

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

Байтукаева Дамира Маулетовна

Разработка проекта реконструкции станции биологической очистки сточных  
вод г. Актау

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

Специальность 5В080500 – «Водные ресурсы и водопользование»

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева

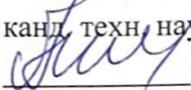
Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой ИСиС

канд. техн. наук, ассоц. проф.

 Алимова К.К.

“10” мая 2019г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

На тему: «Разработка проекта реконструкции станции биологической очистки  
сточных вод г. Актау»

по специальности 5В080500 – «Водные ресурсы и водопользование»

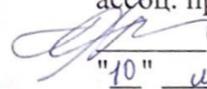
Выполнила

Байтукаева Д.М.

Руководитель

канд. техн. наук,

ассоц. проф.

 Сидорова Н.В.

“10” мая 2019г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой ИСиС  
канд. техн. наук, ассоц. проф.  
 Алимова К.К.  
"30" мая 2019г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Байтукаевой Дамире Маулетовне

Тема: Разработка проекта реконструкции станции биологической очистки сточных вод  
г. Актау

Утверждена приказом Ректора Университета №1210-б от "30" октября 2018 г.

Срок сдачи законченной работы "30" апреля 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Климатические условия, место расположения  
станции, расход сточных вод; БПК<sub>полн</sub> в сточной воде поступающей на очистку.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) технологическая часть; б) схема очистки канализационного сооружения; в) расчеты  
аэротенка, метантенка; г) технология строительства объектов водопользования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1) рекомендуемая технологическая схема очистки сточных вод г. Актау; 2) технологическая  
схема канализационных очистных сооружений г. Актау; 3) схема первичного радиального  
отстойника; 4) схема аэротенка; 5) канализационная насосная станция.

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований.

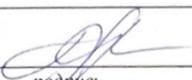
**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Основная часть	12.02.2019-30.03.2019	
Технологическая часть	01.04.2019-16.04.2019	
Технология строительства объектов водопользования	16.04.2019-30.04.2019	

**Подписи**  
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

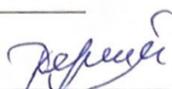
Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технологическая часть	Н.В. Сидорова канд. техн. наук, ассоц. профессор	10.05.2019	
Технология строительства объектов водопользования	Н.В. Сидорова канд. техн. наук, ассоц. профессор	10.05.2019	
Нормоконтролер	А.Н. Хойшиев канд. техн. наук, лектор	10.05.2019	

Руководитель

  
подпись

Сидорова Н.В

Задание приняла к исполнению обучающаяся

  
подпись

Байтукаева Д.М

Дата

"10" мая 2019 г.

**АНДАТПА**

Сумен жабдықтау және су бұру жүйелері өнеркәсіптік кәсіпорындардың үзіліссіз жұмысын қамтамасыз етіп, тұрғындар үшін қазіргі заман талаптарына сай келетін өмір сүру жағдайларын қамтамасыз ететін маңызды компоненттер болып табылады.

Ақтау қаласының канализация жүйесіне, ағынды сулар қабылдағышының жұмыс тиімділігіне баға берілді.

Ағынды суларды тазартудың ең тиімді технологиясын таңдау бойынша жұмыс жүргізілді, тұрмыстық ағынды суларды тазарту үшін ағынды суларды тазарту қондырғыларын қайта құру үшін тиімді технологиялар ұсынылды.

Тордың, аэротенктің және метантенктің параметрлері есептелді.

## **АННОТАЦИЯ**

Системы водоснабжения и водоотведения являются важными составляющими, обеспечивающими бесперебойность работы промышленных предприятий и создание для населения бытовых условий, отвечающих современным требованиям.

В представленной работе проанализировано состояние существующих очистных сооружений биологической очистки станции Аэрации.

Дана оценка существующей системе канализации предприятия, эффективности работы приемников сточных вод.

Выполнена работа по выбору наиболее эффективной технологии очистки сточных вод, предложены эффективные технологии при реконструкции водоочистных сооружений для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

Выполнен расчёт аэротенка и метантенка .

## **ABSTRACT**

Water supply and drainage systems are important components that ensure the uninterrupted operation of industrial enterprises and the creation of living conditions for the population that meet modern requirements.

In the presented work the data of existing treatment facilities of biological clearing of station of Aeration is collected.

The estimation is given existing system of the water drain of the enterprise, overall performance of receivers of sewage.

The assessment of the existing sewage system of the enterprise, the efficiency of the wastewater receivers is given. Work has been done on the selection of the most efficient wastewater treatment technology; effective technologies have been proposed for the reconstruction of wastewater treatment plants for the treatment of domestic wastewater.

Work for choice the most effective technology of sewage treatment is executed. Calculation aerotank is executed.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>В ВЕДЕНИЕ</b>	7
1 Основная часть	8
1.1 Общие сведения о предприятии	8
1.2 Географо-климатическая характеристика района расположения предприятия	8
1.3 Водоснабжение и водоотведение	10
1.4 Краткая характеристика сооружений и поступающих стоков на очистки	11
2 Технологическая часть	14
2.1 Сооружения механической очистки сточных вод	14
2.2 Расчет параметров аэротенка	16
3 Технология строительства объектов водопользования	26
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	29
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>	30
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	31

## **ВВЕДЕНИЕ**

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление свежей воды.

На территории Казахстана построено множество очистных сооружений, использующих традиционные технологии, многие из которых в настоящее время подлежат совершенствованию для соответствия современным требованиям очистки.

Низкая степень очистки на таких установках приводит к загрязнению природных источников, куда сбрасываются воды после очистки, а также препятствует возможности их использования для хозяйственных нужд.

Одним из направлений работы по охране и рациональному использованию водных ресурсов является усовершенствование существующих технологических процессов с целью повышения качества очистки сточных вод.

Это позволит использовать очищенную воду повторно, в частности для полива, а также будет способствовать сохранению экологии водных бассейнов, в нашем случае - Каспийского моря.

Целью данного проекта является совершенствование существующей установки по очистке сточных вод г. Актау, в частности, увеличение ее производительности и повышения эффективности биологической очистки.

## **1 Основная часть**

## 1.1 Общие сведения о предприятии

ГКП «Каспий жылу су арнасы» является субъектом естественных монополий по регулируемым видам деятельности: транспортировка тепловой энергии, питьевой, технической и горячей воды от энергоснабжающей организации (ТОО «МАЭК-Казатомпром») к потребителям, а также водоотведение для жилых и общественных зданий города.

Предприятие работает в области тепловой, водохозяйственной и канализационной систем жизнеобеспечения местной инфраструктуры.

По роду своей основной деятельности предприятие осуществляет:

- тепловодоснабжение объектов жилищного, коммунально-бытового и промышленного назначения;
- техническое обслуживание инженерных сетей тепловодоснабжения;
- производство и реализация доочищенной воды;
- эксплуатация и ремонт канализационных насосных станций и очистных сооружений города;
- оказание услуг населению, организациям и предприятиям, связанных с деятельностью предприятия.

Стоящие задачи предприятие решает в полном объеме, обеспечивая потребителей теплом, водой и отведением стоков.

С каждым годом возрастает количество коммуникаций, нуждающихся в капитальном ремонте и полной их замене.

За 2017 год объемы производства составили:

- питьевая вода-7791,5 тыс.м<sup>3</sup>, при плане 7459,02 тыс.м<sup>3</sup>, увеличение в связи с переходом потребителей на использование питьевой воды вместо технической, а также увеличением потребителей в целом.
- техническая вода-2173,51 тыс.м<sup>3</sup>, при плане 3668,26тыс.м<sup>2</sup>, уменьшение в связи с переходом потребителей на питьевую воду.
- горячая вода-1877,32 тыс.м<sup>3</sup>, при плане 3252,66тыс.м<sup>3</sup>, уменьшение в связи с сокращением потребления и нераспределенными объемами.
- тепло-746,86 тыс.Гкал, при плане 800,34 уменьшение в связи с сокращением потребления и нераспределенными объемами
- водоотведение -10945,86 тыс.м.<sup>3</sup>, при плане 14379,94 тыс.м<sup>3</sup>, уменьшение в связи с сокращением объемов.

## 1.2 Географо-климатическая характеристика района расположения предприятия

*Климат.* Климатический район полуострова Мангышлак, географическое положение, условия атмосферной циркуляции и соотношение площади прилегающей акватории моря являются основными климатообразующими факторами рассматриваемой территории .

В качестве показательных для характеристики метеоусловий выбраны ближайшие метеорологические станции - Форт-Шевченко, о. Кулалы, п. Кызан.

Климат рассматриваемого района формируется под влиянием арктических, иранских и туранских воздушных масс. В холодный период года над территорией господствуют воздушные массы, поступающие от западного отрога сибирского антициклона, в теплый период года они сменяются континентальными туранскими и иранскими воздушными массами. Под влиянием этих масс формируется резко континентальный, засушливый климат. Теплые атлантические воздушные массы почти не оказывают влияния на увлажнение территории [1].

Основными характерными чертами данного климата являются: преобладание антициклональных условий в течение года, значительные амплитуды температуры воздуха как в годовом цикле, так и суточном, жесткий ветровой режим и дефицит осадков. Континентальность климата несколько смягчается на побережной полосе под влиянием Каспийского моря.

*Температурный режим.* В целом климат области характеризуется холодной зимой и продолжительным, сухим, жарким летом.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10 С составляет на большей части территории Мангистауской области от 180 до 200 дней в году. В суточном ходе температуры воздуха отмечается один максимум, который наступает около 13 часов. По мере удаления от берега он может сдвигаться на 1-2 часа в связи с ослаблением влияния Каспия. Наибольшими внутрисуточными колебаниями температуры отличаются летние месяцы, наименьшими - зимние. Характеристика температурного режима северного побережья полуострова Бузачи, приведены в таблице А.1.

*Ветровой режим.* Восточное побережье Северного Каспия выделяют как единый район с характерными особенностями ветрового режима. Влияние сибирского максимума и большие ровные пространства к востоку от Северного Каспия определяют сезонную изменчивость направлений воздушных переносов.

Влияние Каспийского моря существенно сказывается в сезонной смене преобладающих направлений ветра. Преобладающее направления ветров: в холодное время господствуют ветры восточного и юго-восточного румбов, в теплое время года - северного и северо-западного румбов. Это объясняется тем, что зимой воды Каспия охлаждаются меньше, чем прилегающие степи и полупустыни, в связи с этим увеличивается перенос более холодных воздушных масс в сторону моря. В это время преобладают восточные и юго-восточные ветры. Среднегодовые скорости составляют 5-7 м/сек. Максимум скорости ветра выделяется в зимние месяцы и минимум летом. Зимой преобладают восточные и юго-восточные ветра. Высокая повторяемость ветров восточных румбов сохраняется в весенний и осенний периоды.

В таблице А.2 приводится повторяемость различных направлений скорости ветра по направлениям на ближайших метеорологических станциях.

*Осадки.* Режим осадков в значительной мере зависит от взаимодействия различных по происхождению воздушных масс с рельефом побережья. Рассматриваемый регион отличается большей засушливостью, что связано с малой доступностью для влажных атлантических масс воздуха, являющихся основным источником осадков [1,2].

*Гидрогеология.* Гидрогеологические условия территории определяются наличием Каспийского моря. Средняя глубина моря в прибрежной части составляет от 1 до 5м, уровень воды в море испытывает циклические колебания. В настоящее время после продолжительного повышения отмечается постепенный спад уровня моря, который в зависимости от сезона года колеблется в пределах -26,7м -27,4м.

В настоящий момент все локальные понижения рельефа перекрыты автодорогой Каламкас - Актау, выполняющей роль защитной дамбы, с шириной основания 12м и высотой около 2м, которая проложена большей частью по возвышенной части побережья с преобладающими высотными отметками -21м, наименьшие проектные отметки автодороги составляют - 24,1 - 24,3м. Дамба выполняет защитную функцию от возможного затопления всех объектов месторождений, расположенных в Мангистауской области [2].

В гидрогеологическом отношении описываемый район относится к Бузачинскому артезианскому бассейну, где по приуроченности к определенным литолого-стратиграфическим образованиям получили распространение как напорные, так и грунтовые водоносные горизонты и комплексы в отложениях от четвертичного до пермотриасового возраста [3].

На рисунке А.1 представлена карта-схема месторасположения предприятия.

### **1.3 Водоснабжение и водоотведение**

Регион расположен в полупустынной зоне, водные ресурсы крайне ограничены. Освоение природных богатств области, создание достаточных условий для интенсивного развития экономики требуют большого количества качественной воды.

На сегодняшний день водообеспечение Мангистауской области осуществляются из трех источников и в 2016 году общий объем водопотребления составил 41,6 млн.м<sup>3</sup>/год(114,0 м<sup>3</sup>/сутки).

*1) Опресненная морская вода.*

- ТОО «МАЭК-Казатомпром» – 18,5 млн.м<sup>3</sup>/год - (50,685 м<sup>3</sup>/сутки)

Основными потребителями являются - город Актау, Тупкараганский район.

- ТОО «Опреснительный завод Каспий» – 2,4 млн.м<sup>3</sup>/год - (6,575 м<sup>3</sup>/сутки);

Основные потребители - Мунайлинский и Каракиянский районы.

*2) Подземные месторождения воды* – 4,21 млн.м<sup>3</sup>/год -(11,534 м<sup>3</sup>/сут).

Основные потребители – город Жанаозен, Мангистауский, Бейнеуский и Тупкараганский районы.

3) *Волжская вода* подаваемая водоводом «Астрахань-Мангышлак» АО «КазТрансОйл» – 16,49 млн.м<sup>3</sup>/год – (45,178 м<sup>3</sup>/сутки).

Основными потребителями являются – город Жанаозен, Мангистауский, Бейнеуский и Каракиянский районы, нефтяные компаний.

Системами водоотведения и очистки сточных вод оборудованы только города Актау и Жанаозен. Сети канализации эксплуатируются более 30 лет и имеют уровень износа 80 %, канализационные насосные станции – 80%, очистные сооружения канализации 90 %.

Доступ населения к централизованному водоотведению по городам составляет 87,3%. В условиях отсутствия в регионе природных источников пресной воды в г.Актау осуществляется промышленное производство питьевой воды в большом масштабе использованием опреснения воды Каспийского моря.

Актаускую питьевую воду можно квалифицировать как искусственную, приготовленную на базе дистиллята и минерализованной воды. Дистиллят получают выпариванием морской воды в выпарных аппаратах, а минерализованную воду добывают из местного подземного месторождения Куюлус из глубины около 500 метров. Питьевая вода готовится на станции производства питьевой воды, где дистиллят смешивается с минерализованной водой, далее вода проходит механическую очистку, обогащение гидрокарбонатом кальция, сорбционную очистку березовым активированным углем, кондиционирование фторидом натрия, обеззараживание хлором, стабилизацию по рН содой и, наконец, подается в городскую сеть.

#### **1.4 Краткая характеристика сооружений и поступающих стоков на очистки**

Очистные сооружения предназначены для очистки канализационных стоков расположены в городе Актау, Мангистауской области.

Проектная производительность сооружений 72 000 м<sup>3</sup>/сут.

Методы очистки сточных вод: механический и биологический с доочисткой на фильтрах и с обеззараживанием.

Для перекачки сточных вод в тех случаях, когда их отведение самотёком невозможно используется канализационная насосная станция (КНС). КНС представляет собой целый комплекс гидротехнического оборудования и сооружений. Принцип работы такой станции заключается в том, что по трубопроводу стоки попадают в приемную (нижнюю) часть, где расположены насосные агрегаты. На трубопроводах насосных агрегатов установлены обратные клапаны, именно они не дают сточным водам попадать обратно в трубопровод. В нижней части КНС располагается корзина, удерживающая крупный мусор, чтобы он не попал в насос.

В городе Актау планируется реконструкция надземных КНС. По городу насчитывается 13 КНС, и четыре из них уже модернизированы. Раньше КНС были надземные и работали открытым способом. Современный КНС – подземный. Все оборудование, которое там работает, контролируется с диспетчерского пункта. Сигнал передается по радиоканалу, по которому определяется, какие потоки и насосы работают. Сейчас здесь работают два насоса – резервный и постоянный. КНС полностью компьютеризован, можно регулировать мощность потока, который идет на очистные сооружения.

Состав очистных сооружений и аппаратов приведена в таблице Б.1.

Техническая характеристика основного оборудования на очистных сооружениях г. Актау приведена в таблице В.1.

Часовые расходы колеблются от минимальных до максимальных значений – от 10 до 20% среднего суточного расхода. Количество сточных вод колеблется в зависимости от времени года, а также от будних и праздничных дней. Расходы сточных вод в зимнее время превышают летние расходы на 10%. Наименьшие расходы наблюдаются с 1 до 5 часов утра, а максимальные – 6-10, 9-10, 13-14 и 22-24 часов.

По данным эксплуатации среднемесячный приток сточных вод в течение 2017 года составил  $Q_{\text{ср}}=775\,050,9 \text{ м}^3/\text{мес}$  или  $Q_{\text{ср.сут}}=25\,835,03 \text{ м}^3/\text{сут}$  или  $q_{\text{ср.час}}=1076,46 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Коэффициент часовой неравномерности:

$$K_{\text{час}} = \frac{1456,3}{1076,46} = 1,4 ;$$

Коэффициент суточной неравномерности:

$$K_{\text{сут}} = \frac{28778,7}{25393,4} = 1,1 .$$

На рисунке Г.1 приведена существующая технологическая схема очистки сточных вод г. Актау.

Для обработки сточных вод применяют механическую, физико-химическую и биохимическую, или биологическую очистку. Очищенную сточную жидкость перед спуском в водоем подвергают дезинфекции для уничтожения болезнетворных бактерий [4].

Сущность биологической очистки состоит в окислении органических веществ микроорганизмами. Различают биологическую очистку сточных вод в условиях, близких к естественным (поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды), и в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки) [5,6].

Сточная жидкость проходит через решетку, предназначенную для задержания крупных загрязнений, песколовку, служащую для задержания тяжелых загрязнений минерального происхождения (песок, шлак и пр.),

отстойник, в котором осаждается основная масса органических загрязнений. Биологическая очистка осуществляется в аэротенках. Во вторичных отстойниках происходит выпадение активного ила. Часть активного ила из вторичных отстойников перекачивается в аэротенки (циркулирующий активный ил), а часть его (избыточный активный ил) передается в илоуплотнители. Сточная вода после вторичного отстойника поступает в смеситель, где происходит смешивание сточной жидкости с хлором, контактный резервуар, который служит для взаимодействия хлора со сточной жидкостью с целью ее дезинфекции, и затем сбрасывается в водоем.

#### *Первичные вертикальные отстойники*

-Лотки в распределительных чашах посажены на разные отметки. Разница в отметках днища лотков I очереди – 394 мм; II очереди – 26 мм; III очереди – 9 мм;

#### *Первичные радиальные отстойники*

- Разница в отметках лотков в распределительной чаше 24 мм;  
- Разница в отметках переливных кромок отстойников колеблется от 5 мм до 28 мм.

#### *Вторичные радиальные отстойники*

- Разница в отметках лотков распределительной чаше 3 мм.  
- Разница в отметках переливных кромок отстойников колеблется от 0 до 85 мм.

#### *Вторичные горизонтальные отстойники*

- Разница отметках переливных кромок одного отстойника достигает 50 мм, между отстойниками 64 мм.

Исполнительная съемка блока механической очистки КОС г. Актау по движению воды приведена на рисунке Д.1.

1) Разность в отметках днища лотков вертикальных отстойников: I очередь – 394 мм; II очередь – 256 мм; III очередь – 9 мм.

2) Разность в отметках днища лотков песколовков: I очередь – 135 мм; II очередь – 87 мм;

3) Разность в отметках днища лотков радиальных отстойников 24мм.

Горизонтальных 7, и радиальных 7\* обеззараживается (хлорируется) в 2-х ершовых смесителях, расположенных лотках. После контактных резервуаров 8 собирается в резервуаре  $W= 10\ 000\ \text{м}^3$  12 и насосами:

- подается на сооружения доочистки (фильтры), после фильтров 11 – резервуар  $W= 8\ 000\ \text{м}^3$  13, далее насосами – потребителям;

- отводится в хвостохранилище «Кошкар-Ата».

## **2 Технологическая часть**

### **2.1 Сооружения механической очистки сточных вод**

Механическая очистка производится для выделения из сточной воды находящихся в ней не растворимых примесей. Механическая очистка сточных вод производится на решетках, в песколовках и отстойниках.

Для задержания крупных загрязнений применяют процеживание воды через решетки и сита. Для выделения из сточной воды взвешенных веществ, частицы которых имеют большую и меньшую плотность, чем плотность воды, применяют отстаивание. Взвешенные частицы минерального происхождения, главным образом песок, выделяют из сточных вод путем осаждения в песколовках [12].

*Решетки.* Назначение: задерживать крупные отбросы (тряпки, палки и т.п.) попадание которых в очистные сооружения может вызвать засорение, закупорку отверстий, трубопроводов, каналов, а так же может помешать работе движущихся частей и вызвать их поломку.

#### *Описание технологического процесса.*

При прохождении стоков через решетки крупные отбросы задерживаются на стержнях. По мере накопления отбросов пропускная способность решеток снижается, перепад уровней жидкости в канале до и после решеток увеличивается. Нормой является 10-12 см. При увеличении перепада более 12 см отбросы удаляются. При количестве отбросов более 10 л/сут. предусматриваются решетки с механизированными граблями. На сооружениях очистки стоков допускается вместо дробления отбросов складировать их в контейнер и выносить на иловые площадки.

Для предотвращения заиливания каналов либо уноса крупных механических примесей на последующие сооружения скорость притока жидкости через решетки регулируется в пределах 0,65 – 1,0 м/с.

Техническая характеристика:

- Марка решетки – МГ-7Т;
- Ширина канала перед решеткой В = 1000 мм;
- Высота проточной части канала Н = 70 см;
- Производительность одной решетки по паспорту – 35тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Количество решеток – 3 шт, угол уклона решеток – 60°, толщина стержней – 8мм, число прозоров – 31 шт, ширина прозоров – 16 мм.

*Расчет решеток.*

Пропускная способность решеток определяется по формуле:

$$Q_{\text{час.}} = S \cdot \sin 60^\circ \cdot V \cdot 3600, \quad (2.1)$$

где S – площадь живого сечения потока между сторонами решетки;  
V – скорость стоков в прозорах решетки (0,65 +1 м/с).

$$Q_{\text{час.}} = 31 \cdot 0,016 \cdot 0,70 \cdot 0,99 \cdot 1 \cdot 3600 = 1237,4 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Суточная производительность решеток при фактическом наполнении канала и нормативной скорости притока составит:

$$Q_{\text{сут.}} = \frac{n \cdot Q_{\text{час.}} \cdot 24}{K_n}, \quad (2.2)$$

где  $n$  – количество решеток;  
 $K_n$  – коэффициент часовой неравномерности притока.

$$Q_{\text{сут.}} = \frac{3 \cdot 1237,4 \cdot 24}{1,5} = 58728,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

При сравнении с фактическим количеством стоков можно сделать вывод:

- пропускная способность решеток достаточна для очистки поступающего количества стоков от крупных загрязнений;
- диктующей является пропускная способность канала между приемной камерой и решетками, имеющего контруклон;
- отключение решеток (поочередно) для производства ремонтных работ возможно в любое время.

*Первичные отстойники.* Назначение: удаление из сточных вод взвешенных веществ, способных под действием силы тяжести оседать или всплывать.

В нерастворенных веществах бытовых сточных вод содержится до 80% органических и около 20% минеральных веществ. На оседание частиц влияет сила трения частицы о жидкость, зависящая от ее размеров и формы, скорости падения и вязкости среды. Эффект выпадения частиц взвеси в осадок в основном определяется исходной концентрацией взвешенных веществ в сточных водах и высотой сооружения для отстаивания. На процесс оседания влияют и другие факторы: реакция среды (рН), колебания температуры поступающей массы воды, неравномерность притока, наличие струйных явлений и завихрений при движении сточной воды в отстойниках [13].

Полностью все взвешенные вещества методом седиментации изъять из сточной воды невозможно: часть взвеси имеет плотность, равную плотности воды, не оседает и не всплывает. При простом отстаивании обычно удается задержать только 50% взвешенных частиц.

## 2.2 Расчет параметров аэротенка

Аэротенк относятся к сооружениям биологической очистки сточных вод в искусственно созданных условиях. Обычно они выполняются в виде длинных железобетонных резервуаров (коридоров) глубиной 3—6 м и шириной 6—10 м. Поступающая в аэротенк осветленная жидкость смешивается с активным илом.

Активный ил — это скопления микроорганизмов, способных сорбировать на своей поверхности органические загрязнения и окислять их в присутствии кислорода воздуха. Смесь осветленной сточной жидкости и активного ила по всей длине аэротенка продувается воздухом.

Из аэротенка смесь сточных вод с активным илом направляется во вторичный отстойник, где активный ил осаждается и затем возвращается в аэротенки. Этот ил носит название циркулирующего активного ила.

Для обеспечения устойчивой работы аэротенков устраиваются регенераторы – сооружения, в которых восстанавливается сорбирующая способность активного ила. Ил в регенераторах постоянно аэрируется. Под регенераторы обычно выделяют часть коридоров аэротенков. Существует ряд схем работы аэротенков. Кроме одноступенчатых аэротенков с регенерацией или без нее, работающих на полную или частичную очистку, применяются также аэротенки-смесители, аэротенки-отстойники двухступенчатые аэротенки и аэротенки со ступенчатой аэрацией.

Расчет аэротенков включает определение емкости и габаритов сооружения, объема требуемого воздуха и избыточного активного ила.

1) Продолжительность аэрации в аэротенках всех типов в часах [4]:

$$t = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i(1-s)\rho}, \quad (2.3)$$

где  $L_{en}$  – БПК<sub>полн</sub> поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л;

$L_{ex}$  – БПК<sub>полн</sub> очищенной воды, мг/л;

$a_a$  – доза ила, г/л; для аэротенков без регенераторов на полную и неполную очистку городских сточных вод при  $L_{en}$ , мг/л: до 100  $a = 1,2$ ; от 101 до 150  $a = 1,5$ ; от 151 до 200  $a = 1,8$ ; от 201 и более  $3 > a > 1,8$ ;

для аэротенков на полную минерализацию ила  $a = 5$ г/л; численное значение  $a_a$  рекомендуется принимать 1,5г/л.

$s$  – зольность ила в долях единиц, принимается по таблице Е.1;

$\rho$  – удельная скорость окисления, мг БПК<sub>полн</sub> на 1г беззольного вещества ила в 1ч, определяемая по формуле:

$$\rho = \rho_{max} \frac{L_{ex}C_0}{L_{ex}C_0 + K_1C_0 + K_0L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_a}, \quad (2.4)$$

где  $\rho_{max}$  – максимальная скорость окисления, мг/(г·ч), принимаемая по таблице Е.1;

$C_0$  – концентрация растворенного кислорода, мг/л;

$K_1$  – константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, мг БПК<sub>полн</sub>/л, и принимаемая по таблице Е.1;

$K_0$  – константа, характеризующая влияние кислорода, мгО<sub>2</sub>/л. по таблице Е.1;

$\phi$  – коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, л/г, принимаемый по таблице Е.1.

Для аэротенков с полной минерализацией  $\rho$  принимается равной 4мг БПК<sub>полн</sub> на 1г беззольного вещества в 1ч.

Так как по данным предприятия значения БПК<sub>полн</sub> отсутствуют, но есть значения БПК<sub>5</sub>, то БПК<sub>полн</sub> можно вычислить из отношения БПК<sub>полн</sub> = 1,47 БПК<sub>5</sub> [4].

$$\text{Тогда} \quad L_{en} = 1,47 \cdot 114,5 = 168,3 \text{ мг/л};$$

$$L_{ex} = 1,47 \cdot 10,8 = 16 \text{ мг/л}.$$

Так как значение БПК<sub>полн</sub> в сточной воде, поступающей на очистку, больше 150мг/л, то предлагаем аэротенк с регенератором.

$$\rho = 85 \cdot \frac{16 \cdot 2}{16 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 16} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 1,5} = 22,8 \text{ мг/(г} \cdot \text{ч)}$$

Тогда период аэрации в аэротенках равно:

$$t = \frac{168,3 - 16}{1,5 \cdot (1 - 0,3) \cdot 22,8} = 6,4 \text{ ч}$$

Так как среднегодовая температура сточных вод равна 18°C, то период аэрации будет равен:

$$t = 6,4 \cdot \frac{15}{18} = 5,3 \text{ ч}$$

При проектировании аэротенков с регенераторами подсчитывают отдельно время, необходимое для очистки воды, общее время окисления загрязнений и по разнице этих величин – время пребывания ила в регенераторе для окончания окислительных процессов переработки загрязнений.

2) Время, необходимое для очистки воды, ч:

$$t_a = \frac{2,5}{a_a^{0,5}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}, \quad (2.5)$$

$$t_a = \frac{2,5}{1,5^{0,5}} \lg \frac{168,3}{16} = 2,1 \text{ ч},$$

$$t_a = 2,1 \cdot \frac{15}{18} = 1,75 \text{ ч}.$$

3) Общее время окисления загрязнений, ч:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{\alpha \cdot a_r (1 - s) \rho}, \quad (2.6)$$

где  $a_a$  и  $a_r$  – дозы ила соответственно в аэротенке и регенераторе, г/л;  
 $\alpha$  – доля расхода циркулирующего ила от расчетного расхода сточных вод.

Численное значение  $a_r$  рекомендуется принимать равными 4г/л.

4) Доля расхода циркулирующего ила от расчетного расхода сточных вод:

$$\alpha = \frac{a_a}{a_r - a_a}, \quad (2.7)$$

$$\alpha = \frac{1,5}{4 - 1,5} = 0,6$$

Тогда общее время окисления равно:

$$t_0 = \frac{168,3 - 16}{0,6 \cdot 4 \cdot (1 - 0,3) \cdot 22,8} = 4ч$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{15}{18} = 3,3ч$$

5) Время пребывания ила в регенераторе для окончания окислительных процессов переработки загрязнений, ч:

$$t_r = t_0 - t_a, \quad (2.8)$$

$$t_r = 3,3 - 1,75 = 1,55ч$$

6) Объемы сооружений:

$$V_a = t_a (1 + \alpha) q_{расч}, \quad (2.9)$$

$$V_r = t_r \cdot \alpha \cdot q_{расч}, \quad (2.10)$$

$$V = V_a + V_r. \quad (2.11)$$

где  $q_{расч}$  – расчетный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;  
 $V_a$  и  $V_r$  – объем соответственно аэротенка и регенератора, м<sup>3</sup>;  
 $V$  – общий объем системы, м<sup>3</sup>.

$$q_{расч} = \frac{23270,6}{24} = 969,60 \text{ м}^3 / \text{час}$$

$$V_a = 1,75 \cdot (1 + 0,6) \cdot 969,60 = 2714,88 \text{ м}^3$$

$$V_r = 1,55 \cdot 0,6 \cdot 969,60 = 901,7 \text{ м}^3$$

$$V = 2714,88 + 901,7 = 3616,58 \text{ м}^3$$

7) Для системы аэротенков с регенератором расчетная продолжительность пребывания воды в системе [8]:

$$t = t_a(1 + \alpha) + t_r \alpha \quad (2.12)$$

$$t = 1,75 \cdot (1 + 0,6) + 1,55 \cdot 0,6 = 3,73 \text{ ч}$$

Это время может быть определено из формулы при значении  $a$ , равном средней концентрации или  $a_{ср}$  в сооружении, т.е.

$$a_{ср} = \frac{(a_a V_a + a_r V_r)}{V} \quad (2.13)$$

$$a_{ср} = \frac{1,5 \cdot 969,60 + 4 \cdot 901,7}{3616,58} = 2,12 / \text{л}$$

Тогда расчетная продолжительность пребывания воды в системе при  $a_{ср}$  составит:

$$t = \frac{168,3 - 16}{2,1 \cdot (1 - 0,3) \cdot 22,8} = 4,5 \text{ ч}$$

8) Прирост ила в аэротенках всех систем при очистке городских сточных вод в мг/л [8]:

$$P_i = 0,8 C_{\text{взв}} + K_g L_{en} \quad (2.14)$$

где  $C_{\text{взв}}$  – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л;

$K_g$  – коэффициент прироста; для городских и близких к ним по составу производственных сточных вод  $K_g = 0,3$ ; при очистке сточных вод в окситенках величина  $K_g$  снижается до 0,25.

Для аэротенков с полной минерализацией ила прирост ила принимают по формуле (2.16) с коэффициентом 0,7.

$$P_i = 0,8 \cdot 68,44 + 0,3 \cdot 168,3 = 105 \text{ мг/л} = 0,105 \text{ г/л}$$

9) Удельный расход воздуха  $q_{air}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> очищаемой воды, при пневматической системе аэрации определяют по формуле:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_0)}, \quad (2.15)$$

где  $q_0$  – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК<sub>полн</sub>, принимаемый при очистке до БПК<sub>полн</sub> 15 – 20 мг/л – 1,1; при очистке до БПК<sub>полн</sub> свыше 20 мг/л – 0,9; для полной минерализации – 2,2 мг/мг;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэрируемой зоны и аэротенка  $f_{az}/f_{at}$  по таблице Ж.1; для среднепузырчатой и низконапорной  $K_1 = 0,75$ ;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов  $h_a$  и принимаемый по таблице Ж.2; при  $h_a = 3$  м  $K_2 = 2,08$ ;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который определяют по формуле:

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20), \quad (2.16)$$

где  $T_w$  – среднемесячная температура воды в летний период, °С;

$K_3$  – коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод 0,85; при наличии СПАВ принимается в зависимости от величины  $f_{az}/f_{at}$  по таблице Ж.3; для производственных сточных вод – по опытным данным, при их отсутствии допускается принимать  $K_3 = 0,7$ ; по таблице Ж.3,  $K_3 = 0,64$ ;

$C_a$  – растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л, определяется по формуле:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T, \quad (2.17)$$

где  $C_T$  – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления, принимаемая по справочным данным 24;

$h_a$  – глубина погружения аэратора, м;

$C_0$  – средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л; в первом приближении  $C_0$  допускается принимать 2мг/л.

При  $T_w = 24^\circ\text{C}$   $K_T$  будет равно:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (24 - 20) = 1,08,$$

$$C_a = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 9,5 \text{ мг/л}$$

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (168,3 - 16)}{0,75 \cdot 2,08 \cdot 1,08 \cdot 0,64 \cdot (9,5 - 2)} = 20,7 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Площадь аэрируемой зоны для пневматических аэраторов включает просветы между ними до 0,3м.

10) Интенсивность аэрации  $J_a$ ,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , определяют по формуле:

$$J_a = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t}, \quad (2.18)$$

где  $H_{at}$  – рабочая глубина аэротенка, м;  $H_{at} = 5\text{м}$ ;  
 $t$  – период аэрации, ч.

$$J_{air} = \frac{20,7 \cdot 5}{4,5} = 23 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

Предлагаются следующие параметры аэротенка: объем аэротенка  $4000\text{м}^3$ : высота аэротенка 6м; длина – 45м; ширина – 15м.

**Метантенк.** В соответствии с рисунком И.1 метантенк представляет собой круглый или прямоугольный резервуар, служащий для сбраживания осадка из отстойников (первичных и вторичных) и избыточного активного ила.

Для интенсификации процесса разложения осадка его подогревают и перемешивают. Подогревать осадок можно острым паром, впускаемым в метантенк с помощью эжектора, паром, вводимым во всасывающую трубу насоса, который подает осадок в метантенк, и горячей водой, циркулирующей по уложенным внутри метантенка и в теплообменниках змеевикам.

Процесс разложения органического вещества осадка протекает в метантенках так же, как и в септической камере двухъярусного отстойника, но с большей интенсивностью благодаря подогреву и перемешиванию.

Выбор режима сбраживания производится на основании технико-экономических расчетов, санитарно-эпидемиологических требований и метода дальнейшей обработки осадка.

Метантенки применяются для сбраживания осадков бытовых и производственных сточных вод. В метантенки поступает уплотненный избыточный ил из уплотнителей, а также осадок из первичных отстойников и контактных резервуаров.

Расчет метантенков производится в следующем порядке:

Суточное количество сухого вещества в осадке и активного ила, образующихся на станции, определены по следующим формулам:

$$Q_{\text{сух}} = \frac{K_{\text{см}}^{\text{вс}} \cdot \Theta \cdot k}{1000 \cdot 1000} \cdot Q_{\text{сут}}, \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{сух}} = \frac{304 \cdot 0,7 \cdot 1,2}{1000 \cdot 1000} \cdot 23270,6 = 6 \text{ т/сут},$$

$$I_{\text{сух}} = \frac{P_i - b}{1000 \cdot 1000} \cdot Q_{\text{сут}}, \quad (2.20)$$

$$I_{\text{сух}} = \frac{149,7 \cdot 12}{1000 \cdot 1000} \cdot 23270,6 = 3,2 \text{ т/сут},$$

где  $\Theta$  – эффективность задержания взвешенных веществ в первичных отстойниках;  $\Theta = 70\%$ ;

$k$  – коэффициент, учитывающий увеличение объема осадка за счет крупных фракций взвешенных веществ, не улавливаемых при отборе проб для анализа; согласно [9]  $k = 1,2$ ;

$P_i$  – прирост активного ила, мг/л;

$b$  – вынос активного ила из вторичных отстойников, мг/л.

Количество беззольного вещества осадка и активного ила:

$$Q_{\text{без}} = \frac{Q_{\text{сух}} \cdot (100 - B_2) \cdot (100 - 3_{\text{ос}})}{100 \cdot 100},$$

$$Q_{\text{без}} = \frac{6 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{100 \cdot 100} = 1,9 \text{ т/сут},$$

$$I_{\text{без}} = \frac{I_{\text{сух}} \cdot (100 - B_2) \cdot (100 - 3_{\text{ил}})}{100 \cdot 100},$$

$$I_{\text{без}} = \frac{3,2 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 25)}{100 \cdot 100} = 2,2 \text{ т/сут};$$

где  $B_r$  и  $B_r'$  – гигроскопическая влажность осадка и уплотненного избыточного ила;  $B_r = B_r' = 5\%$ ;

$Z_{ил}$  и  $Z_{ос}$  – зольность сухого вещества осадка и избыточного активного ила;

$$Z_{ил} = 25 \%, Z_{ос} = 30 \%$$

Расход сырого осадка и избыточного активного ила, м<sup>3</sup>/сут:

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot Q_{сyx}}{(100 - W_{ос}) \cdot \rho_{ос}}, \quad (2.20)$$

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot 6}{(100 - 94) \cdot 1} = 100 \text{ м}^3/\text{сут};$$

где  $W_{ос}$  – влажность сырого осадка из первичных отстойников, %;  
 $\rho_{ос}$  – плотность осадка.

$$V_{ил} = \frac{100 \cdot I_{сyx}}{(100 - W_{ил}) \cdot \rho_{ил}}, \quad (2.21)$$

$$V_{ил} = \frac{100 \cdot 3,2}{(100 - 97) \cdot 1} = 106,7,$$

где  $W_{ил}$  – влажность уплотненного в илоуплотнителях избыточного активного ила, %;

$\rho_{ил}$  – плотность уплотненного избыточного ила.

Общий расход осадков на станции:

– по сухому веществу

$$M_{сyx} = Q_{сyx} + I_{сyx} = 6 + 3,2 = 9,2 \text{ т/сут},$$

– по беззольному веществу

$$M_{без} = Q_{без} + I_{без} = 1,9 + 2,2 = 3,1 \text{ т/сут},$$

– по объему смеси фактической влажности

$$M_{общ} = V_{ос} + V_{ил} = 100 + 106,7 = 206,7 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средние значения влажности смеси и зольности, %:

$$B_{см} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{M_{сyx}}{M_{общ}} \right) = 100 \cdot \left( 1 - \frac{9,2}{206,7} \right) = 96\%$$

Суточная доза загрузки осадка в метантенк, согласно [10]  $d = 19 \%$  (так как принят термофильный режим сбраживания осадка с  $T = 53^\circ\text{C}$ ).

Требуемый объем метантенков:

$$W_{\text{мет}} = \frac{M_{\text{общ}} \cdot 100}{d},$$
$$W_{\text{мет}} = \frac{206,7 \cdot 100}{19} = 1087,8 \text{ м}^3.$$

Принимаем к проектированию  $m = 2$  метантенка.

Объем одного метантенка:

$$W_{\text{мет}} = \frac{W_{\text{мет}}}{m} = \frac{1087,8}{2} = 543,9 \text{ м}^3.$$

Принят типовой метантенк:

- полезный объем одного резервуара  $1000 \text{ м}^3$ ;
- диаметр  $D = 20 \text{ м}$ ;
- высота верхнего конуса  $h_{\text{в.к}} = 2,45 \text{ м}$ ;
- высота нижнего конуса  $h_{\text{н.к}} = 2,7 \text{ м}$ ;
- высота цилиндрической части  $h_{\text{ц}} = 10 \text{ м}$ ;
- строительная высота метантенка  $H_{\text{стр}} = 16,3 \text{ м}$ .

Распад беззольного вещества осадка, загруженного в метантенк:

$$Y = a - n \cdot D,$$

$$Y = 49,3 - 0,17 \cdot 20 = 45,9 \%,$$

где  $a$  – предел сбраживания осадка, %:

$n$  – экспериментальный коэффициент, зависящий от влажности осадка и температурного режима сбраживания.

$$a = \frac{44 \cdot I_{\text{без}} + 53 \cdot Q_{\text{без}}}{M_{\text{без}}},$$
$$a = \frac{44 \cdot 2,2 + 53 \cdot 1,9}{3,1} = 63,7\%.$$

Объем метана, образующегося в метантенке при сбраживании осадка:

$$W_{\Gamma} = \frac{Y \cdot M_{\text{без}}}{100 \cdot z},$$

$$W_{\Gamma} = \frac{45,9 \cdot 3100}{100 \cdot 1} = 1422 \text{ м}^3;$$

где  $\gamma$  – плотность газа  $\gamma = 1 \text{ кг/м}^3$ ,

Потребная площадь газосборной горловины:

$$F_{\Gamma} = \frac{W_z}{m \cdot 700},$$

$$F_{\Gamma} = \frac{1422}{2 \cdot 700} = 1 \text{ м}^2;$$

где  $700 \text{ м}^3/\text{м}^2$  в сутки - допустимый выход газа в метрах кубических на  $1 \text{ м}^2$  площади газосборной горловины в сутки.

Диаметр газосборной горловины:

$$D_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_z}{\pi}},$$

$$D_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{3,14}} = 1,27 \text{ м}.$$

Потребный объем мокрых газгольдеров, предусмотренных для сбора и хранения газа, а также для выравнивания давления в газовой сети.

$$W_{\Gamma\Gamma} = \frac{t \cdot W_z}{m_z \cdot 24},$$

$$W_{\Gamma\Gamma} = \frac{2 \cdot 1422}{2 \cdot 24} = 59,2 \text{ м}^3,$$

где  $t$  – время хранения газа в мокрых газгольдерах, ч;

$m_{\Gamma}$  – число принятых газгольдеров.

По найденному объему одного газгольдера  $W_{\Gamma\Gamma}$  подобран типовой газгольдер 7-07-01/66 объемом  $100 \text{ м}^3$  с размерами: внутренний диаметр резервуара  $D_p = 7400 \text{ мм}$ ; внутренний диаметр колокола  $D_k = 6600 \text{ мм}$ ; высота газгольдера  $H = 7450 \text{ мм}$ ; высота резервуара  $H_p = 3450 \text{ мм}$ ; высота колокола  $H_k = 3400 \text{ мм}$ .

### 3 Технология строительства объектов водопользования

Проектируемый водопровод входит в комплекс водоснабжения станции аэрации.

Подсчет объемов земляных работ водопровода.

Определение объемов земляных работ

а) определение глубины заложения траншеи, м:

$$h = h_{\text{пром.гр}} + (0,2 \div 0,4) + d,$$

где  $h_{\text{пром.гр}}$  - глубина промерзания грунта;

$0,2 \div 0,4$  – изоляционный слой, м;

$d$  - наружный диаметр труб, м.

$$h = 2,05 + 0,2 + 0,3 + 0,2 = 2,85 \text{ м.}$$

б) определение ширины траншеи по дну, м:

$$b = 2 \cdot (0,3 \div 1) + d,$$

где  $0,3 \div 1$  - зазор для прохода рабочих, м.

$$b = 2 \cdot 0,5 + 0,3 = 1,3 \text{ м.}$$

в) определение ширины траншеи по верху, м:

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h,$$

где  $m$  - коэффициент крутизны откоса.

$$B = 1,3 + 2 + 0,5 \cdot 2,85 = 2,725 \text{ м.}$$

г) определение площади поперечного сечения траншеи, м<sup>2</sup>:

$$F = \frac{B + b}{2} \cdot h ,$$

$$F = \frac{2,725 + 3}{2} \cdot 2,85 = 5,73 \text{ м}^2 .$$

д) определение объема траншеи, м<sup>3</sup>:

$$V = F \cdot l,$$

где l-длина участка трубы, м<sup>3</sup>.

$$V = 5,73 \cdot 9000 = 51570 \text{ м}^3,$$

$$l = \frac{1}{2} \cdot 9 = 9000 \text{ м} .$$

е) определение объема трубы, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{тр}} = \pi \cdot d \cdot l,$$

$$V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 9000 = 8478 \text{ м}^3.$$

ж) определение объема излишнего грунта:

$$V_{\text{изл.гр.}} = V - \frac{V_{\text{тр}}}{K_{\text{о.р.}}}, \text{ м}^3,$$

где  $K_{\text{о.р.}}$  - коэффициент остаточного разрыхления грунта, зависит от типа грунта.

$$V_{\text{изл.гр.}} = 51570 - \frac{8478}{1 + 0,05} = 43495, \text{ м}^3.$$

з) определение объема обратной засыпки,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{обр.з.}} = V - V_{\text{изл.гр.}},$$

$$V_{\text{обр.з.}} = 51570 - 43495 = 8075 \text{ м}^3.$$

и) определение объема недобора грунта  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{нед.гр.}} = h_{\text{нед.гр.}} \cdot b \cdot l,$$

где  $h_{\text{нед.гр.}} = 0,1$ ,

$$V_{\text{нед.гр.}} = 0,1 \cdot 1,3 \cdot 9000 = 1170 \text{ м}^3.$$

к) определение площади поверхности среза грунта,  $\text{м}^2$ :

$$S=b \cdot l \cdot 1,05,$$

$$S=1,3 \cdot 9000 \cdot 1,05=6142,5 \text{ м}^2.$$

д) устройство основания не требует, т.к. грунт-глина.

Ведомость объемов работ приведена в таблице К.1.

Охрана труда и техника безопасности на очистных канализационных сооружениях выполняются в соответствии с нормативами.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основной деятельностью ГКП «Каспий жылу, су арнасы» является транспортировка тепловой энергии и всех видов воды (питьевая, техническая и

горячая) от энергоснабжающей организации к потребителям, а также водоотведение для жилых и общественных зданий города.

По установленным данным, проектная производительность существующего комплекса очистных сооружений по приему сточных вод г. Актау не обеспечивает очистку всего объема поступающих в настоящий период сточных вод, возросший по причине увеличения численности населения города в 2 раза. Кроме того, возросла степень загрязненности сточных вод, поступающих на установку, по органической составляющей.

При существующей технологии биологической очистки на установке по причине низкой эффективности активного ила в аэротенке - биологические показатели качества воды (БПК) составляют 30%.

В связи с этим появилась необходимость совершенствования технологии биологической очистки сточных вод.

Произведены расчеты основного оборудования (аэротенка и метантенка).

Путем организации двучепочной линии очистки из существующего оборудования, добавив к существующей линии еще одну, можно увеличить производительность установки по очистке сточных вод.

Таким образом, это позволило повысить эффективность биологической очистки сточных вод (БПК с 30% до 50%) и достичь ПДК в соответствии с нормативами для технической воды, что позволит использовать воду в водооборотных системах близлежащих предприятий и прекратить сброс сточных вод г. Актау в Каспийское море.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Климат Казахстана. / Под. ред. А.С.Утешева. - Алматы: Наука, 1989. – 150 с.

2 Формирования подземного стока на территории Казахстана. /Под. ред.

У.А.Ахмедсафина. - Алма-Ата: АН РК, 1988. – 200 с.

3 Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник / А.М. Никаноров. –2-е изд. Перераб. и доп.– Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001 – 444 с.

4 Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов:М.:АСВ, 2002 – 704 с.

5 Когановский А.М., Кульский Л.А. Очистка промышленных сточных вод. – Киев: Техника, 1984. – С. 128.

6 Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 115 с.

7 Афанасьева А.Ф., Сироти М.Н. Очистка хозяйственно – бытовых сточных вод и обработка осадка. – М.: Изограф, 1997. – С. - 21.

8 Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. – М.: Высшая школа, 1981. - 44 с.

9 СН РК 4.01.03-2011. Водоотведение. Наружные сети и сооружения.

10 Говорова Ж.М. Выбор и оптимизация водоочистных технологий. Вологда-Москва: ВоГТУ, 2003. 111 с.

11 Водоснабжение и канализация. - М.: Диля, 2008. - 160 с.

12 Белоконев, Е.Н. Водоотведение и водоснабжение / Е.Н. Белоконев. - М.: Феникс, 2012. - 366 с.

13 Воронов Ю.В., Алексеев Е.В. Водоотведение: Учебник. – М. ИНФРА-М, 2009,-248 с.

14 Калицун В.И., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод.: Учебн.для вузов. – М.: Стройиздат, 2001. – 170 с.

15 Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. - М.: Юрайт, 2012. - 472 с.

16 Дмитриев В.Д., Мишуков Б.Г. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения. М., 2007. - 320 с.

17 Комков В.А., Тимахова Н.С. Насосные и воздухоудные станции. Учебник.: – М. ИНФРА-М, 2009. - 230 с.

18 Калицун В. Н., Кедров В.С., Ласков Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация. - М.: Стройиздат, 2004. - 397 с.