



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии и природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

(квалификация – бакалавр)

На тему «Технологическая схема и эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации «Адлер»»

Исполнитель Борщова Алина Сергеевна

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 27 » января 2024г.

Филиал Российского государственного  
гидрометеорологического университета в г. Туапсе

НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН

« 25 » января 20 24г.

Туапсе

2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Сточные воды и их очистка .....	5
1.1 Характеристика сточных вод и их влияние на окружающую среду .....	5
1.2 Методы очистки сточных вод.....	15
2 Очистные сооружения канализации «Адлер»: технологическая схема и эффективность очистки сточных вод.....	24
2.1 Местоположение ОСК «Адлер» и технологическая схема очистки сточных вод.....	24
2.2 Эффективность очистки сточных вод на ОСК «Адлер».....	34
3 Экологичность работы очистных сооружений канализации «Адлер» .....	41
3.1 Инновационные технологии внедряемые в очистные сооружения, направленные для снижения воздействия на окружающую среду .....	41
3.2 Проблемы эксплуатации сооружений очистки сточных вод и их решения .....	48
Заключение .....	56
Список использованной литературы.....	58

## Введение

В современном мире, очистка хозяйственно-бытовых сточных вод является одной из важнейших природоохранных проблем, обусловленная, в том числе высоким темпом роста населения.

Развитие промышленных и коммунальных хозяйств обуславливают поступление в воды мирового океана большого количества различных загрязнений, продуктов жизнедеятельности и химикатов, в том числе из –за сбрасывания в воды сточных вод. Причем, большинство загрязняющих веществ в разной степени вызывают деградацию водных объектов, которые в дальнейшем могут приводить к заболачиванию и зарастанию водоемов и даже приводить к гибели животного и растительного мира.

Необходимо помнить, что вода относится к важнейшим природным ресурсам, которые являются необходимыми для качественной жизни всего живого на земле, поэтому, перед мировым сообществом первоочередной задачей является качественная очистка сточных вод. Ведь, не до конца очищенные сточные воды наносят большой вред не только водной акватории, но и могут приводить к инфекционным заболеваниям и даже являться причиной эпидемий. При этом, неочищенная вода непригодная для использования в хозяйственно-бытовых целях, что может стать причиной критических ситуаций в городах и других населенных пунктах.

Сточные воды канализационного характера содержат органические вещества, которые быстро загнивают и в свою очередь, приводят к большому росту различных патогенных микроорганизмов, т.к., становятся для них дополнительной питательной средой.

Сточные воды производственного характера содержат токсические вещества, которые вредны для всего живого на земле, включая человека, животных и рыб. Поэтому, с целью предотвращения угрозы для населения и живых организмов, сточные воды необходимо своевременно очищать и обезвреживать. Для очистки канализационных очистных сооружений

применяют механическую и биологическую очистки.

При проектировании очистных сооружений канализации необходимым условием является защита окружающей среды (водного и воздушного бассейнов) от загрязнений, образующихся в процессе очистки сточных вод и поступающих в водоем и атмосферу. Загрязнение водоема, в который производится сброс сточных вод, отрицательно сказывается на состоянии его фауны и флоры. Загрязнение воздушного бассейна влияет на условия проживания населения в прилегающих районах.

Для защиты водоема от загрязнений определяются условия выпуска сточных вод, при которых качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций. Защита населённых пунктов от влияния очистных сооружений обеспечивается соблюдением размеров санитарно-защитной зоны.

Актуальность работы – неочищенные канализационные сточные воды наносят огромный вред окружающей среде поэтому есть необходимость их очистки для снижения этого негативного воздействия.

Объект исследования – очистные сооружения канализации «Адлер».

Предмет исследования – оценка степени очистки сточных вод.

Цель работы – оценка качества очистки сточных вод на основании результатов анализа.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- дать характеристику сточным водам;
- рассмотреть современные методы очистки сточных вод;
- проанализировать технологическую схему очистки сточных вод на ОСК «Адлер» и ее соответствие нормативам СанПиН 2.1.5.980-00;
- предложить мероприятия по уменьшению уровня влияния на состояние окружающей среды ОСК «Адлер».

## 1 Сточные воды и их очистка

### 1.1 Характеристика сточных вод и их влияние на окружающую среду

Воды, которые загрязнены бытовыми отходами, или отходами, которые получены в результате промышленных или сельскохозяйственных видов деятельности относятся к сточным водам. Помимо сточных вод, имеются ливневые стоки, образование которых связано с естественными процессами, протекающими в черте городских и сельских поселений, а также на территории промышленных предприятий, или вблизи них, и связаны с выпадением атмосферных осадков или таянием снега. Для удаления вод с промышленных объектов, или населенных пунктов, чаще всего применяют канализационные системы [14, с.124].

В зависимости от происхождения, все сточные воды подразделяются на три большие группы, в которые входят производственные стоки, коммунально-бытовые и стоки сельскохозяйственного происхождения.

Причем, несмотря на то, что производственные стоки входят в одну группу, их состав может сильно отличаться и зависит от вида деятельности предприятия, методов и технологии производства, оборудования, которое используют на предприятия, качества и состава сырья и других. Большое значение также имеют методы и степень очистки вод.

Образование сточных вод сельскохозяйственного происхождения чаще всего связано с удобрениями минерального и органического типа, применяемыми в сельскохозяйственной отрасли для удобрения почвы и уничтожения различных вредителей.

При этом, более 1/3 азота, содержащегося практически во всех видах удобрений, смывается с полей атмосферными осадками и затем попадают в воды рек, где в дальнейшем обуславливают быстрое размножение бактерий и приводит к разрастанию водорослей, что значительно повышает риск недостатка кислорода, и даже может привести к кислородному голоданию [9, с.42].

Еще одной проблемой, которую вызывает попадание азота в речную воду является его влияние на человека, вызывая в его организме накопление нитратов, и их дальнейшее превращение в нитриты, нарушающих дыхательную функцию крови человека.

В отличие от азота, фосфор, содержащийся в удобрениях, в меньших количествах смывается атмосферными осадками с сельскохозяйственных угодий.

Образование сточных вод коммунально-бытового происхождения обусловлено биогенным происхождением и связаны с применением моющих средств, в большом количестве содержащих синтетические активные поверхностные вещества. Как следствие, такие сточные воды отличаются достаточно высоким уровнем содержания детергентов, которые относятся к сильным токсикантам и практически не разлагаются [4, с.39].

Причем, детергенты очень плохо поддаются очистке, поэтому, несмотря на применяемые современные методы очистки, даже в развитых странах в очищенные сточные воды попадает более половины первоначального содержания детергентов, что обуславливает концентрацию их содержания в очищенных сточных водах более 10 мг/л.

Данная проблема еще более усугубляется в настоящее время, т.к., плотность населения растет, и, следовательно, возрастает количество сточных вод коммунально-бытового происхождения, что делает еще более недопустимым сброс коммунально-бытовых сточных вод в речные воды.

Помимо детергентов, в коммунально-бытовых сточных водах содержится большое количество органических соединений различного происхождения, в том числе различные микроорганизмы, включая болезнетворные.

Именно поэтому, перед выпуском сточных вод в природные воды, коммунально-бытовые сточные воды необходимо дополнительно обрабатывать, с целью их обеззараживания и предотвращения распространения болезнетворных бактерий.

Сточные воды коммунально-бытового происхождения также содержат

различные растительные органические загрязнения, такие как частицы плодов различных растений, в том числе овощей и фруктов, злаковых культур, бумаги. Основной угрозой растительных органических загрязнений, является содержание в их составе большого количества углерода.

Животные органические загрязнения образованы вследствие физиологических выделений людей и животных, поэтому содержат органические кислоты и жирные вещества, поэтому, основным химическим элементом, содержащемся в этом виде загрязнений являются белковые вещества в виде азота.

В сточных водах коммунально-бытового происхождения, помимо углерода и азота содержатся еще фосфор, калий, сера, натрий и другие вещества, но их концентрация значительно меньше.

В целом, в коммунально-бытовых сточных водах содержится около 60 % органических загрязнений и 40% загрязнений минерального происхождения [3, с.60].

Причем, степень загрязнения сточных вод и количество содержащихся загрязняющих веществ зависит от первоначального качества загрязнителей, которые представляют собой бытовой мусор, бытовые и кухонные отходы, физиологические выделения человека, что обуславливает достаточно быстро меняющийся их состав.

Поэтому при определении степени загрязнения сточных вод определяют содержание в водах не только отдельных химических элементов, но и их соединений, а также определяют содержание взвешенных и оседающих веществ.

Помимо бытовых сточных вод в городскую канализационную систему населенных пунктов поступают общественные сточные бытовые воды, из больниц и общественных бань, и имеющие особое санитарное значение.

Также, в городскую канализационную систему поступают воды, образованные в результате деятельности различных коммунальных служб, в том числе, прачечных и предприятий химчистки.

Если рассматривать городские сточные воды относительно физического состояния, то выделяют нерастворимые примеси, которые бывают особенно крупных фракций, более 100 мкм, например, крупная взвесь, средних фракций, размер которых составляет от 99,9 до 0,1 мкм, например, суспензии, эмульсии и пены. Относительно небольшие фракции, представляют собой коллоидную смесь и имеют размер частиц от 0,1 до 0,001 мкм. Самые мелкие фракции, размер которых составляет менее 0,001 мкм, относятся к молекулярно-дисперсным частицам [19, с.13].

Также сточные воды различаются по химическому составу загрязнений, и поэтому их делят на: минеральные и органические. К загрязнениям минерального происхождения относят песок, глину, различные кислоты и щелочи, а также растворенные минеральные соли.

Загрязнения органического происхождения подразделяются на растительные и животные, причем, большая загрязнений имеет органическое происхождение и составляет почти 60%, а загрязнители минерального происхождения около 40% [2, с.74].

Наиболее распространенными загрязнителями животного происхождения являются азотистые соединения, растительного – углеродосодержащие соединения [2, с.54].

Стоит отметить, что городские сточные воды отличаются довольно высоким содержанием загрязнителей микробного типа, в том числе, сложившаяся микрофлора содержит большое количество мелких водорослей, дрожжевых и плесневых грибов, яйца гельминтов. Также, в сточных водах содержатся большое разнообразие различных вирусов и бактерий, включая патогенные [4, с.57].

В среднем, в 1 мл городских сточных вод содержится около  $10^{-5}$  кишечной палочки, а содержание других бактерий вообще превышают миллионы единиц. При сбросе в городскую канализационную систему сточных вод промышленного происхождения, к их составу уделяется особое внимание, например, запрещено сбрасывать воды, содержащие токсичные вещества,



которые плохо подвергаются очистке и в целом, могут неблагоприятно влиять весь процесс биологической. Также находятся под жестким запретом сброс в систему веществ, выделяющих взрывоопасные газы [23, с.31].

В основном, метод очистки сточных вод основывается на минерализации органических веществ на основе аэробного биологического процесса или анаэробного процесса. Аэробный биологический процесс заключается в окислении и протекает в присутствии кислорода под воздействием микроорганизмов, а анаэробный процесс заключается в разложении органических веществ и протекает без доступа кислорода.

Чаще всего метод биологической очистки аэробного типа применяют при очистке бытовых сточных вод, содержащих органические вещества в растворенном состоянии, такие как углерод, азот, серу, фосфор, которые в результате окисления переходят в угольную кислоту и угольные, азотнокислые, сернокислые и фосфорнокислые минеральные соли.

В отличие от бытовых сточных вод, промышленные сточные воды делятся на три большие группы:

Первая группа включает промышленные сточные воды, загрязнены различными веществами, после различных технологических операций, в результате, которого использованная вода загрязнилась вследствие применения реагентов и растворителей.

Вторая группа включает промышленные сточные воды, которые не имеют сильного загрязнения, но имеют достаточно высокую температуру, в результате использования данной воды для поверхностного охлаждения технологической аппаратуры во время вспомогательных операций и процессов.

Третья группа включает промышленные сточные воды, которые загрязнены разнообразными загрязняющими веществами и образуются в результате применения вод в подсобных и обслуживающих цехах [21, с.22].

Стоит отметить, что образование промышленных сточных вод, в том числе их состав и концентрация загрязняющих веществ зависят от технологических процессов, применяемых при вырабатываемой продукции,

вида количества получаемой продукции, а также оборудования, применяемого на предприятии. На состав сточных вод промышленного типа оказывают влияние даже количество рабочих часов и смен.

При этом, наиболее важное значение для окружающей среды имеют сточные воды, получаемые при водоемких производствах, основными загрязнителями при этом чаще всего бывают нефтепродукты, минеральные соли, синтетические ПАВ.

Особое значение имеют сточные воды, образующиеся в результате деятельности предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей нефтедобывающей промышленности, в результате деятельности которых в основном образуются сточные воды пластового вида (порядка 20% добытой нефти). Такие воды отличаются разным химическим составом и содержат сухой остаток, нефть, взвешенные вещества, сероводород [11, с.70].

В случае, если очистка сточных промышленных вод, содержащих нефть и нефтепродукты проведена некачественно, на водной поверхности образуется нефтяная пленка, а продукты нефти будут откладываться на дне водоема, при этом над водоемом и вблизи него будет ощущаться сильный запах керосина.

К наиболее водоемким процессам относят следующие производства: черная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность, угольная промышленность, кожевенная промышленность.

В целлюлозно-бумажной промышленности основными являются две технологии производства, или способы получения – кислотная (сульфитная) и щелочная (сульфатная). В результате этого производства в сточных водах, образующих при этом, содержится большое количество взвешенных веществ, растворенных органических соединений и высокостабильных соединений серы, имеющей сильный едкий запах [26, с. 31].

При этом, основными загрязнителями вод являются следующие высокого класса опасности показатели: фенолы, формальдегид, метанол, сульфиды, ртуть.

В черной металлургии большая часть сточных вод образуется в

результате металлургического и железорудного производства. Также, к водоемкому производству относится коксохимическое производство, которое из всех производств входит в тройку наиболее водозатратных производств.

Отличительной особенностью, от других производств черной металлургии является использование на разных этапах производства доменных печей, при работе которых применяют очистку доменного газа, содержащего огромные количества различных газообразных веществ и пыли, и использующего для очистки большое количество вод. В результате образующиеся сточные воды содержат газообразных веществ и пыль [27, с.114].

При сталеплавильном производстве основным источником загрязнения сточных вод является технология мокрой очистки газовых выбросов, поэтому данные сточные воды содержат мелкодисперсные взвешенные вещества.

Большое количество флотореагентов и взвешенных веществ образуется в сточных водах при горнообогатительных производствах, а при агломерационных работах в сточные воды попадают взвешенные вещества и соли кальция, что приводит к увеличению до больших значений содержание взвешенных веществ, причем наиболее крупные их дисперсные фракции впоследствии оседают в районе выпуска и далее становятся источником вторичного загрязнения, приводя к образованию донных отложений.

Часть взвешенных веществ, состоящие из более мелких дисперсных фракций, ветровыми потоками переносятся на значительные расстояния, нарушая тем самым естественное самоочищение.

В угольной промышленности основными загрязняющими веществами являются циклические углеводороды, фенолы и формальдегид, а в сточных водах, образующихся в результате кожевенного производства содержится большое количество фенолов, хрома, хлоридов и сульфатов.

Загрязнение сточных вод органическими веществами влияет на содержание в них кислорода, поэтому основным методом для определения степени содержания в сточных водах органических веществ, является метод

основанный на определении количества кислорода, который расходуется в определенный временной промежуток для биохимического окисления органических веществ (БПК), мг/л.

Необходимо отметить, что для более полного рассмотрения качества и определения загрязненности сточных вод применяют следующие классификации: по видам загрязнения, по уровню кислотности, по токсичности и воздействию загрязняющих веществ на водоемы.

По видам загрязнения сточные воды классифицируют на:

- сточные воды, загрязненные минеральными веществами;
- сточные воды, загрязненные примесями органического происхождения;
- сточные воды, загрязненные смесью минеральных и органических веществ.

По уровню кислотности (рН) сточные воды классифицируют на:

- неагрессивные сточные воды;
- слабоагрессивные (слабощелочные/слабокислые) сточные воды;
- сильноагрессивные (сильнощелочные/сильнокислые) сточные воды.

По токсичности и воздействию загрязняющих веществ на водоемы сточные воды классифицируют на:

- сточные воды, содержащие вещества, которые могут влиять на общее состояние водного объекта;
- сточные воды, содержащие вещества, которые могут трансформировать и вкус и запах, а также др. свойства органолептического характера;
- сточные воды, содержащие токсичные вещества, которые быть опасными не только для водных объектов и обитателей водоемов – животных и растений, но и для человека.

Важным качеством сточных вод, имеющим определенное значения для жизнедеятельности человека, является их относительное постоянство в составе,

что обусловлено средними показателями количества загрязнений [6, с.24].

Значение рН сточных вод относится к показателю, от которого зависит протекание процесса очистки сточных вод, т.к., если значение Рн превышает 9 Рн, или наоборот, меньше 6 Рн, применяемый в биологическом методе очистки активный ил, содержащий микроорганизмы-минерализаторы, чаще всего погибают [7, с.33].

Для практического применения разработана таблица содержания концентрации загрязнений бытовых сточных вод, рассчитанная на одного жителя, которая опубликована в СНиПе «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Количество загрязнений в бытовых сточных водах [24, с.61]

Показатели	Количество загрязнений на одного жителя, г/сут.
Взвешенные вещества	65
БПК <sub>5</sub> неосветленной жидкости	54
БПК <sub>5</sub> осветленной жидкости	35
БПК <sub>полн</sub> неосветленной жидкости	75
БПК <sub>полн</sub> осветленной жидкости	40
Азот аммонийных солей (N)	8
Фосфаты	3,3
Поверхностно-активные вещества	2,5

В случае, если в водоемы попадают неочищенные или плохо очищенные сточные воды, происходит нарушение экосистемы водоемов, поэтому так важно учитывать показатели содержания кислорода, который участвует в процессе самоочищения. При этом, стоит отметить, что сточные воды, загрязненными органическими веществами и не являющимися по своему составу опасными для живых организмов оказывают большое влияние на качество воды. Значительное ухудшение качества воды наблюдается в случае большого поступления сточных вод, загрязненных органическими веществами,

и обуславливающих дефицит кислорода, который в свою очередь, приводит к ухудшению чистоты водоемов [17, с.114].

Стоит отметить что сточные воды, загрязненные большим количеством биогена, которые также не являются опасными для живых организмов, могут приводить даже к различным экологическим последствиям, т.к., при попадании их в водоемы, в них происходит активный рост разнообразных видов водорослей – фитопланктона, который очень быстро размножается и образует на поверхности воды большое скопление водорослей, которое нередко покрывает большие площади водоемов [16, с.114].

При этом, покрывая поверхность воды, водоросли затрудняют попадание солнечной радиации в более глубокие слои и как следствие обуславливает нарушение фотосинтеза водных растений.

В дальнейшем наблюдается резкое снижение уровня кислорода, который вырабатывается при фотосинтезе растениями бентосного вида. Положение усугубляется коротким жизненным циклом фитопланктона, что в дальнейшем приводит к образованию большой массы детрита, являющегося остатками отмершего планктона. В свою очередь, происходит большой рост бактерий, что обусловлено их питанием детритом, и при этом, бактерии потребляют кислород, содержащийся в воде значительно снижая его содержание [5, с.227].

Аналогично влияют на качество водоемов взвешенные частицы, которые также не представляют опасность для живых организмов, но они приводят к помутнению воды, обуславливая препятствие для поступления солнечных лучей и оказывают негативное влияние на гидробионты, в особенности на рыб, засоряя их жабры и покрывая вредным налетом их отложенную икру.

Самое губительное влияние на водоемы оказывают токсические вещества, содержащиеся в сточных водах, действие которых влияет на все группы гидробионтов, причем, большое значение при этом имеет их концентрация.

В случае, если концентрация токсических веществ незначительна, наблюдается мутирование водных организмов, проявляющаяся в нарушении

обмена веществ, изменении их развития и отсутствия возможности размножения. При больших концентрациях наступает гибель живых организмов, причем, самыми уязвимыми являются икра и зародыши. Наиболее чувствительны к токсическим веществам зоопланктон, гибель которого наблюдается уже даже при малых концентрациях веществ [20, с.6].

При воздействии сточных вод на почву выделяют два типа загрязнения – патогенной микрофлорой и химическое загрязнение. Оба эти вида загрязнений крайне опасны, т.к. приводят к сильному загрязнению почвы, причем, загрязнение патогенной микрофлорой может привести к росту количества различных возбудителей и как следствие, приводит к распространению инфекционных заболеваний.

## 1.2 Методы очистки сточных вод

Основные виды очистки сточных вод, направленные на снижение загрязненности сточных вод заключаются в следующем:

С целью снижения концентрации вредных веществ, содержащихся в сточных водах до допустимых значений, проводится обработка стоков.

Для того, чтобы удалить или разрушить вредные вещества, независимо от класса опасности проводится очистка сточных вод, причем разрушение или удаление веществ зависит от дальнейших действий. Важным этапом является процесс обеззараживания, который проводится с целью удаления из сточных вод патогенных бактерий и различных микроорганизмов.

В международной практике и в Российской Федерации использование городских канализационных систем всех уровней и природных водоемов строго регламентировано на законодательном уровне. При этом, неукоснительное соблюдение всех нормативных требований относится ко всем пользователям, которые осуществляют водоотведение через городскую канализацию.

Относительно сточных вод все нормативные требования пользования водоотведением через систему городской канализации, в том числе по

содержанию загрязняющих веществ и других вредных примесей в сточных водах, поступающих в канализационную систему и далее сбрасываемых в природные водоемы прописаны в СанПиН 2.1.5.980-00 (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Допустимые значения показателей по СанПиН 2.1.5.980-00 [21, с.8].

наименование показателя	значение показателя
рН	6,5-8,5
запах	не более 2 баллов
окраска	отсутствие в столбике 20 см
термотолерантные киморфные бактерии	не более 100 КОЕ/100мл
БПК5 при температуре 200 С	не более 2 мг O <sub>2</sub> /л (4 мг O <sub>2</sub> /л)
ХПК	не более 15 мг O <sub>2</sub> /л (30 мг O <sub>2</sub> /л)
минерализация общая	не более 1000 мг/л, в т.ч. : хлоридов не более 350 мг/л, сульфатов 500 мг/л
азот аммонийный	не более 1,5 мг/л
нитриты	не более 3,3 мг/л
остаточный свободный и связанный хлор	отсутствие
фосфаты	не более 3,5 мг/л
растворенный кислород	не менее 4 мг O <sub>2</sub> /л
общие колиформные бактерии	1000 КОЕ/100 мл (500 КОЕ/100мл)
колифаги	не более 10 БОЕ/100мл
возбудители кишечных инфекций	отсутствие
плавающие примеси	отсутствие пленок нефтепродуктов, масел, жиров и прочих примесей
нитраты	не более 45 мг/л
СПАВ	не более 0,5 мг/л

Благодаря применяемым методам загрязняющие вещества, содержащиеся в сточных водах, достигают значений показателей по СанПиН 2.1.5.980-00, а сами сточные воды становятся безопасными для водоемов, поэтому, при выпуске сточных вод состояние водных объектов не нарушается.



На основании допустимых значений показателей по СанПиН 2.1.5.980-00 можно определить, уровень очистки сточных вод и возможность дальнейшего выпуска данных вод в природные водоемы.

При этом, основными показателями, характеризующими уровень очистки сточных вод, являются следующие:

- Содержание взвешенных веществ и плавающих примесей;
- Значение БПК сточных вод, значения которого необходимо знать не только для определения количества кислорода в водах, но и для биохимического окисления органических загрязнителей, находящихся в сточных водах. Причем, важным моментом является повышенные значения БПК, указывающие на критическое загрязнение стоков.

- Важным показателем является значение ХПК сточных вод, значения которого необходимо знать для определения количества кислорода, требующегося для химического разложения органических примесей.

- Количество отдельных примесей химического происхождения, которые относятся к опасным и, следовательно, могут привести к непоправимому ущербу природным водоемам и живым организмам, обитающих в водах. А также, нанести вред человеку.

- Еще одним важным показателем является кислотность стоков [15, с.31].

В целом, устройство водоотведения представляет собой приемник, к которому относят любой водный объект, в который сбрасываются очищенные сточные воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 и выпуска сточных вод, так называемый трубопровод, по которому очищенные воды сбрасываются.

Помимо выполнения нормативных требований СанПиН 2.1.5.980-00, сточные воды, которые сбрасываются в природные водоемы обязательно должны соответствовать требованиям РД «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», поэтому существует несколько основных регламентированных методов очистки сточных вод.

Основными методам очистки сточных вод бывают следующие:

- Физические методы очистки сточных вод.
- Химические методы очистки сточных вод.
- Физико-химические методы очистки сточных вод.
- Биологические методы очистки сточных вод.
- Комбинированные методы очистки сточных вод.

При планировании очистной станции и строительстве очистных сооружений учитывается в первую очередь объем сточных вод, состав примесей, мощности водоемов, методом сопоставления выбираются схемы очистки сточных вод и планируемые методы очистки. Также при выборе состава очистных сооружений учитываются требования, предъявляемые к качеству и составу очистки вод, а также пропускная способность очистных сооружений. Немаловажным является и дальнейшее использование оставшегося осадка, из сточных вод и климатических условий территории, на которой планируется строительство очистных сооружений.

Механическая чистка необходима для того, чтобы освободить сточные воды от крупных фракций загрязняющих веществ, а биологическая чистка необходима для удаления из стоков загрязнителей органического происхождения. Поэтому, любые очистные сооружения в первую очередь оснащены оборудованием необходимым для полной механической чистки, остальные же методы очистки применяют с учетом первоначального состава сточных вод и степени требуемой очистки их.

Поэтому методы биологического и физико-химического типа относятся к дополнительным методам, применяемым на очистных сооружениях. Самым дорогостоящим методом является метод глубокой очистки, который применяют при более высоких требованиях к составу стоков.

Практически на всех очистных сооружениях, сточные воды перед сбросом в природные водоемы обеззараживаются, причем, современные технологии позволяют очищенные сточные воды использовать в работе различных промышленных предприятий или для сельскохозяйственного производства.

Образовавшаяся на разных этапах очистки биомасса, представляющая собой донный ил далее направляется на дополнительные очистные сооружения, предназначенные для обработки полученной биомассы, которая впоследствии обычно утилизируется.

На всех очистных сооружениях на пути движения сточных вод устанавливаются дополнительные решетки, песколовки и отстойники, предназначенные для защиты очистных сооружений от повреждений крупными фракциями загрязняющих веществ. Обычно, схема очистных сооружений устроена таким образом, что целесообразно устанавливать решетки перед отстойниками, что увеличивает количество задержанных загрязнений. Если в сточных водах содержатся минеральные примеси тяжелого типа, например, песок, целесообразно устанавливать песколовки [6, с.42].

Устройство песколовки заключается в установке двух смежных лотков, предназначенных для перемещения сточных вод и осадочного устройства, в которое попадает песок, находящийся там до его удаления.

Особенностью устройства песколовки является дно лотка, которое имеет обратный уклон, а также колодец из фильтрующего материала, расположенный в начале лотка и имеющий дренажные трубки с задвижками, предназначенными для выпуска сточных вод. Песколовки бывают двух типов – горизонтальные, чаще всего применяемые на небольших очистных сооружениях и вертикальные, предназначенные для сточных вод большого объема [8, с.37].

Для очищения сточных вод от веществ органического происхождения, которые не растворяются в воде, очистные станции укомплектованы отстойниками, представляющими собой резервуары.

Применяемые в настоящее время отстойники бывают двух типов – первичного типа и вторичного. Причем, вторичные отстойники не являются самостоятельными устройствами и устанавливаются на пути движения сточных вод после сооружений, предназначенных для биологической очистки. Основное назначение вторичных отстойников – осветление сточных вод, также они могут

применяться дополнительно как контактные резервуары.

В отличие от них, первичные отстойники являются самостоятельными сооружениями, которые устанавливают перед сооружениями биологической очистки, в качестве оборудования глубокой очистки вод. Всего на очистных сооружениях устанавливаются отстойники трех типов – горизонтального, вертикального и радиального типа, которые выбирают согласно СНиП «Канализация. Наружные сети и сооружения» (рисунок 1.1).

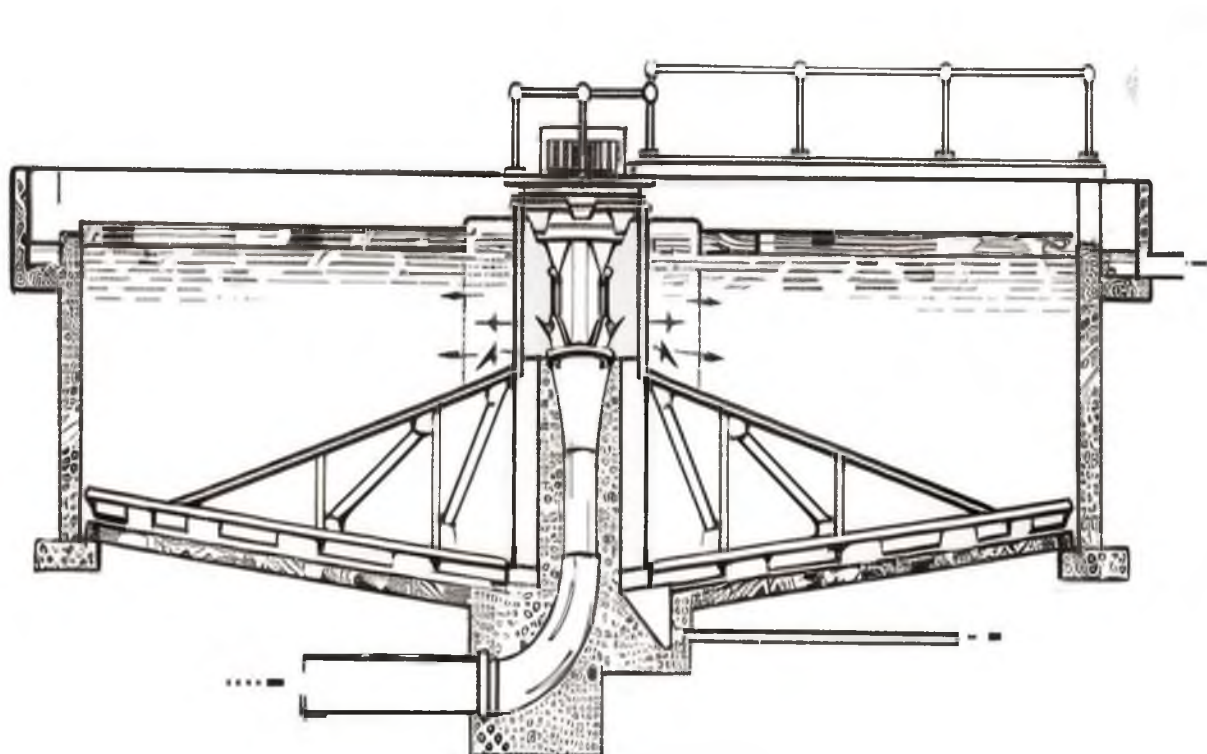


Рисунок 1.1 – Схема отстойника радиального типа

Именно отстойники радиального типа применяют на больших очистных сооружениях, в том числе, на исследуемом в работе предприятии ОСК «Адлер».

Обычно отстойник радиального типа имеет округлую форму, поэтому, сточные воды поступают к центральной части отстойника через основную трубу, а далее воды направляются в разные стороны к окраинам отстойника, выделяя при этом осадок, который сразу вычищается специальными скребками. Далее сточные воды просачиваются через небольшие узкие отверстия и попадают в желоб круглой формы.

В случае необходимости применения биологической очистки на очистных фабриках устанавливаются дополнительные сооружения, причем, биологическая очистка производится не только в искусственных условиях, но и в естественных.

Естественные биологические сооружения могут состоять из следующих конструкций:

- Колодцы фильтрующего типа, предназначенные для очистки вод не более  $1\text{ м}^3/\text{сутки}$ .
- Кассеты фильтрующего типа, предназначенные для очистки вод не более  $0,5\text{ м}^3/\text{сутки}$ .
- Поля подземной фильтрации, предназначенные для очистки вод более  $15\text{ м}^3/\text{сутки}$ .
- Поля фильтрации, предназначенные для очистки вод менее  $15\text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Перечисленные типы сооружений основываются на использовании грунта естественного происхождения, такие как песок, суглинки легкого вида и супеси, которые применяют для очистки.

- Траншеи фильтрации, предназначенные для очистки вод более  $15\text{ м}^3/\text{сутки}$ .
- Фильтры песчано-гравийного типа, предназначенные для очистки вод более  $15\text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Данные сооружения целесообразно применять при наличии водонепроницаемых или слабофильтрующих грунтов, причем, в этих грунтах для лучшей фильтрации прокладывают дополнительную дренажную сеть из привозного искусственно выложенного грунта.

Еще одним видом биологической очистки является установка циркуляционных окислительных каналов (ЦОК), целесообразность установки которых является актуальной при расходе воды около  $1400\text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Новым методом является установка биологических прудов с естественной или искусственной аэрацией, целесообразность установки которых является

актуальной при расходе воды около 1400 м<sup>3</sup>/сутки.

Работа естественных сооружений биологической очистки зависит от климатических условий территории, основными требованиями которых является температурный режим, характеризующийся среднегодовой температурой воздуха не менее 10°С в районе расположения очистных фабрик. При этом, глубина залегания грунтовых вод не должна быть менее 1 м от поверхности грунта, также не должно быть застройки в непосредственной близости от очистных сооружений.

Искусственные биологические сооружения могут состоять из следующих конструкций:

- Установки аэрационного типа, основанные на методе продленной аэрации до полного окисления.
- Установки аэрационного типа, основанные на методе аэробной стабилизацией избыточного активного ила.
- Биофильтры, состоящие из пеностекла или пластмассы.
- Фильтры биодисковые.
- Биофильтраторы.
- Биореакторы с биобарабанами.
- Блок биореакторов с затопленной ершовой загрузкой.

Биологическая очистка, проходящая в искусственных биологических сооружениях, осуществляется в аэротенках, которые объединены с вторичными отстойниками, благодаря чему, происходит глубокая нитрификация сточных вод, а выделяемый при этом иловый осадок почти не откладывается.

В дальнейшем, полученный осадок применяется в озеленении в качестве органоминерального удобрения. Собранный песок в песколовки в дальнейшем перенаправляется в специальные бункеры, где он высушивается и уже далее он вывозится на специальные полигоны.

Главные требования к очистным сооружениям заключаются в их надежности и большом сроком эксплуатации, при этом, применение модульных конструкций позволяет быстро расширить производство.

Для качественного результата очистных мероприятий обязательным является выполнение следующих условий. Осуществление при очистке сточных вод постоянного контроля за протеканием процесса, для этого хорошо подходит установка пробоотборников на подводящем и отводящем трубопроводах сточных вод. Актуальным является полная автоматизация процесса очистки сточных вод на высокотехнологическом оборудовании.

Необходимо предусмотреть возможность непрерывной работы очистной системы, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций или проведения ремонтных работ, для этого на очистные сооружения целесообразно внедрять трубопроводы байпасного типа. Предусмотреть возможность обеспечения беспрепятственного доступа на всем пути трубопровода для проведения технических и обслуживающих работ [9, с.10].

## 2 Очистные сооружения канализации «Адлер»: технологическая схема и эффективность очистки сточных вод

### 2.1 Местоположение ОСК «Адлер» и технологическая схема очистки сточных вод

Очистные сооружения канализации «Адлер» (ОСК «Адлер») находятся в Адлере, в районе Имеретинской низменности и занимают территорию левобережья реки Мзымта, по адресу МО Сочи, Адлерский район, ул. Энергетиков д. 11 (рисунок 2.1) [18].



Рисунок 2.1 – Местоположение очистных сооружений в Адлерском районе

Территориально к зоне канализования МО Сочи Адлерского района относятся следующие границы:

- восточное направление зоны обслуживания распространяется до



границы с Абхазией, проходящей по р. Псоу;

- западное направление до микрорайона Голубые Дали и железнодорожного вокзала включительно;
- граница в северном направлении распространяется до п. Молдовка и Международного аэропорта Сочи, которые входят в зону канализования;
- южные районы зоны обслуживания включают центральную часть Адлера и территорию Имеретинской низменности до набережной

На очистные сооружения сточные воды поступают от жилых домов и производственных зданий и сооружений.

Очистные сооружения канализации «Адлер» свою деятельность осуществляют на протяжении 50 лет, с 1970г, когда их организовали для обслуживания жителей и санаторно-курортных объектов, расположенных на территории Адлерского района. В 2011 г ОСК «Адлер» были модернизированы, по программе объектов олимпийской инфраструктуры. Поэтому на сегодняшний день, ОСК «Адлер» является современным высокотехнологическим предприятием (рисунок 2.2).

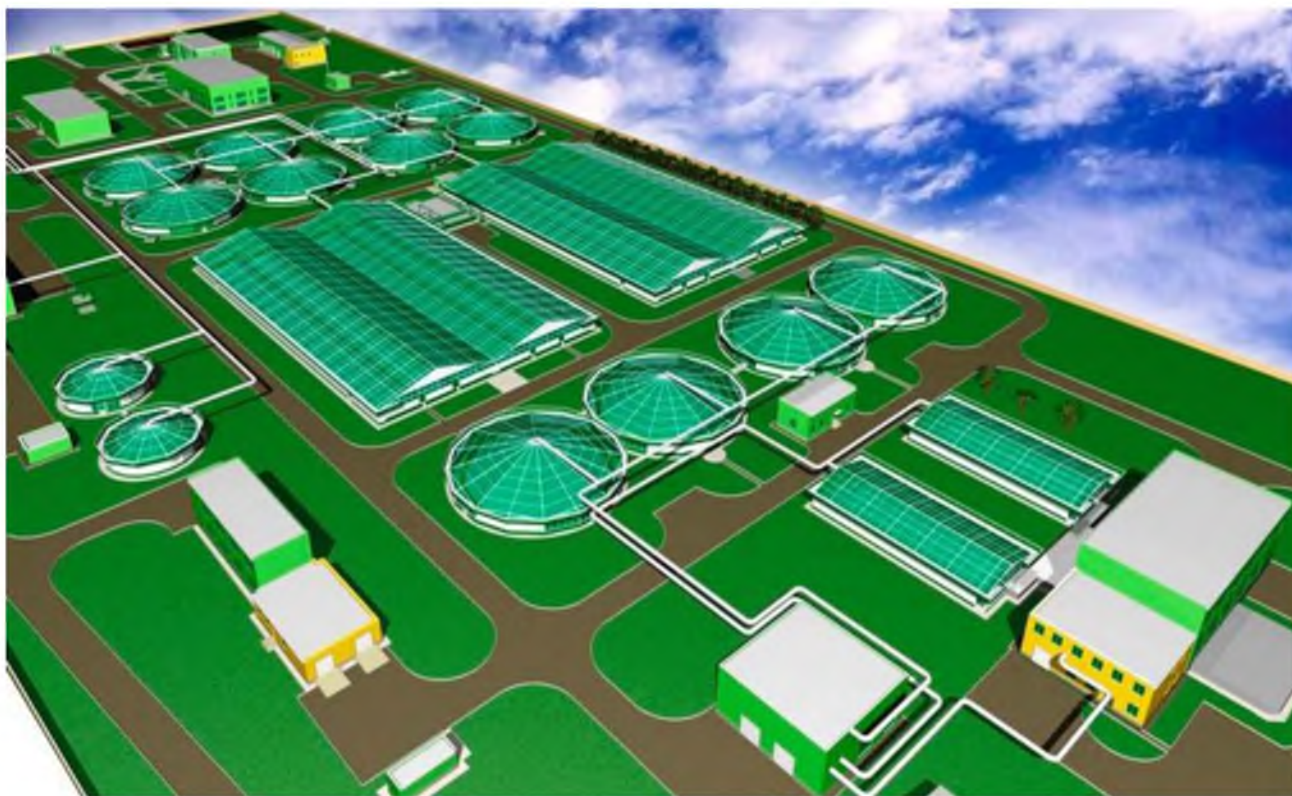


Рисунок 2.2 – 3D-проект Адлерских очистных сооружений канализации

Всего по программе модернизации в 2011 г одновременно были построены три очистные станции, расположенные в п.Красная поляна, п. Бзугу, и п.Адлер, причем, по технологии производства, технической мощности и по объему обрабатываемых стоков очистные станции отличаются. После проведенной модернизации, очистная станция «Адлер» является одной из самых современных в Российской Федерации, оснащенная высокотехнологическим оборудованием, принимающая более 50 м<sup>3</sup>/сутки различных стоковых вод со всего Адлерского района, протянувшегося от границы с Абхазией до ж/д вокзала.

Заложенная проектная мощность предприятия около 100,0 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, но фактическая значительно меньше и составляет 51,9 м<sup>3</sup>/сутки. ОСК «Адлер» занимает большую площадь около – 15 га, причем протяженность инженерных сетей составляет более 15 км [18].

При строительстве нового объекта по программе модернизации на ОСК «Адлер» заложена полная очистка очистных вод, в том числе с прохождением всех ступеней биологической очистки сточных вод с глубоким удалением биогенных веществ в аэротенках. Очищенные сточные воды поступают в акваторию моря на расстоянии 3,5 км (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Схема месторасположения водовыпуска ОСК «Адлер»

Для лучшего результата после биологической очистки сточные воды проходят дополнительную очистку, необходимую для отделения очищенной сточной воды во вторичных отстойниках, далее воды поступают на доочистку на микрофильтрах и перед сбросом в море проходят еще этап обеззараживания в блоке ультрафиолетового обеззараживания.

Диаметр трубы, по которой очищенные воды, прошедшие многоступенчатую очистку с обеззараживанием поступают в море составляет 2000 мм, выпуск вод осуществляется на расстоянии 3,5 км от берега.

После здания решеток стоки поступают в аэрируемые песколовки и проходят очистку от примесей. Задерживаются минеральные примеси (песок) и всплывающие вещества (жир).

Следующий этап - осветление в первичных отстойниках, далее стоки подаются на биологическую очистку в аэротенках. Смесь сточных вод проходит обработку в зонах перемешивания и зонах аэрации.

Затем иловая смесь подается для отстаивания во вторичные отстойники. На Адлерских ОСК предусмотрено восемь радиальных вторичных отстойников диаметром 30метров. Осветленные, биологически очищенные воды поступают на доочистку. Протекая сквозь фильтры, они подаются на установку ультрафиолетового обеззараживания. Здесь же установлены автоматический пробоотборник и анализаторы для определения важных показателей (азот, фосфаты, взвешенные вещества, кислород и др.)

На ОСК «Адлер» предусмотрено использование очищенной (прошедшей все стадии очистки) технической воды в технологических процессах: для промывки решёток, центрифуг и приготовления раствора реагента, используемого при механическом обезвоживании осадка и др.

Смесь городских сточных вод поступает в приемную камеру по четырем напорным трубопроводам диаметром 800мм. Здесь начинается путь очистки. Сначала сточные воды проходят первый этап механической очистки на решетках с прозором 40 мм и 6 мм.

Решетки предназначены для задержания крупных загрязнений.



Установлены на канале, подводящем сточные воды на очистные сооружения. Решетка — сооружение для механической очистки сточных вод, служит для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения. Решётки подготавливают сточную жидкость к дальнейшей очистке (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Решетки грубой очистки (справа) и решетки тонкой очистки (слева)

Очень крупный мусор, поступающий со сточными водами, собирается грабельными решетками грубой очистки отправляется на конвейерную ленту и в мусороприемник, после чего утилизируется.

Шнековая решетка предназначена для извлечения из производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод средних и мелких твердых частиц с дальнейшей их выгрузкой в мусороприемник.

Далее сточные воды проходят через песколовки, которые предназначены для задержания загрязнений минерального происхождения, главным образом, песка с крупностью частиц более 0,2—0,25 мм.

В результате задержания песка в песколовках облегчаются условия эксплуатации последующих сооружений. Легкие частицы органического происхождения должны выноситься из песколовков.

Принцип работы песколовки основан на том, что частицы, удельный вес которых больше удельного веса воды, по мере движения вместе с водой выпадают на дно песколовки под действием силы тяжести (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Песколовки

Первичные отстойники – это гидравлические сооружения, которые применяются для удаления основной массы твердых веществ и нерастворимых частиц из сточной воды.

Осаждение происходит благодаря разнице плотности между сточной водой и частицами загрязнений. Более тяжелые частицы оседают на дно отстойника под действием силы тяжести, образуя отстой. Вода, освободившаяся от частиц, поднимается над осадком и выходит из отстойника через специальные компартменты или переливные лотки.

Применение первичных отстойников позволяет существенно сократить

нагрузку на последующие этапы очистки сточных вод. Они помогают улучшить эффективность работы очистных сооружений и предотвращают забивание и износ оборудования, увеличивая его срок службы (рисунок 2.6).

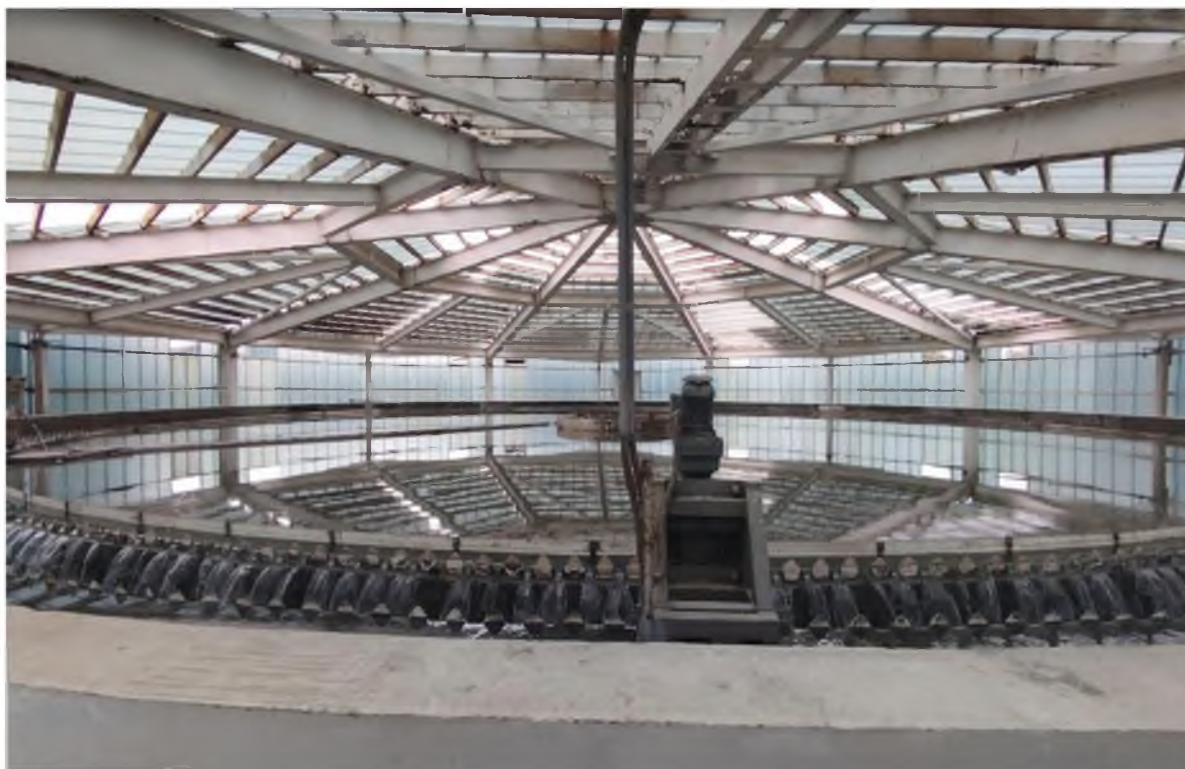


Рисунок 2.6 – Первичный отстойник

В результате очистки в первичных отстойниках образуется сырой осадок, который периодически откачивается из отстойников и направляется в цех механического обезвоживания осадков.

Механическая очистка составляет около 30% процесса очистки сточных вод. После удаления основной массы взвешенных веществ вода направляется на последующие этапы очистки.

Аэротенк — чаще всего резервуар прямоугольного сечения, по которому протекает сточная вода, смешанная с активным илом, где происходит биохимическая очистка сточной воды.

Воздух, вводимый с помощью пневматических или механических аэраторов — аэрационной системы, перемешивает обрабатываемую сточную воду с активным илом и насыщает её кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий, которые обеспечивают интенсивное



биохимическое окисление органических веществ (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Аэротенк в состоянии работы и проектировки

Вторичные отстойники устанавливают после биофильтров для задержания нерастворенных (взвешенных) веществ (представляющих собой частицы отмершей биологической пленки) и после аэротенков для отделения активного ила от очищенных сточных вод. В качестве вторичных применяют горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Вторичный радиальный отстойник

Основная масса активного ила, отстаившегося во вторичном отстойнике, должна перекачиваться снова в аэротенк.

Однако активного ила осаждается больше, чем нужно для повторного использования, поэтому его избыточное количество следует отделять и направлять на утилизацию. Избыточный ил при влажности 99,2% составляет 4 л/сут на одного жителя и имеет большую влажность, чем сырой осадок из первичного отстойника, что увеличивает общий объем осадка.

Нормы проектирования канализации (СНиП 2.04.03-85) предусматривают (в зависимости от вида осадка ила или биопленки) различное время пребывания и скорость движения потока в отстойнике.

Например, продолжительность отстаивания во вторичных вертикальных отстойниках, устанавливаемых после аэротенков, принимается 2 ч по максимальному расходу воды, а вертикальная скорость подъема жидкости - 0,5 мм/с, для отстойников после капельных биофильтров - 0,75 ч, а скорость подъема воды - 0,5 мм/с [24, с.88].

Осадок с первичных и вторичных отстойников отправляется в цех механического обезвоживания. Для механического обезвоживания осадка применяются центрифуги (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Цех механического обезвоживания



В цехе механического обезвоживания установлено две рабочих и одна резервная центрифуга. После центрифуг обезвоженный осадок влажностью 70–73% перевозится каскадом транспортеров на установку сушки осадка, и высушивается до влажности 10 % с образованием гранулята, который в дальнейшем используется как удобрение.

Для большего снижения количества взвешенных веществ перед сбросом в море предусмотрены сооружения доочистки, где вода проходит через фильтры и УФ-лампы. УФ является эффективным средством против всех микроорганизмов, включая бактерии, вирусы, грибки, плесень, дрожжи и водоросли, присутствующие в сточных водах.

Далее очищенная от всевозможных примесей и обеззараженная от различных микроорганизмов сточная вода, отводится с площадки очистных сооружений и сбрасывается через глубоководный коллектор в Черное море (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Вид на внутренние помещения цеха доочистки вод

## 2.2 Эффективность очистки сточных вод на ОСК «Адлер»

В 2022 г. Сочи посетили более 5 млн. отдыхающих в летний сезон с мая по октябрь включительно. По сравнению с аналогичным периодом предыдущего года объем туристического потока вырос на 4%.

В августе средняя загрузка объектов размещения достигала 95%. Рост турпотока отмечался на новогодние и майские праздники, а его уменьшение — в конце февраля и начале марта (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Динамика туристического потока в МО Сочи в 2022г

В летний сезон 2023 (который длится с мая по октябрь) город-курорт Сочи посетили почти 6 млн туристов. Самым массовым по турпотоку оказался август — свыше 1 млн. гостей, что на 3,2 % больше, чем за аналогичный период прошлого года.

В 2023 г. Сочи по итогам на начало декабря принял почти 8 млн туристов, что составило на 11% больше, чем в 2022 г. В 2022 г. город принял 7,2 млн человек. За последних 10 лет совокупный туристический поток в Сочи достиг почти 65 млн человек.

Стоит принять во внимание еще фактор увеличения населения города

Сочи за счет строительства и продажи жилого фонда. Количество жителей в 2022 г по данным Росстата составило 433562 человек. А в 2023 году уже на ноябрь месяц- 446599 человек (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Динамика туристического потока в МО Сочи в 2023г

По данным администрации, численность незарегистрированных лиц, но постоянно проживающих и работающих на территории муниципального образования, составляет 720 тыс. чел. А это порядка 37% населения, не учтенного в основных данных (рисунок 2.13).

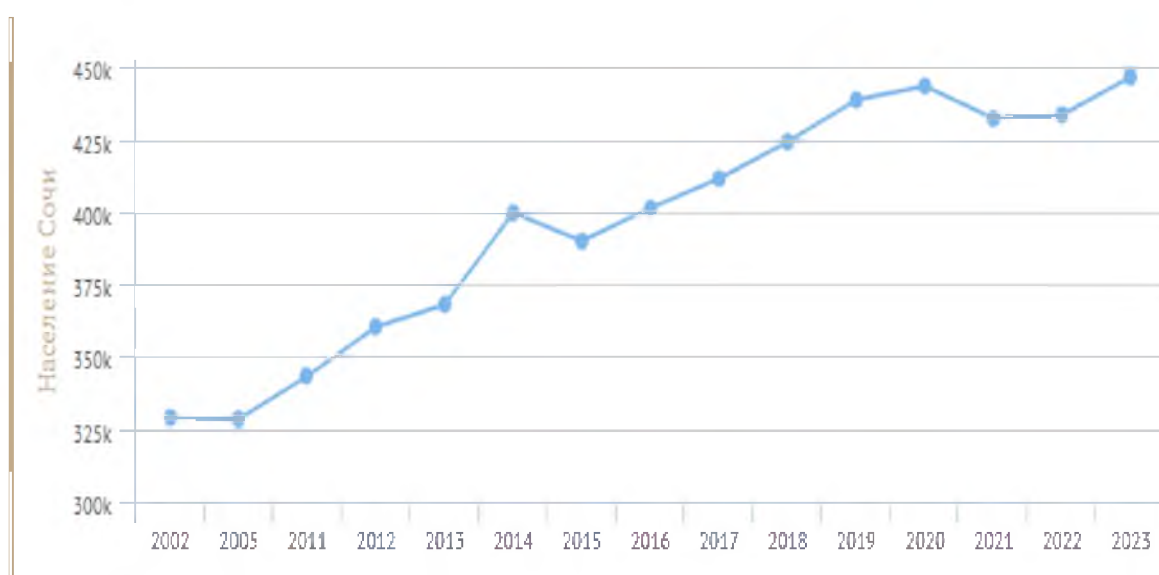


Рисунок 2.13 – Динамика роста населения в МО Сочи

Практически не бывает сезонов без туристов. Лето – самый популярный сезон, именно в это время года очистные сооружения испытывают самую большую нагрузку. Чтобы проанализировать возрастание нагрузки на ОСК Адлер, понадобилось определить точку отсчета: таковой точкой был выбран ноябрь месяц, так как именно в этом месяце поток туристов минимален. Количество загрязняющих веществ, поступающих в ОСК Адлер в среднем за сутки, вычисляли, исходя из данных таблицы 1.1, умноженных на приблизительное значение количества человек, находящихся в черте района Адлер. В ноябре 2022 года эта цифра составила 84 тыс. человек.

Среднесуточное поступление загрязняющих веществ в ноябре 2022 года приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Среднесуточное количество загрязняющих веществ в бытовых сточных водах ОСК «Адлер» в 2022 г

2022 г.	Количество загрязнений, т/сут			
	май	август	сентябрь	ноябрь
Показатели				
Взвешенные вещества	6,28	8,46	6,55	5,46
БПК <sub>5</sub> неосветленной жидкости	5,22	7,04	5,45	4,54
БПК <sub>5</sub> осветленной жидкости	3,38	4,56	3,53	2,94
БПК <sub>полн</sub> неосветленной жидкости	7,25	9,77	7,56	6,3
БПК <sub>полн</sub> осветленной жидкости	3,86	5,21	4,03	3,36
Азот аммонийных солей (N)	0,77	1,04	0,8	0,67
Фосфаты	0,32	0,43	0,34	0,28
Поверхностно-активные вещества	0,24	0,33	0,25	0,21
Всего	27,32	36,83	28,51	23,76

В период максимальной рекреационной нагрузки поток воды в ОСК Адлер увеличивается во много раз, так же, как и количество загрязняющих веществ. Максимальную нагрузку в 2022г канализация испытывает в августе месяце, причем, как видно из таблицы 2.1, нагрузка увеличивается примерно в

1,6 раз, что соответствует увеличению потока отдыхающих (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Среднесуточное количество загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах ОСК «Адлер» в 2022 г

Среднесуточное поступление загрязняющих веществ в ноябре 2022 г приведены в таблице 2.2 и рисунке 2.14

Таблица 2.2 – Среднесуточное количество загрязняющих веществ в бытовых сточных водах ОСК «Адлер» в 2023 году

2023 г. Показатели	Количество загрязнений, поступающих в канализацию ОСК Адлер, т/сут		
	май	август	сентябрь
Взвешенные вещества	7,1	8,74	7,37
БПК <sub>5</sub> неосветленной жидкости	5,9	7,26	6,13
БПК <sub>5</sub> осветленной жидкости	3,82	4,7	3,97
БПК <sub>полн</sub> неосветленной жидкости	8,19	10,08	8,51
БПК <sub>полн</sub> осветленной жидкости	4,37	5,38	4,54
Азот аммонийных солей (N)	0,87	1,07	0,9
Фосфаты	0,36	0,45	0,38
Поверхностно-активные вещества	0,27	0,34	0,28
Всего	30,89	38,02	32,08



Рисунок 2.14 – Среднесуточное количество загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах ОСК «Адлер» в 2023 г



Рисунок 2.15 – Сравнение среднесуточного количества загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах за 2022-2023гг

Следующая таблица отражает допустимые значения показателей по СанПиН 2.1.5.980-00 в сравнении со значениями показателей выпускного коллектора после очистки ОСК «Адлер» в 2022 и 2023 гг (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Сравнение допустимых значений показателей с показателями выпускного коллектора после очистки ОСК Адлер в августе 2022 и 2023 гг

наименование показателя	значение показателя по СанПиН 2.1.5.980-00	значение показателя воды выпускного коллектора после очистки ОСК Адлер в августе 2022 г	значение показателя воды выпускного коллектора после очистки ОСК Адлер в августе 2023 г
рН	6,5-8,5	7,2	7,6
запах	не более 2 баллов	1,3 баллов	1,6 баллов
окраска	отсутствие в столбике 20 см	отсутствие в столбике 20 см	отсутствие в столбике 20 см
термотолерантные киморфные бактерии	не более 100 КОЕ/100мл	80 КОЕ/100мл	90 КОЕ/100мл
БПК <sub>5</sub> при температуре 200 С	не более 2 мг О <sub>2</sub> /л (4 мг О <sub>2</sub> /л)	1,8 мг О <sub>2</sub> /л	1,9 мг О <sub>2</sub> /л
ХПК	не более 15 мг О <sub>2</sub> /л (30 мг О <sub>2</sub> /л)	9 мг О <sub>2</sub> /л	11 мг О <sub>2</sub> /л
минерализация общая	не более 1000 мг/л, в т.ч. : хлоридов не более 350 мг/л, сульфатов 500 мг/л	800 мг/л	900 мг/л
азот аммонийный	не более 1,5 мг/л	1,3 мг/л	1,4 мг/л
нитриты	не более 3,3 мг/л	3,1 мг/л	3,2 мг/л
остаточный свободный и связанный хлор	отсутствие	отсутствует	отсутствует
фосфаты	не более 3,5 мг/л	3,2 мг/л	3,4 мг/л
растворенный кислород	не менее 4 мг О <sub>2</sub> /л	4,2 мг О <sub>2</sub> /л	4 мг О <sub>2</sub> /л
Общие колиформные бактерии	1000 КОЕ/100 мл (500 КОЕ/100мл)	800 КОЕ/100 мл	900 КОЕ/100 мл
колифаги	не более 10 БОЕ/100мл	7 БОЕ/100мл	8 БОЕ/100мл
возбудители кишечных инфекций	отсутствие	отсутствуют	отсутствуют
плавающие примеси	отсутствие пленок нефтепродуктов, масел, жиров и прочих примесей	отсутствуют	отсутствуют
нитраты	не более 45 мг/л	43 мг/л	43 мг/л
СПАВ	не более 0,5 мг/л	0,3 мг/л	0,4 мг/л

Проведенный анализ эффективности работы ОСК «Адлер» показал, что несмотря на проведенную перед Олимпиадой 2014 г модернизацию комплекса, на данный момент в пике нагрузки (август месяц в 2022-23 гг.) он едва справляется по некоторым показателям (азот аммонийный, нитриты, нитраты, фосфаты) с регламентом СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов».

Как видно из таблицы 2.3 содержание в водах выпускного коллектора азота аммонийного, нитритов, фосфатов и нитратов приближается к допустимым по СанПиН 2.1.5.980-00 показателям. Анализируя данные таблицы можно прийти к выводу, что в августе 2023 г в период максимальной нагрузки очистка по аммонийному азоту достигла 93,3% от максимально допустимого значения по СанПиН 2.1.5.980-00; по нитритам - 97%; по фосфатам – 97,1%; по нитратам – 95,6%.

Так как планируется, что в 2024 г Сочи посетит еще больше туристов, чем в 2023 г, ожидается увеличение примерно на 8-9%, поэтому назрела необходимость модернизации очистных сооружений.

В Сочи реализуется семь проектов, в их число входит и ОСК Адлер. Реализация всех этих проектов позволит почти наполовину увеличить мощность городских очистных сооружений канализации. Финансирование объектов утверждено на всех уровнях бюджетов и ведется бесперебойно. В 2023 году освоено порядка 430 млн руб. в рамках завершения проектно-изыскательских работ.

Также около 900 млн руб. будет направлено на строительные-монтажные работы по первоочередным объектам комплексного развития.



### 3 Экологичность работы очистных сооружений канализации «Адлер»

#### 3.1 Инновационные технологии внедряемые в очистные сооружения, направленные для снижения воздействия на окружающую среду

В современном мире, где проблема загрязнения окружающей среды становится все более актуальной, важно иметь эффективные и инновационные технологии в очистных сооружениях. Только так мы можем снизить воздействие на окружающую среду и обеспечить ее сохранение для будущих поколений.

Одной из инновационных технологий, которая уже успешно применяется в очистных сооружениях, является переработка осадка. Вместо того чтобы просто сжигать его или складировать на свалке, осадок подвергается биологическому разложению, после чего можно получить полезные материалы, такие как удобрения или биогаз. Это не только позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и приносит дополнительную выгоду в виде полезных продуктов или энергии.

Еще одной инновационной технологией является использование фильтров для более эффективной очистки сточных вод. Такие фильтры способны удерживать твердые частицы, химические загрязнения и другие вещества, что позволяет значительно улучшить качество очищенной воды. Благодаря применению фильтров, можно снизить количество вредных веществ, попадающих в окружающую среду, и обеспечить более чистую воду для использования в повседневных нуждах.

Другой инновационной технологией в очистных сооружениях являются аэрационные системы. Они позволяют обогащать воду кислородом и создавать оптимальные условия для жизни микроорганизмов, которые участвуют в процессе очистки. Благодаря этому можно значительно повысить эффективность очистных сооружений и снизить количество загрязнений, попадающих в окружающую среду. Также аэрационные системы помогают предотвратить неприятные запахи и процессы гниения в воде, что делает ее

более безопасной для окружающей среды.

Эти и многие другие инновационные технологии в очистных сооружениях позволяют нам эффективно бороться с проблемой загрязнения окружающей среды. Через постоянное развитие и применение новых технологий, мы можем достичь экологической устойчивости и сохранить нашу планету для будущих поколений.

На данный момент самыми крупными и современными сооружениями в России и Европе являются Люберецкие очистные сооружения.

Масштабное обновление Люберецких очистных сооружений в Москве запустили еще в 2013 г. Началось все с устранения неприятных запахов. В целом количество таких выбросов за последние годы снизилось в 10 раз. Помимо общей модернизации, помогло внедрение разработки российских инженеров - плоских плавающих перекрытий.

В 2013-2017 гг таким образом перекрыли первичные отстойники сточных вод, подводящие каналы, приемные камеры, песколовки и илоуплотнители. Это радикально снизило выделение сероводорода. Позже был построен блок механической очистки, реконструированы два блока биологической очистки и смонтирована 41 газоочистная установка для устранения неприятных запахов (теперь их 79). Также недавно ввели второй блок ультрафиолетового обеззараживания. Что в итоге улучшилось благодаря реконструкции:

- Двухэтапное изъятие мусора из сточной воды повышает надежность работы комплекса механической очистки, увеличивает изъятие мусора до 96% и уменьшает трудозатраты на выполнение ремонтных работ.

- Строительство аэротенков с применением технологий глубокого удаления азота и фосфора позволило достичь наилучшего качества очистки сточных вод.

- Переход на технологию сгущения активного ила на центрифугах позволяет исключить фосфор из фугата (жидкости, удаляемой в процессе обезвоживания). Эта технология широко используется в Европе.

– Строительство второго блока ультрафиолетового обеззараживания обеспечивает 100% обеззараживания сточных вод, сбрасываемых в водоприемники.

– Энергоэффективные решения экономят до 13,5 тысячи мегаватт в год на процессах биологической очистки.

Среди технологических решений, которые применяются в России впервые:

Внедрение технологии ацидофикации - предварительное повышение концентрации органических соединений в сточной воде, необходимое для интенсификации биологического процесса глубокого удаления фосфора.

В перспективе очистка возвратных потоков от фосфора. Это снизит вторичную нагрузку на сооружения, даст более глубокую очистку воды с получением товарного продукта в виде минерального экологического удобрения. А очистка возвратных потоков по технологии анаммокс (с использованием специфических бактерий) позволит повысить степень очистки сточных вод от соединений азота и снизить вторичную нагрузку по азоту до 30%.

Переработка в биотопливо всего осадка сточных вод и полный отказ от его почвенной утилизации (безотходное производство).

Это крупнейшие в Европе очистные сооружения производительностью 3 млн кубометров в сутки. На очистных сооружениях «Адлер» подобные технологии были заложены в проекте еще с 2008 г и осуществлены в 2011 г.

Первой инновацией стал процесс полной биологической очистки с помощью аэротенков.

Большая насыщенность сточной воды активным илом (высокая доза) и непрерывное поступление кислорода обеспечивают интенсивное биохимическое окисление органических веществ, поэтому аэротенки являются одним из наиболее совершенных сооружений для биохимической очистки. В зависимости от требуемой степени снижения органического загрязнения сточных вод аэротенки проектируются на полную биологическую очистку и

неполную очистку [12, с.98].

Для нормальной жизнедеятельности организмам активного ила требуются малые количества растворённого кислорода. Критической концентрацией считается 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, вполне удовлетворительной — 0,5 мг/дм<sup>3</sup> растворённого кислорода. Однако активный ил не терпит залежей и при малейшем застое начинает гибнуть от собственных метаболитов (загнивание).

Поэтому нормы на содержание растворённого кислорода (не менее 1,0—2,0 мг/дм<sup>3</sup> в любой точке аэротенка) предполагают обеспечение интенсивного перемешивания иловой смеси с целью ликвидации ее залежей.

При концентрации растворённого кислорода, превышающей максимально необходимую, критическую величину, степень активности микроорганизмов не увеличивается, и очистка не улучшается. Поэтому для каждого очистного сооружения устанавливается своя «критическая концентрация» кислорода, причем степень его поглощения определяется, главным образом, характером и концентрацией загрязнений. Подача воздуха обеспечивает несколько процессов, происходящих с активным илом [25, с.179]:

- дыхание организмов,
- перемешивание иловой смеси,
- удаление метаболитов,
- хемоокисление загрязняющих веществ.

Плохие аэрационные условия для активного ила могут быть обусловлены следующими причинами:

- сокращением подаваемого воздуха, разрушением и засорением фильтрующих воздух элементов (фильтросных пластин, дырчатых труб, мелкопузырчатых диспергаторов и т. д.);
- залежами и микрозалежами плохо перемешиваемого ила в различных участках аэрируемой зоны и всех звеньев очистки;
- повышением удельных нагрузок на активный ил за счёт возрастания содержания растворённых органических веществ в поступающей на очистку воде;

- увеличением содержания токсичных веществ в сточной воде, поступающей на очистку (токсиканты блокируют дыхательные ферменты у организмов активного ила);
- возрастанием кислородопоглощаемости активного ила из-за нарушения режима выгрузки осадка из первичных отстойников;
- превышением оптимальной концентрации возвратного ила (недостаток кислорода при увеличении биомассы активного ила).

В результате очистки в аэротенках образуется избыточный активный ил (за счет прироста биомассы), который выводится из системы и направляется на уплотнение и механическое обезвоживание осадков. Для прироста биомассы (массы бактерий в аэротенке) используются загрязняющие вещества, содержащиеся в сточных водах. Избыточное количество биомассы выводится из системы «аэротенк - вторичный отстойник» в виде избыточного активного ила и направляется на дальнейшую обработку и снижение объема.

После вторичных отстойников вынос взвешенных веществ составляет 10-15 мг/л. Меньшего значения концентрации взвешенных веществ после вторичного отстаивания добиться практически невозможно [27, с.241].

Основные отличия первичных отстойников от вторичных заключаются в следующем:

- у вторичных отстойников нет устройств для сбора и удаления жировых и других плавающих веществ;
- как правило, применяется разная система откачки осадка (илососы во вторичных отстойниках).

Работу отстойников оценивают по выносу взвешенных веществ, концентрации возвратного ила и влажности осадка. Эти показатели характеризуют его основные функции:

- отделение очищенной воды от активного ила;
- уплотнение ила.

Весь извлекаемый в процессе очистки избыточный активный ил подаётся на первую стадию обработки образующихся осадков в илоуплотнители,

предназначенные для его сгущения.

Вторая инновация, ставшая прорывной в свое время на очистных сооружениях Адлера стало использование обработанного активного ила для создания удобрения. Активный ил больше не складывается и утилизируется, а гранулируется и используется в сельском хозяйстве.

Подобное удобрение насыщено фосфором и органическими веществами, что благоприятно влияет на рост растений и сельскохозяйственных культур.

Также традиционными сооружениями доочистки являются песчаные фильтры (как на очистных ВСК). Однако, они имеют ряд недостатков: большое количество промывной воды (до 10%), большие занимаемые площади (для сооружений 100 000 м<sup>3</sup>/сут требуется доочистка с размерами здания ориентировочно 24\*70 м) и высокие капитальные затраты. Здесь же были применены дисковые фильтры доочистки. Такие сооружения применяются в Европе и давно себя хорошо зарекомендовали. Здание 30\*26м, расход промывной воды до 4%.

Каждый элемент очистных сооружений накрыт. Все смеси газов, образующиеся в процессе очистки идут в цех газовой очистки по системе труб.

Каждый этап очистки полностью автоматизирован, на каждом из них есть датчики списывающие необходимые показания для понимания исправности процесса очистки сточных вод.

Но несмотря на до сих пор сохраняющуюся актуальность и экологичность очистных сооружений на них есть и проблемы, которые требуют решений.

Покрытие аэротенков и отстойников слетает при сильных ветрах и материалы сильно подвержены коррозии из-за большого содержания аммиака. Тут, к сожалению, играет свою роль климат и высокое содержание аммиака на начальных этапах очистки, которые быстро изнашивает оборудование и конструкции.

При строительстве в 2011 г система делалась комплексной. При замене одного элемента системы придется менять и остальные. Подобная цельная система не будет работать, если заменять ее по частям. Учитывая также и

быстрые темпы развития экологических технологий, подобное проектное решение скорее является недостатком ежели плюсом.

Большие затраты на поддержание работы очистных сооружений имеют место быть. Те же УФ-лампы для блока доочистки на данный момент очень трудно и дорого закупить, многие датчики стоят крупных сумм и являются импортными, поскольку очистные были сконструированы по европейским стандартам.

Именно поэтому было принято решение к модернизации очистных сооружений. Объект был построен в период подготовки к Олимпиаде-2014 и сегодня пришло время усовершенствовать применяемые технологии. По итогу работа предприятия станет ещё экологичнее.

О планах по модернизации депутату Законодательного Собрания Краснодарского края Виктору Теплякову рассказала заместитель директора по экологической безопасности и охране окружающей среды МУП г. Сочи «Водоканал» Анна Зинченко. Член фракции «Единая Россия» посетил адлерские очистные в рамках работы регионального координатора партийного проекта «Чистая страна».

В рамках проекта была осмотрена эко-аналитическая лаборатория контроля качества сточных вод. Это очень важное звено всего технологического процесса. Именно здесь на каждом этапе эксперты дают оценку воде, которая по завершению всех этапов должна стать полностью биологически очищенной.

Подобные очистные сооружения сегодня есть в каждом районе Сочи. Общая производительность таких предприятий составляет 267,2 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. После завершения многоступенчатого цикла очищенные сточные воды уходят в Чёрное море через шесть глубоководных выпусков. В таком виде они полностью безопасны для окружающей среды.

В местах сброса очищенных сточных вод также ведётся лабораторный мониторинг. Будущая модернизация сделает этот процесс ещё экологичнее.

Помимо работ на инженерных сетях, специалисты усовершенствуют в соответствии с последними разработками и систему очистки. Также изменения поэтапно коснутся ещё ряда различных систем, которые должны быть полностью безопасными для окружающей среды.

Как ранее сообщалось, на модернизацию очистных сооружений выделено 35 миллиардов рублей из бюджетов всех уровней.

Модернизация будет вестись комплексно. Ей подвергнутся инженерные сети, сооружения решеток, песколовков, отстойники, отделения аэротенков, доочистки и обеззараживания, а также цех механического обезвоживания осадка.

Будет проведена работа и по снижению выбросов неприятных запахов в атмосферу. Это станет возможным благодаря вводу в эксплуатацию цеха газовой очистки воздуха с плазмекаталитической установкой.

Современная технология разработана для очистки воздуха на космических кораблях и на данный момент, является одной из самых эффективных и экономичных.

На данный момент происходит формирование перечня технологических усовершенствований, которые планируется включить в инвестиционную программу на ближайшие годы.

### 3.2 Проблемы эксплуатации сооружений очистки сточных вод и их решения

Для качественной очистки сточных вод требуется не только оснащение очистных станций высокотехнологическим оборудованием, в том числе предназначенным для биологической очистки сточных вод, но и высококвалифицированный персонал, знающий все основы биохимических процессов, особенности методики очистных процессов и инженерных особенностей всех блоков сооружений.

Благодаря этому, повышается уровень управления и эксплуатации



очистных предприятий, в том числе, своевременное и грамотное принятие оперативных решений, что в свою очередь значительно повышает качество проводимых работ и обеспечивает очищение сточных вод до значений показателей, прописанных в СанПин и в проекте. При этом, грамотная эксплуатация позволяет избежать нештатных ситуаций и свести до минимума риск возникновения аварийных ситуаций.

Расположение очистного предприятия ОСК «Адлер» в достаточно сложных орографических и климатических условиях, при проведении работ обуславливает особое внимание уделять климатическим параметрам, что связано не только с оборудованием, но и чувствительностью многих микроорганизмов к температурному режиму.

Особенно, чувствителен к температурному режиму активный ил, который является конгломератом, состоящим из разнообразных видов микроорганизмов, причем, каждый вид по – разному реагирует на химический состав сточных вод, и особенно чувствителен к температурному и влажностному режимам окружающих воздуха.

Оптимальными температурами для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов, представляющих ил являются пределы от 10 °С до 20°С, в случае если температура в аэротенках превышает 25 °С, растворение кислорода в воде, являющегося очень важным для жизнедеятельности микроорганизмов значительно замедляется, вследствие нехватки которого происходит вспухание ила, который затем всплывает на поверхность и далее образует пену.

В основном вспухание ила обусловлено недостатком кислорода, приводящем к нарушению условий в аэротенках и находящийся там ил начинает приспосабливаться к новым условиям, переходя на более низшую степень развития, но более устойчивую к новому состоянию.

При этом, от активного ила начинает отделяться какая-то часть, имеющая малый удельный вес по сравнению с основной массой ила и водой, что обуславливает всплывание пены на поверхность, которая на поверхности воды быстро занимает большую площадь. Выделяющийся при этом в виде пузырьков

газ, прикрепленный к илу также вынуждает подниматься на поверхность активный ил.

Данная ситуация оказывает большое влияние на работу очистительных систем, нарушая их эксплуатацию, что обуславливает ухудшение свойств очищенных вод в отношении показателей по взвешенным веществам и БПК кислорода. При этом, нередко в море попадают частица активного ила.

Поэтому, на сегодняшний день, важным является своевременно провести очистительные работы по удалению пены и вспухания активного ила. Для этого необходимо провести следующие мероприятия:

Необходимо проводить наблюдения за стабильностью кислорода содержания, и в случае, если отмечаются сильные колебания в поступлении органических веществ до значений БПК и ХПК более  $\pm 70\%$  необходимо увеличить количество поступающего активного ила на 50%.

Также в аэробных зонах необходимо проводить наблюдения за концентрацией растворенного кислорода, при этом, необходимо учитывать, что его концентрация не должна опускаться ниже 1,0 мг/л, что является оптимальным. В случае выявления отклонений, необходимо увеличить мощность аэрационной системы до необходимых значений.

На жизнедеятельность активного ила оказывает влияние и значения рН, которые являются оптимальными для жизнедеятельности микроорганизмов при значениях около 6,0–6,5. В случае, если значение рН начинает понижаться, его необходимо отрегулировать до оптимальных.

Отрицательное воздействие на активный ил оказывает и недостаточная нагрузка, поэтому, при снижении объемов сточных вод соответственно необходимо снижать количество находящегося в аэротенках активного ила.

Также учитывают отношение БПК полн к азоту аммонийных солей и фосфору, при этом, если отмечается отношение более чем 100 : 5: 1, необходимо перезагрузить систему, контролирующую поступление в систему азота и фосфора.

В случае, если в очистную систему поступают сточные воды, содержащие

большое количество нефтесодержащих продуктов или других токсических веществ высокого класса опасности необходимо в кратчайшие сроки увеличить количество подаваемого в систему воздуха, что позволит содержащийся в аэротенках кислород иметь нормальную концентрацию в пределах около 1,5 - 2,0 мг/л, при этом, активный ил, имеющийся в аэротенке в большом количестве начнет быстро расходоваться.

Более современным методом очистки сточных вод считается привлечение вместо активного ила нитчатых бактерий, рода *Beggiatoa* и *Thiothrix*, которые отличаются повышенным ростом, особенно при высоких концентрациях сероводорода [13, с.34].

При этом, важным является, что низкие концентрации растворенного кислорода не оказывают ингибирующего влияния на нитчатые бактерии этого рода, что является значительным преимуществом использования данных бактерий вместо активного ила.

Нередко, поступающие сточные воды насыщены летучими жирными кислотами и продуктами восстановленных соединений серы – сульфидов и тиосульфатов, являющимися продуктами брожения, которые создают достаточно благоприятные условия для размножения микроорганизмов, что приводит к их быстрому разрастанию.

С целью снижения уровня разрастания данных бактерий требуется увеличить количество поступающей хлорной извести, если же отмечается начало процесса вспухания ила одновременно вводят большую дозу хлора в количестве 2–3 мг/л на 1000 мг/л, что обеспечит хлорирование возвратного ила.

В случае, если количество бактерий брожения очень велико необходимо увеличить единовременное введение хлора в количестве 8–10 мг/л на 1000 мг/л. Данная процедура необходима, чтобы избежать пенообразование активного ила, который является опасным для работы очистной системы на любом этапе очистки.

При этом, в случае большого пенообразования может наблюдаться полное нарушение технологических очистных процессов, заключающееся в

осаждении сточных вод во вторичных отстойниках или даже выноса неочищенных вод в естественные водоемы.

На процесс пенообразования оказывает влияние медленный рост нитчатых бактерий рода *Nocardia* и *Microthrix parvicella*. *Parvicella*, для которых оптимальные условия складываются при низкой концентрации растворенного кислорода и наличие в сточной воде трудноразлагаемых соединений [25, с.114].

При таких условиях нитчатые бактерии рода *Nocardia* разрастаются в виде длинных нитей, которые имеют поверхность тела гидрофобного вида, что придает им легкость относительно плотной воды и они всплывают на поверхность, захватывая с собой частицы активного ила.

При этом, бактерии рода *Nocardia* нередко выделяют поверхностно-активные вещества, усиливающие пенообразование, при этом пена, которую они образуют, имеет насыщенный коричневый цвет и является достаточно плотной и тяжелой [12, с.33].

Образование пены бактериями рода *Nocardia* начинается еще в каналах возвратного активного ила или анаэробных зонах аэротенков, и только потом пена попадает в систему биологической очистки сточных вод, включая аэрируемые зоны сооружений и вторичные отстойники, поверхность которых практически полностью покрывается вынесенной пеной.

В отличие от пены, образованной бактериями рода *Nocardia*, пена, образованная бактериями *Microthrix parvicella*, более густая и маслянистая, на ее поверхности практически никогда не образуется корка, что обусловлено ее повышенной маслянистостью.

Чаще всего к образованию пены нитчатыми бактериями рода *Nocardia* и *Microthrix parvicella* приводят следующие условия:

В аэротенках наблюдается недостаточная нагрузка на активный ил по органическим соединениям. В случае если значение БПК полн к ГБВАИ опускается до значений ниже 80–100 мг начинается вспухание ила и дальнейшее пенообразование.

В аэротенках в аэробных зонах наблюдается снижение концентрация

растворенного кислорода до значений ниже 0,6–0,8 мг/л.

Поступающие сточные воды бедны биогенными веществами, поэтому при их недостатке необходимо учитывать отношение БПК полн к азоту аммонийных солей, причем разница их соотношения может составлять более 20 единиц, а отношение БПК полн к фосфору может составлять более 100 единиц.

Теплый период года с апреля по октябрь включительно при достижении температуры воздуха значений выше 20°С поступающие на очистные сооружения сточные воды могут отличаться по температурному режиму, что является дополнительной причиной пенообразования в этот период года [21, с.41].

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию пенообразования являются следующие:

Чаще всего применяют метод связанный со снижением возраста активного ила, причем, если в очистных сооружениях применяют технологии, основанные на окислении органических соединений, возраст активного ила снижают до значений 3–5 сут. В случае, если применяют технологии нитрификации возраст ила необходимо снижать до значений 7–9 сут.

При низких нагрузках на ил по органическим соединениям обычно уменьшают количество активного ила или увеличивают концентрацию растворенного кислорода до значений 1,5–2,5 мг/л.

Еще одним эффективным методом, в случае недостаточного количества биогенных веществ является их дозирование.

Нередко, в аэротенках – смесителях создают дополнительные конструкции в виде селекторов или добавляют в очистительную систему пеногасители, или орошают пену сильным раствором хлорной извести.

Также действенным является механический способ удаления пены.

В случае, если в очистных системах в зоне вторичных отстойников произошло всплывание активного ила на поверхность, что чаще всего обусловлено микробиологическими процессами, которые развились в скопившемся на дне отстойника слое ила и вследствие выделения азота,

активный ил поднялся на поверхность отстойника необходимо провести определенный ряд мероприятий:

В первую очередь количество возвратного активного ила и его расход доводят до значений, заложенных при проектировании очистной станции.

Скопившийся на дне вторичного отстойника слой ила необходимо уменьшить до уровня не более 0,2 м.

Увеличить концентрацию растворенного кислорода до значений, чтобы на выходе из аэротенков БПК полн было не менее 2,5 – 3,0 мг/л.

Чаще всего в сооружениях биологической очистки сточных вод причиной, обуславливающей начало процессов приводящих к вспуханию активного ила являются сточные воды промышленного типа, которые попадают в аэротенки вследствие нарушения технологических процессов. Второй причиной может быть нарушение технологических процессов очистки бытовых сточных вод на этапе предшествующем биологической очистке.

При этом, бывают случаи, когда вспухание и пенообразование активного ила приводят к полному нарушению технологических очистных процессов, в том числе, происходит осаждение сточных вод во вторичных отстойниках, причем в сточных водах отмечается резкое увеличение содержания взвешенных частиц и органических веществ.

В случае сильного процесса, протекающего стремительно, плохо очищенные воды, содержащие взвешенные вещества и активный ил, выносятся в естественные водоемы.

Предотвратить процесс пенообразования на очистных сооружениях возможно, если своевременно проводить исследования с использованием микроскопирования активного ила, что позволяет идентифицировать развитие процесса пенообразования и исследовать главные причины образования пены.

Также на очистных предприятиях необходим постоянный оперативный контроль за качеством и состоянием активного ила, благодаря которым появляется возможность своевременного принятия решений с целью предотвращения развития процесса пенообразования и вспухания.

Рекомендации. На очистных предприятиях оперативный контроль за качеством и состоянием активного ила относится к сложному и трудоемкому процессу. При этом, нередко, именно быстрота и своевременность принятия решений по предотвращению и развитию процесса пенообразования и вспухания являются наиболее важными. Поэтому можно предложить при проведении модернизации ОСК «Адлер» и других очистных сооружений подобного типа внедрение современных технологий контроля, а именно – установку программного обеспечения слежения за процессами, происходящими в аэротенках.



## Заключение

При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду.

К числу таких решений относятся: применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки.

Очистная станция ОСК «Адлер» является одной из самых современных в Российской Федерации, оснащенная высокотехнологическим оборудованием, принимающая более 50 м<sup>3</sup>/сутки различных стоковых вод со всего Адлерского района, протянувшегося от границы с Абхазией до ж/д вокзала.

По результатам проведенной работы по анализу степени очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации «Адлер» можно сделать выводы:

1. Комплекс ОСК «Адлер» можно отнести к современным технологически оснащенным предприятиям.

2. В настоящее время степень очистки сточных вод на ОСК Адлер соответствует нормативам СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов».

3. Анализ возрастания рекреационной нагрузки на городской территории района Адлер и химический состав очищенных вод показал, что предприятие работает на пределе своих возможностей.

4. В августе 2023 г. в период максимальной нагрузки очистка по аммонийному азоту достигла 93,3% от максимально допустимого значения по СанПиН 2.1.5.980-00; по нитритам - 97%; по фосфатам – 97,1%; по нитратам – 95,6%.

Рекомендации. На очистных предприятиях оперативный контроль за качеством и состоянием активного ила относится к сложному и трудоемкому процессу. При этом, нередко, именно быстрота и своевременность принятия

решений по предотвращению и развитию процесса пенообразования и вспухания являются наиболее важными.

Поэтому можно предложить при проведении модернизации ОСК «Адлер» и других очистных сооружений подобного типа внедрение современных технологий контроля, а именно – установку программного обеспечения слежения за процессами, происходящими в аэротенках.

## Список использованной литературы

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. пособие / Ю. В. Воронов - М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2009. - 760 с.
2. Воронов, Ю.В., Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев - М.: АСВ: Изд-во МГСУ, 2006. – 704 с.
3. Гордин, И.В. Технологические системы водообработки / И.В. Гордин. - Л.: Химия, 1987, -264с.
4. Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие / А. Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2002 – 127 с.
5. Данилов-Данильян, В.И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / В.И. Данилов-Данильян. – М.: МНЭПУ, 1997. - 334 с.
6. Евилевич, М.А., Брагинский, Л.Н. Оптимизация биохимической очистки сточных вод / М.А. Евилевич. - Л., Стройиздат, 1989 – 160 с.
7. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. - М., Акварос, 2003 – 506 с.
8. Журба, М. Г, Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. - М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2010. - 288 с.
9. Зиятдинов, Н.Н. Системный подход к повышению эффективности биологической очистки промышленных сточных вод / Н. Н. Зиятдинов. - Казань, 2001. - 39с.
10. Игнатов, А.В. Эколого-экономические аспекты управления водопользованием / А.В. Игнатов, В.В Кравченко; А.Н. Антипов. – Иркутск: Изд-во Интагеографии СО РАН.- 2002. – 280 с.
11. Кадысева, А. А. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. пособие. / А. А. Кадысева. - Омск : Изд-во ОмГАУ, 2014. - 111 с.

12. Кадысева, А.А. Водоотведение и очистка сточных вод: справочный материал / А.А. Кадысева, Ю.В. Корчевская, В.В. Токарев. — ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2013. — 62 с.
13. Козлов, М. Н. Микробиологический контроль активного ила биореакторов очистки сточных вод от биогенных элементов / М.Н. Козлов, А.Г. Дорофеев, В.Г. Асеева. — Москва : Наука, 2012. — 79 с.
14. Кулагина, Т.А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие / Т.А. Кулагина. 2-е изд., перераб и доп. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. - 332с
15. Методика расчета нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты со сточными водами. - ФГУ «ЦЭКА» и Московский Государственный Университет природообустройства, 2004. – 65с.
16. Мозолевская, Е. Г. Экология, мониторинг и рациональное природопользование / Е.Г. Мозолевская. - М.: МГУП, 2010. - 249 с.
17. Никаноров, А.М. Справочник по гидрохимии / А.М. Никаноров. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 296 с.
18. Официальный сайт МУП «Водоканал» г. Сочи, Структура канализования [Электронный ресурс] - <https://www.mup-vodokanal-sochi.ru/about/water-treatment/treatment-structure>
19. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами - М., 1975 г –с.66.
20. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям. - 42 с.
21. СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы» – с. 13.
22. Сироткин, А.С. Современные технологические концепции аэробной биологической очистки сточных вод / А.С. Сироткин. - Казань, КазГУ, 2002. –

163с.

23. СНИП II-32-74. «Нормы проектирования. Канализация. Наружные сети и сооружения» / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 72 с.

24. СП 31.13330.2021 «СНИП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» - 161 с.

25. Третьев, В.И. Биотехнология очистки воды / В.И. Третьев, Н.М. Павловец. – СПб., 2003. -272 с.

26. Харламов, В.К. Расчет очистных сооружений сточных вод промышленных предприятий: / В.К. Харламов, Е.В. Козюлина. – Иваново, 2009.-96 с.

27. Яковлев, С.А. Водоотведение и очистка сточных вод / С.А. Яковлев, Ю.В. Воронов. - М.; АСВ, 2002. - 704 с.