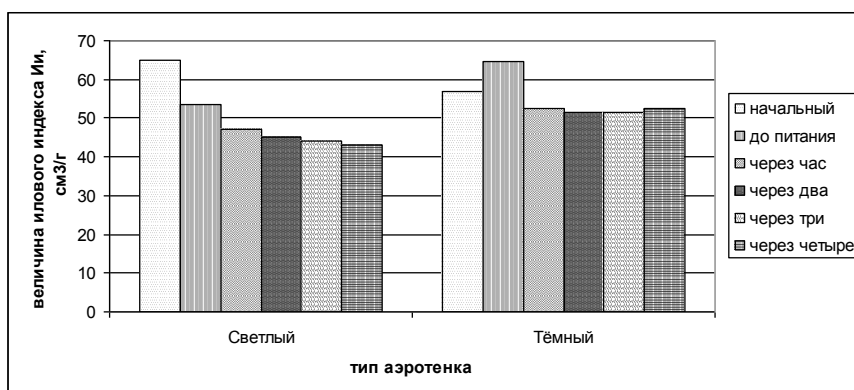


Рисунок 3.9 – Динамика изменения илового индекса биомассы «светлого» и «темного» аэротенков.

Чтобы процессы окисления загрязнений сточной воды альгобактериальным сообществом происходили интенсивнее и стабильнее, необходимо обосновать оптимальный спектр освещения. Методика выбора заключалась в следующем: на протяжении семи недель «светлый» аэротенк освещался через разные световые фильтры, имеющие разную длину светового луча, (каждую неделю использовался новый световой фильтр: красный, жёлтый, зелёный, голубой, синий).

Известно, что лучший спектр частот для фотосинтеза лежит в диапазонах 400 – 450 нм и 650 – 700 нм. Наиболее длинноволновый спектр – красный - оказывает тепловое воздействие, но химических превращений не вызывает, (таблица 3.8) синий - стимулирует деление клеток.

Таблица 3.8 Влияние спектра света на модельные аэротенки

Спектр света	Длина волны, нм	Окислительно - восстановительный потенциал,	
		Аэротенк	
		№ 1	№ 2
Красный	630-770	90	-40
Синий	440-480	110	90
Зелёный	520-560	-10	-20

Из данных (Таблица 3.8) следует, что окислительно - восстановительный потенциал иловой смеси из аэротенка №1 (освещаемый) при освещении синим цветом, выше, чем у №2 (темный) на 20 мВ, а красным на 130. Из этого следует, что из всех спектров сообществу активного ила наиболее "комфортны" красные и синие спектры света, т.к. водоросли из сообщества ила другие цвета не воспринимают.

Базируясь на установленных механизмах поведения альгобактериального сообщества, можно предположить, что применяя освещение в тёмное время суток, целесообразно в этот период времени снижать подачу воздуха в аэротенк, экономя, соответственно, затраты электроэнергии на аэрацию.

Выводы по п. 3.1

1. Обоснованы режимы интенсификации очистки сточных вод на ОСК "Суворовские" путем введения биопрепарата *Vacti-Bio 9500* и применением освещенности светодиодами красной волны света.
2. Получен ряд предпочтительности выбора технологий без препаратов, с препаратами и освещенностью.

3.2 Исследование специфики влияния пероксида водорода на интенсификацию процессов очистки сточных вод

Пероксид (перекись водорода) представляет собой бесцветную сиропообразную жидкость плотностью $1,45 \text{ г/см}^3$, затвердевающую при $-0,48^\circ\text{C}$. Это очень непрочное вещество. Более устойчивы водные растворы пероксида водорода. Поступает в продажу *пергидроль* — раствор, который содержит 30% H_2O_2 . Эти растворы имеют слабоокислую реакцию (pH - 5,0—5,8) и содержат добавки стабилизаторов (станнат натрия, фосфаты).

В соответствие с литературными данными и собственным опытом, можно утверждать, что пероксид водорода целесообразно использовать в процессах водоочистки в двух направлениях - увеличение окислительно-восстановительного потенциала за счет окисления восстановителей и создания в системе оптимальной обстановки для метаболизма микроорганизмов.

3.2.1 Влияние пероксида водорода на величину окислительно-восстановительного показателя сточных вод

Разложение пероксида водорода в водной среде в зависимости от условий проведения реакции может протекать по радикально-цепному или ион-молекулярному механизмам, а также по гетерогенно-каталитическому механизму на поверхности реактора. По сравнению с другими окислителями, применяемыми в технологии очистки воды, пероксид водорода обладает следующими достоинствами: экологической чистотой (отсутствием вторичного загрязнения воды продуктами восстановления реагента); возможностью использования в широком диапазоне температур и значений pH среды; высокой селективностью окисления различных примесей сточных вод; хорошей растворимостью в воде; высокой стабильностью товарных растворов окислителя при хранении; простотой аппаратного оформления процессов очистки воды. Вследствие своих преимуществ пероксид водорода получил широкое распространение в практике очистки производственных сточных вод. Наиболее часто он используется для обезвреживания соединений серы: сероводорода и сульфидов, сульфитов, тиосульфатов, меркаптанов и прочего. Собственный опыт авторов позволяет утверждать целесообразность применения пероксида водорода для удаления из сточных вод восстановленных соединений серы в сточной воде до ее поступления в аэротенк. В данном случае задачей исследования является определение возможности повышения ОВП за счет введения аликвотных доз пероксида водорода в аэротенк и оценки состояния активного ила при установленных дозах.

Постановка эксперимента

Исследования проводили следующим образом: использовали режим введения пероксида водорода для оценки его влияния на ОВП сточных вод, проб, отобранных из вторичного отстойника.

В шесть цилиндров емкостью 1 литр поместили воду из вторичного отстойника. Определили значение ОВП, в каждый из цилиндров ввели дозу пероксида водорода, выполнили смешение пероксида водорода с водой, измерили величину ОВП. Дозу пероксида водорода подбирали экспериментально, так как теоретические значения, ОВП, определенные в зависимости от концентрации окислителя ($[H_2O_2]$) по формуле $E_h = E_0 + 0,03 \lg[H_2O_2] - 0,059 \text{ pH}$ ($E_0=1,776 \text{ В}$) во много раз отличаются от экспериментально установленных значений. Результаты исследований представлены в таблице 3.9. Анализ полученных результатов позволяет установить практически линейную зависимость ОВП от введенной дозы окислителя, также при введении пероксида водорода увеличивается и концентрация растворенного кислорода.

Таблица 3.9 – Изменение параметров сточных вод при введении пероксида водорода в сточную воду после вторичных отстойников (11.04.17)

Дозы H_2O_2 , мг/л	ОВП, мВ	O_2	pH
0,0 (исходная)	20,0	1,7	7,0
30,0	110,0	2,88	7,0
150,0	144,0	2,88	7,0
300,0	186,0	2,88	7,0
450,0	243,0	2,88	7,0
600,0	268,0	2,88	7,0

Вторая часть опыта была направлена на определение зависимости окислительно- восстановительного потенциала от дозы пероксида водорода при введении его в иловую жидкость аэротенка. Результаты исследования представлены в табл. 3.10.

Таблица 3.10 - Изменение параметров сточных вод при введении пероксида водорода в иловую смесь (11.04.17)

Дозы H_2O_2 , мг/л	ОВП, мВ	O_2	pH
0,0 (исходная проба)	100,0	2,04	7,1
30,0	100,0	2,35	7,0
45,0	100,0	2,52	7,0
60,0	112,0	2,75	7,0
21,0	90,0	2,04	6,9
21,0 + аэрация	60,0	2,04	7,0

Анализ результатов этой таблицы показывает, что значение ОВП фактически не изменяются по сравнению с ОВП исходной иловой жидкости, несколько повышается концентрация кислорода. Полученный результат можно объяснить тем, что с одной стороны в аэротенке сточная вода загрязнена органическими веществами и пероксид водорода используется как окислитель, с другой стороны идет воздействие пероксида водорода непосредственно на микроорганизмы. Повышать дозы считаем нецелесообразным, так как уже при апробированных дозах установили, что состояние активного ила изменяется в процессе отстаивания, так при дозе пероксида водорода более 30 мг/л, активный ил в цилиндре начал всплывать, хлопья стали более рыхлыми.

Вывод по п.3.2.1

Использование пероксида водорода как окислителя восстановителей в аэротенке с целью изменения в системе окислительно-восстановительной обстановки нецелесообразно, так как потребуются достаточно высокие дозы, что с одной стороны пагубно влияет на микроорганизмы активного

ила, с другой стороны - экономически невыгодно.

3.2.2 Влияние пероксида водорода на состояние активного ила в аэротенке

В процессе работы на очистных сооружениях было зафиксировано резкое изменение состояния ила, наблюдался процесс вспухания. Диагностирование ила позволило установить отсутствие микроорганизмов, которые развиваются в благоприятных условиях по окислительно-восстановительным условиям, также был зафиксирован распад хлопьев активного ила. Значительное развитие в активном иле получили формы нитчатых бактерий, развивающихся, в частности в присутствии сероводорода и сульфидов (рис. 3.10).

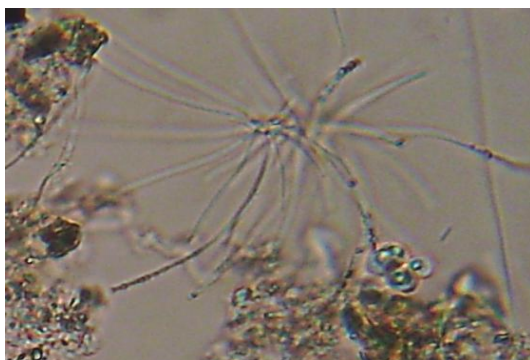


Рисунок 3.10 Нитчатые микроорганизмы в активном иле

В течение нескольких дней были обнаружены изменения и в качестве очищенных сточных вод - прекратился процесс нитрификации, повысилась концентрация органических веществ в очищенной воде, прозрачность, наблюдалась опалесценция. Специфические изменения в состоянии ила носят периодический, но затяжной характер, что может привести к полной остановке очистных сооружений, так как резервная способность активного ила является не достаточной для последующего самовосстановления, при этом, следует отметить,

концентрация растворенного кислорода оставалась достаточно высокой и составляла 1,8 - 2,4 мг/л.

Чтобы определить причину сложившейся ситуации был произведен анализ результатов состава исходных и очищенных сточных вод, определены режимы поступления сточных вод на очистные сооружения, результаты исследований представлены в разделе 2. В данном случае интерес для объяснения сложившейся ситуации представляет то, что низкие расходы сточных вод, относительно расчетных, привели к тому, что при очистке сточные воды находятся в условиях дефицита кислорода, как связанного, так и свободного более 20 часов. Опираясь на исследования Ю.И. Скурталтова по изучению формирования квазивосстановительной обстановки в водоемах, в которых он показал, что в толще донных отложений формируются анаэробные условия и протекают процессы сульфатредукции и деструкции органических веществ, сопровождающиеся образованием сероводорода, мы можем утверждать, что в денитрификаторе, образуется большое количество веществ-восстановителей, устойчивых к молекулярному кислороду, однако эффективно взаимодействующих с пероксидом водорода. Пероксид водорода, занимающий промежуточное положение между водой и молекулярным кислородом, является неизменным участником круговорота кислорода как во внутриклеточных процессах, так и в окружающей среде. В норме в аэробной клетке, содержание пероксида водорода находится на уровне 10^{-6} моль/л (плюс-минус порядок) или в концентрации примерно от 3 до 300 мкг/л. Так на основании литературных данных, установлено, что пероксид водорода образуется в результате внутриводоемных процессов и его дефицит может быть токсичным для микронаселения водоемов. В качестве биотестеров используют инфузории, дафнии, личинки рыб на самых ранних стадиях их развития. Фактически личинки задохнулись при наличии в среде достаточного количества кислорода. Другими словами, при формировании в среде квазивосстановительных условий, они теряли способность усваивать

кислород. Было установлено, что пока в среде есть пероксид водорода в системе поддерживаются окислительные условия, и выживаемость личинок была близка к 100%. Измеряемое значение E_h при этом определяется процессами протекающими в «медленной подсистеме».

Возможно, ситуация аналогичная дефициту H_2O_2 в природных водоемах формируется и в биореакторах, мы наблюдали реакцию микроорганизмов - не смотря на увеличение концентрации кислорода в иловой системе, они вели себя как при дефиците кислорода, в частности ротовые отверстия у ресничных инфузорий были закрыты, а тела раздуты и деформированы. В этом случае возможно, что создание окислительной обстановки в результате введения H_2O_2 в малых дозах, не токсичных для микроорганизмов, позволит оптимизировать режим очистки в результате стимуляции биохимических процессов.

Для определения влияния пероксида водорода на состояние иловой системы были проведены исследования на пилотной установке.

Оценочными параметрами были приняты окислительно-восстановительная обстановка системы, скорость потребления кислорода активным илом; видовой состав активного ила и качественные показатели очищенной воды.

Исходная сточная вода имела следующие показатели: ХПК – 780 мгО/л; рН – 7,1; $NH_4^+ = 80$ мг/л;

Иловая жидкость в аэротенке имела следующие показатели: ХПК – 97 мгО/л; рН – 7,0; растворенный кислород – 2,1 H_2S+HS^- - следы; $NH_4^+ = 80$ мг/л;

В два лабораторных стакана емкостью 0,5 л поместили смесь иловой жидкости из аэротенка и исходной сточной воды из расчета формирования дозы активного ила в лабораторных стаканах 2 г/л. На протяжении всего периода исследований часть очищенной сточной воды удаляли и вместо нее помещали аликвотную дозу исходной сточной воды, тем самым, формируя в исследуемой системе условия, близкие к реальным. Продолжительность пребывания сточных

вод в лабораторном стакане соответствовала продолжительности пребывания в аэротенке.

Иловую смесь в первом лабораторном стакане аэрировали. Интенсивность аэрации поддерживали исходя из условия формирования ила во взвешенном состоянии, концентрация растворенного кислорода при этом составляла 4,5 – 5 мг/л.

Иловую смесь во втором стакане дополнительно обработали 3% раствором пероксида водорода из расчета достижения концентрации пероксида водорода в иловой смеси $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л, что соответствует содержанию H_2O_2 в природной воде. После введения пероксида водорода концентрация растворенного кислорода составила 8,2 мг/л, постепенно концентрация кислорода понизилась и стабилизировалась на уровне 5 -6,5 мг/л.

Продолжительность опыта составляла 14 дней. В течение этого времени ситуация на очистных сооружениях несколько изменилась в лучшую сторону, однако вода после вторичных отстойников оставалась достаточно мутной, окрашенной и непрозрачной, результаты анализов свидетельствовали о низком качестве очистки сточных вод (см. табл. 3.10). Растворенный кислород составлял 1,8 – 2,4 мг/л.

В первом лабораторном стакане существенные изменения произошли через 168 часов (7 суток). Очищенная вода приобрела прозрачность. Цвет ила стал коричневым и появился характерный землистый запах. В активном иле наблюдали коловраток. Коловратки являются показательными микроорганизмами, так как чувствительны к недостатку кислорода и наличию токсинов, они характеризуют работу очистных сооружений. Таким образом, при наличии высоких концентраций кислорода (5 мг/л) возможна реанимация активного ила и вывод процессов очистки на проектный режим за 7 дней.

Во втором лабораторном стакане в присутствии малых количеств ($2 \cdot 10^{-4}$ М/л, т.е. 3 мг/л H_2O_2) пероксида водорода существенные изменения произошли

через 36 - 40 часов (менее 2 суток). На вторые сутки в иловой жидкости были обнаружены коловратки (рис 3.11). На третьи сутки и в последующие 6 дней наблюдали увеличение количества коловраток, резкое сокращение количества нитчатых бактерий. Надиловая жидкость стала прозрачной, ХПК биологически очищенной осветленной пробы составляло 25 -30 мг/л, концентрация азота аммонийного снизилась до 0,2 мг/л, что свидетельствовало о развитом процессе нитрификации. Ил приобрел коричневый цвет, землистый запах. Седиментационные свойства улучшились.



Рис.3.11 - Микроскопирование активного ила из лабораторного стакана №2 на вторые сутки

Одним из объяснений положительного воздействия пероксида водорода на иловую систему является создание «быстрой» окислительной обстановки. В микробиологии для оценки окислительных свойств системы используют индекс rH_2 - степень аэробности. Считается, что шкала rH_2 изменяется в пределах от 0 до 42. Например, в природных водоемах показатель окислительно-восстановительного потенциала принимает значение от 26 до 32.

Н.Ф. Возная [химия воды и микробиология] указывает, что «нейтральным» пунктом в смысле окислительно-восстановительных условий для водных растворов принимается значение $rH_2 = 28$. В водном растворе, насыщенном кислородом (окислительная среда), $rH_2 = 41$, а в условиях насыщения водородом (восстановительная среда), $rH_2 = 0$. Шкала от 0 до 41 характеризует любую степень аэробности.

$$rH_2 = \frac{Eh}{0,029} + 2pH,$$

В аэротенке и в первом опыте окислителем является кислород. Электродный потенциал для этой системы определяется уравнением:

$$E_h = E_0 - 0,058pH + 0,0145 \lg pO_2,$$

где $\lg pO_2$ – \lg концентрации растворенного кислорода.

Величина E_0 для кислорода является функцией pH и определяется по графику.

Во втором опыте используется дополнительный окислитель – пероксид водорода, электродный потенциал для этой системы определяется уравнением:

$$E_h = E_0 + 0,03 \lg [H_2O_2] - 0,059 pH.$$

Окислительная способность пероксида водорода в 1,44 раза выше окислительной способности кислорода при одинаковых значениях pH.

Определим степень аэробности в каждой из рассматриваемых систем

1. аэротенк

Условия: 1.1: pH = 7,1; $O_2 = 2,04$

Расчетное значение ОВП составляет: $E_h = 0,8 - 0,058 \cdot 7,1 + 0,0145 \cdot (0,31) = 0,39 \text{ В} = 390 \text{ мВ}$. Однако реально определенное значение ОВП составляло 90 мВ, или 0,09 В (что свидетельствует о наличии в воде восстановителей не учитываемых расчетными системами)

$$rH_2 = \frac{0,09}{0,029} + 2 \cdot 7,1 = 17,3,$$

В системе восстановительные процессы превалируют над окислительными. В данном случае объяснение угнетенного состояния ила может быть аналогично состоянию тестовых культур в природных водоемах при квазивосстановительных условиях: «...фактически личинки задыхаются при наличии в среде достаточного количества растворенного кислорода....они теряют способность усваивать кислород». По-видимому, присутствие восстановленных

соединений серы и высоких значений ХПК в исходной воде наряду с формированием квазивосстановительных условий в аэрационной зоне препятствуют нормальному усвоению кислорода бактериями ила.

2 - Лабораторный стакан №1

Условия : Усиленная аэрация - $O_2 = 7,0 \text{ мг/л}$; $pH = 7,1$

$$E_h = 0,8 - 0,058 \cdot 7,1 + 0,0145 \cdot (0,845) = 0,4,$$

Однако в реальных условиях ОВП соответствовал значению 0,22 В

$$rH_2 = \frac{0,22}{0,029} + 2 \cdot 7,1 = 21,8$$

В данном случае среда имеет признаки окислительной и восстановление ила происходит быстрее.

3. лабораторный стакан №2

Условия: В систему введен пероксид водорода $O_2 = 8,8$ $pH = 7,6$

$$E_h = 0,85 + 0,03(-2,52) - 0,059 \cdot 7,6 = 0,32 ,$$

$$rH_2 = \frac{0,32}{0,029} + 2 \cdot 7,6 = 26,23 ,$$

В данном случае аэробность системы свидетельствует о присутствии сильного окислителя, которым и является пероксид водорода. Пероксид водорода способствует не только окислению восстановленных соединений серы, но и улучшает условия обитания организмов активного ила.

Вывод по разделу 3.2.2

1 Использование пероксида водорода как окислителя восстановителей в аэротенке с целью изменения в системе окислительно-восстановительной обстановки нецелесообразно, так как потребуются достаточно высокие дозы, что с одной стороны пагубно влияет на микроорганизмы активного ила, с другой стороны экономически не выгодно.

2. Активный ил может находиться в угнетенном состоянии и не усваивать кислород, если в системе формируются квазивосстановительные условия: $rH_2 < 20$

3. Если в иловой жидкости сформирована квазивосстановительная обстановка ($rH_2 < 20$) целесообразно вводить пероксид водорода из расчета 3 мг/л. В этом случае формируется окислительная обстановка в системе и микроорганизмы лучше усваивают кислород, следовательно и процессы окисления загрязняющих веществ идут более интенсивно. Нами было установлено, что при содержании концентрации пероксида водорода 3 мг/л в аэротенке изменяется состояние микроорганизмов активного ила и появляется возможность добиться полной биологической очистки сточных вод, в результате чего надиловая жидкость становится прозрачной.

4. При необходимости вводить пероксид водорода в аэробную 3г/м³ и объеме аэротенка 2667 м³, продолжительность пребывания в нем сточных вод составит 30 ч. Следовательно, можно принять, что необходимо вводить 8 кг пероксида водорода каждые 30 часов, что в сутки составит 6,4 кг пероксида водорода. К использованию принимаем пероксид водорода технический, 38% раствор. 38% - 38 г в 100г или 380 г в 1 кг. Следовательно, в сутки потребуется 16,8 кг технического пероксида водорода. Приобрести можно канистры 12 кг., стоимостью 900 рубл., следовательно, в сутки стоимость реагента составит 1260 руб.

5. Использование пероксида водорода должно носить временный характер до создания в аэротенке окислительных условий и реализации процессов нитрификации, регулировании нитратных потоков воды из аэротенка в денитрификатор и прекращения формирования в денитрификаторе резко восстановительных условий.

Выводы по разделу 3

1. Предложены и ранжированы методы интенсификации процесса биологической очистки в аноксидных и аэробных условиях волновыми воздействиями.

2. Показана целесообразность введения пероксида водорода для регулирования окислительно - восстановительных свойств сточных жидкостей в технологических процессах их очистки.

4 Оценка гидродинамики и загрязнения сточных вод самотечных сетей водоотведения ЖК "Суворовский"

Внутриквартальные и уличные сети водоотведения ЖК "Суворовский" согласно действующим нормам РФ должны были запроектированы и выполнены на пропуск расчетного расхода сточных вод в зависимости от подключения потребителей. Основным требованием для безотказной работы является соблюдение самоочищающей (незаиливающей) скорости течения сточных вод, что обеспечивается соответствующим уклонами трубопроводов. При этом полностью расчетный расход сточных вод будет достигнут при заселении домов жителями. Поэтому в настоящих реальных условиях от микрорайона поступает $1,500 - 2,500 \text{ м}^3/\text{сут}$ сточных вод или $17,4 - 23,1 \text{ л/с}$.

В главном коллекторе микрорайона при достижении расчетного водоотведения $10000 \text{ м}^3/\text{сут}$ секундный проектный расход составляет $113,8 \text{ л/с}$. При расчетном диаметре коллектора 500 мм , его уклоне $0,002$ и величине наполнения $h/d = 0,75$ незаиливающая скорость течения сточных вод равна $0,92 \text{ м/с}$. При расходе $1500 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($17,4 \text{ л/с}$) скорость течения равна [12] $0,53 \text{ м/с}$, при расходе $2000 \text{ м}^3/\text{сут}$ сточных ($23,1 \text{ л/с}$) - $0,63 \text{ м/с}$.

Меньшие скорости течения сточных вод не будут обеспечивать волнообразного перемещения осадков (нормального режима работы сетей водоотведения), будут образовываться осадки в лотке и на стенках трубы. Учитывая наличие больших концентраций сульфатов (свыше 200 мг/л), органических загрязнений, азота аммонийного и фосфора в сточной воде, будет развиваться сульфатредукция, продуктами которой являются

сероводород (запахи, снижение окислительной способности активного ила на очистных сооружениях), низкий окислительно - восстановительный потенциал, повышенные концентрации органики и азота [Е. В. Вильсон, Н.С. Серпокров, Д.А. Морозова Влияние газовых превращений на качество сточных вод, транспортируемых на ОСК / Международная конференция : «Водоснабжение и водоотведение населенных мест» / Москва 4-5 июня 2014 года www.ecw-conference.ru]. В итоге совокупность воздействий процесса сульфатредукции снижает на 25 - 30% эффективность работы очистных сооружений сточных вод, увеличивает на 20 - 25% расход электроэнергии.

Изложенное составило методологическую основу проведения обследования существующего состояния сетей водоотведения ЖК "Суворовский" в условиях малых расходов и фиксированных уклонов трубопроводов, обследование проведено 18.04.2017 г.

Ввиду того, что крышки приварены сваркой к люкам во избежание неконтролируемого сброса в сеть различных видов жидких отходов (от населения, промпредприятий и т. п.), обследованы три колодца, в которых они не сварены: 1 – выпускной из многоэтажного дома, 2 – третий колодец от начала внутриквартальной сети, 3 – предпоследний колодец на сборном коллекторе перед КНС – 2. Крышки этих колодцев были вскрыты, потому что в недавнем времени (3 - 4 дня тому назад) устранялся засор в сети.

Данная выборка является представительной, поскольку принципиально присутствуют основные элементы сети водоотведения, по которым можно провести анализ её состояния.

Методика проведения заключалась в визуальном наблюдении, измерении рейкой с делениями высоты наполнения воды и донных отложений в лотке колодца, при возможности их отбора и анализе на поверхности состава.

В третьем от начала внутриквартальной сети, диаметром 200 мм, в колодце глубиной заложения 1.6 - 1.7 м, величина наполнения (рис. 4.1) $h/D = 0.12 - 0.15$, т. е. 25 - 30 мм. Поток стабильный, скорость удовлетворительная для транспортирования жидкости, плавающих (пена, скорее всего, ПАВ). В лотке колодца имеется слой осадка высотой 5 - 6 мм. Цвет осадка серовато-белесый, с отдельными, редкими темными гранулами (не более 10%), свидетельствующих о загнивании.



Рисунок 4.1 Колодец внутриквартальной сети

В трубе слой осадка 12 - 15 мм, что указывает на недостаточную скорость для транспортирования дисперсных твердых загрязнений, что требует периодической промывке участков сети. О засорении сети также свидетельствуют остатки серовато-черного цвета на берме и стенках колодца.

В предпоследнем перед КНС-2 колодце глубиной заложения 2.0 - 2.1 м в сборном коллекторе диаметром 450 мм, величина наполнения составляет (рис. 4.2) $h/D = 0.6 - 0.7$, т. е. 270 - 315 мм. Поток стабильный, скорость удовлетворительная для транспортирования жидкости, плавающих (пена, скорее всего, ПАВ). В лотке колодца имеется слой осадка высотой 35 -

40 мм, цвет осадка серовато-белесый, с отдельными, редкими темными гранулами (не более 10%), свидетельствующие о загнивании (рисунок 4.3).



Рисунок 4.2 Колодец сборного коллектора диаметром 450 мм



Рисунок 4.3 Характер донных отложений в колодце сборного коллектора

На берме и стенах колодца имеются отложения вследствие переполнения сети (отказ насосной станции, засоры), цвет которых указывает на сульфатредукцию. Возможно, это "следы" сбросов в сеть жидких коммунальных отходов до закупоривания люков.

Донные отложения в настоящее время представлены агломератами твердых компонентов серо-белесого цвета, преимущественно минерального состава (до 90%), что характерно для новых микрорайонов, где в квартирах активно ведутся ремонтно - строительные работы со сбросом отходов в унитаз и далее по сетям.

Запах в колодцах при снятии крышек с колодцев составлял 1 - 2 балла, преимущественно фекальный, сероводород органолептически не фиксировался. Цвет сточной воды мутно-серый, без характерных признаков продуктов процесса сульфатредукции (серо-черный цвет, запах сероводорода, преимущественно коллоидные формы загрязнений, концентрация которых возрастает на 40 - 50%, увеличивая тем самым нагрузку, по сравнению с исходными, на очистные сооружения). Это указывает на необходимость промывки сети не только с позиций транспортирования сточных вод, но и для снижения нагрузки на очистные сооружения.

Вне согласованной программы исследований по договору проведена оценка сети К2 - дождевой системы водоотведения ЖК "Суворовский", в рамках Концепции развития Темерника. Выявлено, что сеть К2 построена по всему мкр-ну, но находится практически в бесхозном состоянии, сети и дождеприемники в отдельных местах забиты мусором и отходами. Имеются две очистных станции, одна - в завершенном состоянии, вторая - в незаконченном (готовность - около 75%), обе - заброшены. Поверхностные сточные воды без очистки по рельефу сбрасываются в приток р. Темерник выше выпуска по течению очистных сооружениях К1 мкр "Суворовский", что увеличивает антропогенную нагрузку на водоем и, в какой-то степени негативно влияет на общественное мнение.

5. Оценка состояния насосных станций приема сточных вод

КНС-2 расположена в нижней точке по рельефу и принимает самотеком сточные воды от ЖК "Суворовский" и под напором от КНС - 1 от военного городка, в станции установлены 2 погружных насоса фирмы "KSB". На входе в станцию установлена съемная корзина с ячейками ориентировочно 150 x 150 мм для выделения из потока сточных вод крупных загрязнений.

Режим работы насосной станции КНС - 2 в отсутствие усреднителя на входе и поступления циркулирующих потоков от вторичных отстойников во многом определяет режим работы очистных сооружений сточных вод. Однако вследствие наличия в составе поступающих на КНС-2 сточных вод лентоподобных тканевых остатков, не задерживаемых на существующей корзине, которыми забиваются насосы, их приходится выводить из режима на прочистку, что на 3-8 часов прекращает подачу на очистные сооружения, а также к затоплению территории вокруг КНС-2.

Для выравнивания режима работы насосных станций рекомендуется:

- на первом этапе - вовнутрь съемной корзины с ячейками 150 x 150 мм вставить корзину с прозорами 50 x 50 мм, что увеличит степень задержания тканевых остатков, но и, соответственно, частоту очистки содержимого корзины, но при этом снизит забиваемость насосов и стабилизирует режим водопотребления в микрорайоне, поскольку подача воды потребителям прекращается на время прочистки насосов, а также стабилизирует режим работы очистных сооружений.;
- на втором этапе - для улучшения условий эксплуатации в перспективе заменить существующие насосы на насосы с режущими кромками.

Общие выводы

1. ОСК "Суворовские", по существу имея одну из наиболее прогрессивных технологий очистки сточных вод, по причине проектных и строительных недостатков, находятся в состоянии разбалансированности отдельных узлов и параметров, не согласующихся между собой, что вызывает проблемы в обеспечении надежного режима эксплуатации. В основном это следствие неуправляемости потоков ввиду отсутствия запорно-регулирующей арматуры и взаимодействия отдельных сооружений по принципу "сообщающихся" сосудов.

2. Технологическое обследование ОСК выявило, что для предотвращения подъема уровня жидкости в сооружениях и предотвращения выноса ила необходимо производить постоянную откачку циркулирующей иловой жидкости из приемного резервуара иловой насосной станции и обеспечить выпуск циркулирующей иловой жидкости из отстойников на одинаковых геометрических отметках.

3. Выявлено технологически необоснованное применение фильтров компании Culligan для доочистки биологически очищенных сточных вод ЖК "Суворовский", экспериментально обоснована для повышения эффективности их работы рекомендуется переоборудовать в каркасно – засыпные (КЗФ). Целесообразно применение сернокислого железа для выделения фосфатов.

4. Аэробный минерализатор и илоуплотнитель находятся в неудовлетворительном состоянии, и необходимы конструктивные изменения для регулирования циркуляционных потоков.

5. Обоснованы режимы интенсификации очистки сточных вод на ОСК "Суворовские" путем введения биопрепарата Bacti-Bio 9500 и применением освещенности светодиодами красной волны света.

6. Получен ряд предпочтительности выбора технологий очистки сточных вод применительно к ОСК "Суворовские" без препаратов, с препаратами и освещенностью.

7. Экспериментально доказана целесообразность периодического временного ввода пероксида водорода из расчета 3 мг/л для полной биологической очистки сточных вод, в результате чего надильная жидкость становится прозрачной

8. Обоснована необходимость корректировки режимов эксплуатации сетей водоотведения и насосных станций перекачки сточных вод.

Литература

1. Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити. Введение в экологическую химию – М.: Высш. шк., 1994. - 400 с.
2. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология. –М.: Высш. Школа, 1979. – 340 с
1. Н.С. Жмур. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. ПНД Ф СБ 14.1.77-96. – М.,1996. – С.4.
4. О.Г. Никитина Экспресс-способ контроля очистки сточных вод с активным илом. /Материалы семинара для гидробиологов. – Зеленоград. Январь, 2003.
5. Е. В. Вильсон, Н.С. Серпокрылов, Д.А. Морозова Влияние газовых превращений на качество сточных вод, транспортируемых на ОСК / Международная конференция: «Водоснабжение и водоотведение населенных мест»/Москва 4-5 июня 2014 года www.ecw-conference.ru.
6. В.Ю. Борисова, Ю.А Попова, Е.В. Скибина, Н.С. Серпокрылов. Окислительно-восстановительные процессы при очистке сточных вод в аэротенках/ Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2012»: Матер. VII Межд. науч.-практ. конф.; г. СПб, 18 – 21 апр. 2012 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. (НПИ).Новочеркасск: «Лик», 2012, с. 142 – 145.
7. Н.С. Серпокрылов, В.Ю. Борисова Е.В. Скибина. Повышение среднесуточной окислительной способности аэротенков / Вестн. Волгогр. гос. арх.-строит. ун-та. Сер.: Строительство и архитектура. – 2012. №25 (44) – С. 306 -311
8. Н.С. Серпокрылов, В.Ю. Борисова Е.В. Скибина. Исследование биологической очистки сточных вод с использованием биопрепаратов / Вода: химия и экология, №4, 2013, с. 50 - 55.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Дополнение № 2 к ГН2.2.5.1313-03. Гигиенические

нормативы. ГН 2.2.5.2100-06)

10. Н.С. Серпокров, А.С. Смоляниченко, Е.Н. Серпокров. Оптимизация выбора технических и технологических решений на базе систем водоотведения /Учебное пособие. - ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 2017, 100 с.

11. В. Ю. Борисова. Влияние освещенности биомассы на технологические параметры аэротенков / Технологии очистки воды "Техновод-2011" : материалы 6 Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 20-23 сент., 2011. – Новочеркасск, 2011. - С. 149-153

12. Лукиных А.А., Лукиных И.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского - М., 1987г.