



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ

зав. кафедрой «РПиР»

\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на бакалаврскую работу**

Студент: Шубин Михаил Александрович

1. Тема: Разработка технологического решения для снижения влияния аварийных сбросов на систему очистки сточных вод на предприятии ОАО «Тольяттиазот»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы  
04.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:  
Технологический регламент цеха водоснабжения и водоочистки участка БОС на эксплуатацию сооружений по очистке сточных вод

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

Глава 1. Анализ существующей системы очистки сточных вод

Глава 2. Расчет технологических параметров процесса и конструктивных параметров оборудования

Глава 3. Прочностной расчет фильтра жидкостного

Глава 4. Прочностной расчет адсорбера

Глава 5. Экономическая оценка эффективности технических решений

Дата выдачи задания 16.03. 2016

Руководитель бакалаврской работы

Ю.В. Чариков

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

М.А. Шубин

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ

зав. кафедрой «РПиР»

\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**бакалаврской работы**

Студента: Шубин Михаил Александрович

по теме: Разработка технологического решения для снижения влияния аварийных сбросов на систему очистки сточных вод на предприятии ОАО«Тольяттиазот»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	15.03.2016			
Глава 1. Анализ существующей системы очистки сточных вод	30.03.2016			
Глава 2. Расчет технологических параметров процесса и конструктивных параметров оборудования	15.04.2016			
Глава 3. Прочностной расчет фильтра жидкостного	30.04.2016			
Глава 4. Прочностной расчет адсорбера	15.05.2016			
Глава 5. Экономическая оценка эффективности технических решений	30.05.2016			
Заключение	02.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

Ю.В. Чариков

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

М.А. Шубин

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

**Бакалаврскую работу выполнил:** Шубин М.А

**Тема работы:** Разработка технологического решения для снижения влияния аварийных сбросов на систему очистки сточных вод на предприятии

ОАО «Тольяттиазот»

**Научный руководитель:** Чариков Ю.В.

**Цель бакалаврской работы** – Снижение влияния аварийных сбросов на систему очистки сточных вод ОАО «Тольяттиазот»

Краткие выводы по бакалаврской работе: В работе было проанализировано состояние очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот», и разработано технологическое решение по совершенствованию системы очистки сточных вод на предприятии ОАО «Тольяттиазот».

Бакалаврская работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников.

Во введении обосновывается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи, объект и предмет исследования. В первой главе описана система очистки сточных вод г. Тольятти, способы очистки сточных вод. Во второй главе описана технологическая схема обработки сточных вод, выявлены недостатки и предложены пути их устранения. В третьей главе произведены конструктивные расчеты предложенного технологического оборудования. В четвертой главе приведены прочностные расчеты основных аппаратов. В пятой главе приведен краткий технико-экономический анализ предлагаемых технологических решений. Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 5-и разделов, заключения, списка литературы из 40 источников. Общий объем работы 53 страниц машинописного текста, в том числе таблиц -5, рисунков – 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	9
1.1. Общие вопросы загрязнения волжского бассейна	9
1.2. Характеристика стоков города Тольятти	11
1.3. Проблемы очистки стоков	13
1.4. Методы очистки и обеззараживания сточных вод	15
1.5. Физико–химические методы очистки сточных вод	15
1.6. Очистка сточных вод от растворенных в ней веществ	17
1.7. Описание технологической схемы	19
1.8. Выбор способа устранения недостатков существующей технологии	23
ГЛАВА 2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ	26
2.1. Материальный баланс процесса	26
2.2. Конструктивные расчеты элементов оборудования	27
2.2.1 Расчет фильтра	27
2.2.2. Расчет адсорбера	29
ГЛАВА 3. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ФИЛЬТРА ЖИДКОСТНОГО	31
3.1. Исходные данные для расчета	31
3.2. Расчет обечайки корпуса	32
3.3. Расчет днища корпуса	34
3.4. Расчет штуцера корпуса $D_y 300$	37
3.5. Расчет штуцера днища	38
3.6. Расчет укрепления отверстий под штуцеры	40
ГЛАВА 4. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ АДСОРБЕРА	42

4.1. Исходные данные для расчета	42
4.2. Расчет обечайки корпуса	42
4.3. Расчет днища корпуса	44
4.4. Расчет штуцера днища	46
4.5. Расчет укрепления отверстий под штуцеры	47
ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

## ВВЕДЕНИЕ

Вода играет решающую роль во многих процессах, протекающих в природе, и в обеспечении жизни человека. В промышленности воду используют как сырье и источник энергии, как хладагент, растворитель, экстрагент, для транспортирования сырья и материалов и для других целей.

Вследствие антропогенного воздействия природная вода загрязняется различными веществами, что приводит к ухудшению ее качества. В производстве образуются различные категории сточных вод. Сточная вода – это вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через какую – либо загрязненную территорию. В последние десятилетия исключительную остроту приобрела проблема загрязнения источников пресных вод. По оценкам специалистов не менее 50% распространенных заболеваний людей обусловлено загрязнением окружающей среды, прежде всего потреблением недоброкачественной питьевой воды. Ресурсы воды, пригодной для использования без проведения специальных мероприятий, оцениваются в 5–6 тыс. км<sup>3</sup>, что составляет 0,3 – 0,4 % общего объема гидросферы.[15]

По данным государственного водного кадастра, суммарный забор воды из природных водных объектов в 2013 г. составил 82,4 км<sup>3</sup>, что составляет более 2% от общего запаса. Данный факт является тревожным, так как нарушается фундаментальный закон 1% потребления продукции биосферы, превышение которого не позволяет механизму самовосстановления полностью возвращать водные объекты в исходное состояние.[12,28]

Водопотребление и водоотведение в Российской Федерации в 2013 г. уменьшилось: использование свежей воды составило 64,1 км<sup>3</sup> (2011 г. – 64,9 км<sup>3</sup>), в том числе: из поверхностных источников – 50,1 км<sup>3</sup> (50,8 км<sup>3</sup>), подземных – 8,5 км<sup>3</sup> (8,7 км<sup>3</sup>), морской воды – 5,5 км<sup>3</sup> (5,3 км<sup>3</sup>). [43]

Структура водопотребления характеризуется следующим образом:

– производственные нужды – 58,7%;

- хозяйственно–питьевые нужды – 20,5%;
- орошение – 13,1%;
- сельскохозяйственное водоснабжение – 1,4%;
- прочие нужды – 6,3%.

Потери воды во внешних сетях при транспортировке от водоисточников до водопотребителей в 2013 г. составили 8,4 км<sup>3</sup>. Значительны потери воды в промышленном производстве (несовершенство технологий и утечки в системах водоснабжения), орошаемом земледелии. В коммунальном хозяйстве из–за изношенности водопроводных сетей, несовершенства запорной арматуры утечки и неучтенный расход воды в системах водоснабжения составляют в среднем по стране 15,7% объема забираемой воды в год.

Совершенствование процессов очистки сточных вод и возврат их производственный цикл является важной технической задачей.

Целью данной работы является снижение нагрузки на биологические очистные сооружения, связанной с необходимостью переработки аварийных сбросов вод, загрязненных органическими веществами, производств аммиака и метанола.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Исследовать существующие методы очистки сточных вод
- Проанализировать существующую технологическую схему
- Выбрать оптимальное технологическое решение для устранения недостатков технологии
- Выполнить конструктивные расчеты оборудования, подтверждающие возможность его применения в рамках разрабатываемой технологии

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

## 1.1 Общие вопросы загрязнения волжского бассейна

Практически все водные объекты бассейна Волги подвержены антропогенному воздействию, качество воды большинства из них не отвечает нормативным требованиям, а загрязненность воды р. Волги сохраняется на прежнем уровне.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами вод рек бассейна Волги и ее водохранилищ остаются нефтепродукты, соединения меди, легкоокисляемые органические вещества, для которых повторяемость случаев превышения ПДК соответственно составляла 54, 80 и 50% от общего количества проанализированных проб воды. На отдельных участках реки фиксировалась, но была менее устойчивой загрязненность воды соединениями железа и фенолами. В целом количество и перечень загрязняющих веществ в воде р. Волги и ее водохранилищ в течение ряда лет практически не меняется. Критическими показателями загрязненности воды в отдельных створах являлись соединения меди, нефтепродукты, нитритный азот. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю крупных промышленных центров, городов: Москва, Ярославль, Череповец, Нижний Новгород, Самара, Волгоград, Уфа, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Набережные Челны, Иваново, Стерлитамак и другие [1].

Согласно комплексной оценке качества воды р. Волги с учетом [15] наиболее характерных для бассейна загрязняющих веществ, по степени загрязненности вода изменялась *от «загрязненной» до «грязной»*, причем как *«загрязненная»* вода оценивалась в створах, составляющих свыше 59–64%, в остальных – как «грязная». Уровень загрязненности воды притоков

Волги изменялся в более широком диапазоне – от «загрязненной» до «чрезвычайно грязной».

Одной из характерных особенностей загрязнения поверхностных вод бассейна является повышенное содержание в воде соединений минерального азота и фосфора, особенно промышленных районов. Источником повышенного содержания этих веществ и других биогенных элементов в поверхностных водах малых и средних рек могут являться с одной стороны естественные условия территории, а с другой сельскохозяйственные нагрузки на эти ландшафты.

Две трети отраслевого сброса загрязненных сточных вод приходится на 14 предприятий, куда входят и предприятие города Тольятти. Во многих регионах предприятия отрасли остаются основными источниками химического загрязнения подземных вод.

Ликвидация токсичных отходов затруднена из-за отсутствия апробированных технологий их переработки. Хранение некоторых видов отходов сопряжено с загрязнением природных водоемов, многие хранилища–накопители переполнены или требуют ревизии.

## 1.2 Характеристика стоков города Тольятти

В городе Тольятти все сточные воды распределены по трем биологическим очистным сооружениям (БОС). В свою очередь каждое БОС обслуживает свои промышленные объекты и объекты коммунального хозяйства таблица 1.2 Вода после очистки на БОС

**Таблица 1.2-Распределение стоков города Тольятти**

Биологические очистные сооружения	Поступающие загрязняющие стоки
БОС ОАО «Тольяттиазот»	Хозяйственно фекальные стоки Комсомольского района, химически загрязненные стоки собственного производства, смешанный сток Азотреммаша и хозбытовой сток мелких предприятий на промплощадке ТоАЗ, сточные воды п.Поволжский
БОС ООО «Тольяттикаучук»	Хозяйственно фекальные стоки центрального района, химически загрязненные стоки предприятий северного промышленного узла (ЗАО «Куйбышевазот», АО «Фосфор», АО «Волгоцеммаш», АО «Трансформатор»)
БОС АО «АВТОВАЗ»	Хозяйственно фекальные стоки Автозаводского района, химически загрязненные стоки собственного производства.

поступает в смеситель и после этого, проходя по дну реки Волга, через распылители сбрасывается в Саратовское водохранилище. Контроль за качеством стоков, поступающих на БОС осуществляют три предприятия, которым непосредственно принадлежат БОС. Контроль ведется по валовому сбросу сточных вод (отдельно для хозяйственно фекальных и химических), по концентрации в стоках загрязняющих веществ на входе и на выходе с БОС. Предприятия, владеющие БОС вносят плату за сброс загрязняющих веществ в Саратовское водохранилище [2].

Анализ эффективности работы БОС города Тольятти и оценка стоков, сбрасываемых в Саратовское водохранилище, представляет большой интерес из – за значительного количества промышленных и химических предприятий работающих в городе. В стоках, сбрасываемых в Саратовское водохранилище, присутствуют фенолы, соединения меди и цинка, нефтепродукты, и другие вредные вещества. Наличие таких компонентов в стоках говорит о том, что они приходят с химических предприятий и, что степень очистки на БОС не достаточно высока. Динамика сбросов сточных вод, прошедших очистку на БОС ОАО «Тольяттиазот» за период с 1993 года, когда промышленность города работала в полную мощность, по 2015 год отражает восстановление объемов сброса. Хотя общее количество стоков и уменьшилось существует тенденция увеличения их количества. По этой причине необходима модернизация существующих БОС ОАО «Тольяттиазот» так как при дальнейшем увеличении количества сточных вод предприятие рискует оказаться в ситуации, когда придется справляться с большим количеством стоков на морально и физически устаревшем оборудовании.

В целом по городу Тольятти количество и (что более важно) качество сточных вод уменьшается. Заслуга в этом по большей части предприятия ОАО «АвтоВАЗ» (снижение сброса сточных вод на 4,67 млн. м<sup>3</sup>) из-за сокращения объемов выпуска продукции, внедрения новых технологий

очистки сточных вод и введение локальных очистных сооружений. Но данная тенденция имеет единичный характер и не может служить показателем для оценки общего состояния сбросов города Тольятти. Абсолютная масса загрязняющих веществ в 2015 году составляет 74% от массы 1994 года (за 2001 год 15%). Но абсолютная масса не может служить критерием опасности стока, так как вещества в сточных водах имеют разные предельно допустимые концентрации (ПДК). Для оценки опасности сточных вод лучше использовать эквивалентные единицы [3], тогда масса загрязняющих веществ будет определяться как  $G = \sum_n m_i \frac{1}{ПДК_i}$ , где  $G$  – общая масса сброса,  $m_i$  – масса сброса  $i$ -го компонента,  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента. Сравнение по эквивалентным тоннам показывает, что отношение массы загрязняющих веществ за 1994 – 2015 года отличаются от сравнения по абсолютным величинам, а именно в 2015 году масса загрязняющих веществ составляет 78% (за 2001 год 19%). Это говорит о том, что качество сточных вод изменяется (в сторону ухудшения) быстрее, чем количество.

Данные расчеты и построение графиков производились с помощью компьютерной программы «АКВАЭКСПЕРТ».

### **1.3 Проблемы очистки стоков**

Основная проблема очистки стоков города Тольятти состоит в том, что в них присутствует большое количество загрязняющих веществ. В связи с этим трудно подобрать метод очистки, позволяющий значительно уменьшить токсичность стоков. Также трудности возникают вследствие того, что на БОС смешиваются более токсичные стоки (например, с высокой концентрацией только одного компонента) с менее токсичными. В результате этого концентрация компонента становится меньше, но превышает допустимую.

Существует также ряд проблем, связанных с перегрузкой БОС. Например, одна из актуальных проблем БОС ОАО «Тольяттиазот» заключена в следующем. Аварийные выбросы на агрегатах аммиака (АМ - 76), вызванные разгерметизацией оборудования, трубопроводов отделения отчистки газа от  $\text{CO}_2$ , плановое проведение промывки системы со сбросом промывной воды в канализацию и нарушение технологического режима на отделении ректификации агрегата метанола является следствием превышения концентрации вредных органических веществ (МЭА, МДЭА, метанола) в заводских стоках, идущих на очистные сооружения. В связи с этим идет нагрузка на работу биологически активных организмов и может привести к их гибели. После этого восстановление работы биологических сооружений потребует времени и материальных затрат.

Во время превышения концентрации вредных веществ на входе в очистные сооружения происходит перевод сбросов в аварийные емкости поз 15/1-2 до тех пор, пока концентрация на входе не придет в норму. После чего происходит постепенное разбавление сточных вод из аварийных емкостей в систему очистки.

Данная технологическая схема затрудняет проведение промывки системы агрегатов аммиака и метанола.

Проблема обострилась, когда завод начал строительство двух крупнотоннажных агрегатов метанола. Очистные сооружения предприятия уже не могли принять такое количество стоков, превышающих концентрацию.

К сожалению проблемы, стоящие перед специалистами БОС ОАО «Тольяттиазот» актуальны и для специалистов других БОС нашего города.

Таким образом, увеличение количества сточных вод, поступающих на БОС города Тольятти, может негативно сказаться на качестве их очистки, что, в свою очередь, повлечет за собой ухудшение состояния качества воды в Саратовском водохранилище. Например, для БОС ОАО «Тольяттиазот»

проблема состоит в том, что на предприятии долгое время не проводилась серьезная модернизация основных блоков очистки, вследствие этого БОС предприятия могут быть не готовы принять все увеличивающееся количество стоков, превышающих концентрацию вредных веществ.

#### **1.4 Методы очистки и обеззараживания сточных вод**

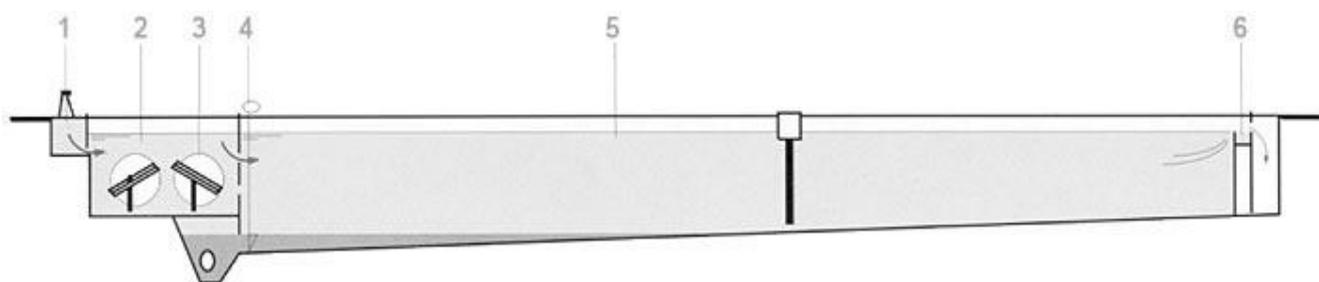
Метод локальной очистки основан на удалении из сточных вод компонентов, которые имеют высокую концентрацию, до их смешения с другими компонентами общего стока предприятия [6,8]. Локальные очистные сооружения (ЛОС) размещают непосредственно перед промышленной установкой являющейся источником загрязнения. Ввиду того, что при работе промышленных предприятий выделяется большое количество разнообразных загрязняющих компонентов, ЛОС для каждого предприятия должны подбираться индивидуально. На сегодняшний день существует множество способов очистки сточных вод от загрязняющих компонентов, поэтому тот или иной метод очистки выбирается, как правило, исходя из экономических возможностей предприятия. Также необходимым условием является обеззараживание сточных вод перед их сбросом в водные объекты, а также для использования ее в оборотном водоснабжении. Обеззараживания производят на последнем этапе очистки. Для лучшего протекания процесса обеззараживания необходимо очистка (а в некоторых случаях и доочистка) воды [1].

#### **1.5 Физико–химические методы очистки сточных вод**

Взвешенные примеси подразделяются, в зависимости от агрегатного состояния, на твердые и жидкие, они образуют с водой дисперсную систему. В зависимости от размера частиц дисперсные системы делят на три группы 1 – грубодисперсные системы с частицами размером более 0,1 мкм (суспензии

и эмульсии); 2 – коллоидные системы с частицами размером от 0,1 мкм до 1 нм; 3 – истинные растворы, имеющие частицы, размеры которых соответствуют размерам отдельных молекул или ионов.

Для удаления взвешенных частиц из сточных вод применяются гидрохимические процессы отстаивания, фильтрования, центрифугирования и пр. Выбор метода зависит от размера частиц, физических и химических свойств смеси расхода сточных вод и необходимой степенью очистки. Различные методы могут быть объединены в рамках единой технологии. Так отстойник может быть совмещен с флокулятором рис 1.5.1, флотатором или коагулятором [6].

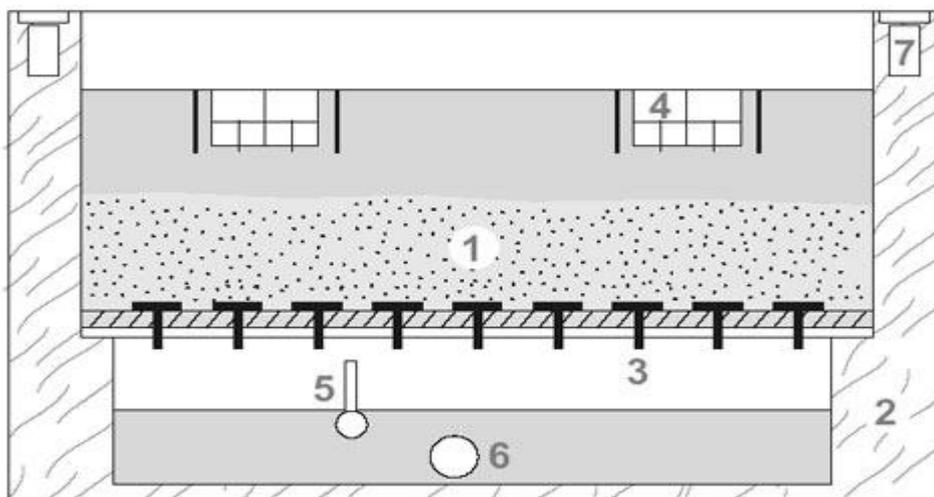


**Рисунок 1.5.1-Горизонтальный отстойник с флокулятором.**

1 – быстрая мешалка; 2 – камера флокуляции; 3 – вращающаяся лопасть; 4 – задвижка выпуска осадка; 5 – камера осаждения; 6 – очищенная вода.

Фильтрование применяют для выделения из сточных вод тонкодисперсных твердых или жидких веществ, удаление которых отстаиванием затруднено [6]. Разделение проводят при помощи пористых перегородок, пропускающих жидкость и задерживающих диспергированную фазу. Процесс идет под действием гидростатического давления столба жидкости, повышенного давления над перегородкой или вакуума после перегородки. Фильтры бывают следующих типов: *фильтрующие перегородки*; *фильтры с зернистой перегородкой*; *микрофильтры* – в них применяются сетки с отверстиями размером от 40 до 70 мкм; *магнитные фильтры*

применяют для удаления мелких ферромагнитных частиц (0,5 – 5 мкм) из жидкостей. Обычно на очистных сооружениях устанавливают песчаные скорые фильтры см. рис.2.2. Хотя иногда применяются и перечисленные выше виды фильтровального оборудования.



**Рисунок 1.5.2-Песчаный фильтр**

1 – песок; 2 – бетонная конструкция; 3 – втулки; 4 – впуск воды; 5 – воздуховод; 6 – подводка промывной воды и отвод фильтрата; 7 – каналы удаления осадка.

Взвешенные вещества из сточных вод можно удалять не только механическими способами, но и физико–химическими, к таким методам можно отнести коагуляцию, флотацию, флокуляцию, но после этих процессов необходимо удалять частицы из воды одним из выше перечисленных способов.

### **1.6 Очистка сточных вод от растворенных в ней веществ**

Сточные воды зачастую содержат в своем составе вредные, а порой и ядовитые вещества, концентрация которых очень мала. Поэтому обезвреживание этих компонентов связано с некоторыми трудностями.

Адсорбцию используют для обезвреживания сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, ароматических нитросоединений, ПАВ, красителей

и других вредных веществ. Достоинством метода является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперация этих веществ.

Адсорбционные методы широко применяют для глубокой очистки сточных вод от растворенных в них органических веществ после биохимической очистки, а также в локальных установках, если концентрация этих веществ невелика и они биологически не разлагаются или являются сильно токсичными.

В качестве сорбентов используют активные угли, синтетические сорбенты и некоторые отходы производства (золу, шлаки, опилки).

Процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут при интенсивном перемешивании адсорбента с водой, при фильтровании воды через слой адсорбента или в псевдооживленном слое на установках периодического и непрерывного действия. При смешивании адсорбента с водой используют активный уголь в виде частиц 0,1 мм и меньше. Процесс проводят в одну или несколько стадий. Статическая одноступенчатая адсорбция применяется в случае, когда адсорбент дешев и является отходом производства. Более эффективно процесс протекает при использовании многоступенчатой установки. При этом в первую ступень вводят столько адсорбента, сколько необходимо для снижения концентрации загрязнений от  $C_1$  до  $C_2$ , затем адсорбент отделяют отстаиванием.

В динамических условиях процесс очистки проводят при фильтровании сточной воды через слой адсорбента. Скорость фильтрования зависит от концентрации растворенных веществ и колеблется в пределах от 2 – 4 до 5 – 6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·час). Вода в колонне движется снизу вверх, заполняя все сечение. Адсорбент применяют в виде частиц размером 1,5 – 5 мм. Во избежание забивки адсорбента сточная вода не должна содержать твердых взвешенных примесей.

Важнейшей стадией процесса адсорбционной очистки является регенерация активного угля. Адсорбированные вещества из угля извлекают десорбцией насыщенным или перегретым водяным паром либо нагретым инертным газом. При десорбции пары конденсируют, и вещество извлекают из конденсата.

### **1.7 Описание технологической схемы**

Исходя из состава загрязнений сточных вод и схемы их очистки на предприятии, предусматриваются следующие разделенные системы канализации:

- производственных стоков с органическими загрязнениями;
- производственных стоков с минеральными загрязнениями;
- промливневых стоков;
- хозяйственных сточных вод.

Производственные сточные воды, содержащие загрязнения в количествах превышающих допустимые для биологических очистных сооружений, на выпуске из цехов проходят локальную очистку.

Все производственные сточные воды с площадки завода направляются на узел контроля и подготовки сточных вод.

Сточные воды с минеральными загрязнениями от установок деминерализации, химводоочистки речной воды производств аммиака и карбамида по самотечному коллектору поступают в три барьерные ёмкости поз.11/1, 11/2, 11/3 объёмом по 4500 м<sup>3</sup> каждая (на 5 – 6 часовой приём сточных вод).

Каждая барьерная ёмкость имеет сигнализацию максимального и минимального уровня.

Работа ёмкости предусмотрена по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск сточных вод.

Из барьерных ёмкостей поз.11/1-3 сточные воды по самотечному коллектору направляются в приёмный резервуар поз.1 сточных вод объединённой насосной станции.

Приёмный резервуар поз.1 имеет сигнализацию минимального и максимального уровня с блокировкой на включение насосов поз.1, 2, 3 при достижении минимального уровня. Минеральный сток из приёмного резервуара поз.1 насосами поз.1, 2, 3 через переключку подаётся в коллектор органических стоков и, смешиваясь с ними, поступает в приёмную камеру поз.16 участка механической и биологической очистки.

В состав сооружений по очистке стоков с органическими загрязнениями входят:

- аванкамеры поз.13/1-3;
- промывные ёмкости поз.12/1-2;
- ливневая ёмкость поз.10;
- аварийные ёмкости поз.15/1-2;
- решётки-дробилки КРД – 600 поз.9/1-2;
- приёмный резервуар поз.2, 3.

Производственные сточные воды с органическими загрязнениями производств аммиака, карбамида, метанола по самотечному коллектору поступают в три аванкамеры поз.13/1, 13/2, 13/3 ёмкостью по 400 м<sup>3</sup> каждая на узел контроля и подготовки сточных вод.

Каждая аванкамера имеет сигнализацию минимального и максимального уровня. Работа аванкамер осуществляется по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск стоков.

Сточные воды, удовлетворяющие требованиям биологической очистки из аванкамер поз.13/1-3 перепускаются в приёмный резервуар поз.2 объединённой насосной станции.

Сточные воды с органическими загрязнениями при неудовлетворительных анализах в аванкамерах поз.13/1-3 перепускаются в

резервуары-накопители: две аварийные ёмкости поз.15/1, 15/2 объёмом 10000 м<sup>3</sup> каждая, а при их заполнении, насосами 1КН, 2КН перекачиваются из аварийных ёмкостей в промывные поз.12/1, 12/2 объёмом по 10000 м<sup>3</sup> каждая.

Дождевые воды с площадки завода отводятся в ливневую ёмкость поз.10 объёмом 20000 м<sup>3</sup>. Из ливневой ёмкости поз.10 дождевые воды перепускаются в приёмный резервуар поз.2 объединённой насосной станции.

При превышении расчётной интенсивности дождя и наполнении ёмкости, дождевые воды сбрасываются через ливнесбросную камеру в балку.

Из приёмного резервуара поз.2 дождевые сточные воды с органическими загрязнениями, поступающие из аванкамер поз.13/1-3 и промывных ёмкостей поз.12/1-2 (при допустимых концентрациях загрязнений) центробежными насосами поз.4, 5, 6, 7, установленными в объединённой насосной станции, перекачиваются в приёмную камеру поз.16 очистных сооружений.

Откачка сточных вод из аварийных ёмкостей поз.15/1, 15/2 производится насосами подкачки аварийных сточных вод поз.1КН, 2КН в приёмный резервуар поз.16.

Для регулирования расхода на напорном коллекторе установлен байпас для возврата сточных вод в аварийные ёмкости.

Концентрация контролируется лабораторным анализом в приёмной камере поз.16.

В приёмном резервуаре поз.3 сточные воды с органическими загрязнениями смешиваются с бытовыми сточными водами, прошедшими предварительную очистку от грубых примесей на круглых решётках-дробилках КРД – 600 поз.9 (одна рабочая, другая резервная).

Из приёмного резервуара поз.3 бытовые и аварийные сточные воды насосами поз.8, 9, 10 объединённой насосной станции, смешиваясь в

коллекторе со стоками с органическими и минеральными загрязнениями, перекачиваются в приёмную камеру поз.16 очистных сооружений.

Пуск и остановка насосов поз.8, 9, 10 связаны блокировкой с датчиком верхнего и нижнего уровня в резервуаре поз.3.

Кроме указанных групп насосов в машзале объединённой насосной станции установлены:

- два вихревых самовсасывающих насоса поз.1ДН, 2ДН (один рабочий, другой резервный) для удаления вод из дренажного приемка машинного зала поз.4.

- центробежный консольный насос поз.3ДН для откачки стоков в случае заполнения машинного зала объединённой насосной станции.

В дренажном приемке установлен трёхпозиционный уровнемер-сигнализатор верхнего и нижнего уровней и затопления машинного зала, заблокированный с остановкой или пуском насосов поз.1ДН, 2ДН, 3ДН.

#### 4) Насосная станция № 3 Северного промузла.

Насосная станция № 3 Северного промузла предназначена для перекачки в Саратовское водохранилище очищенных стоков от очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот», условно чистых стоков заводов Северного промузла г.Тольятти: очищенных стоков от очистных сооружений производства «Тольяттикаучук», поступающих по трубопроводу диаметром 900 мм; условно чистых стоков от насосной станции № 1 ЗАО «Куйбышевазот», поступающих по трубопроводу диаметром 1200 мм; стоков, поступающих в аварийных случаях после биологических очистных сооружений ВАЗа в приёмный резервуар насосной станции № 3 по трубопроводу 1200 мм.

Все вышеуказанные стоки поступают в приёмный резервуар поз.1 и насосами поз.1-8 по трём коллекторам диаметром 1400 мм перекачиваются в Саратовское водохранилище.

В резервуаре поз.1 имеется сигнализация максимального и минимального уровня, выведенная на рабочее место машиниста.

### **1.8 Выбор способа устранения недостатков существующей технологии**

Целью модернизации является повышение качества аварийных сточных вод и вод после промывки оборудования, трубопроводов отделения очистки и ректификации агрегатов аммиака и метанола, идущих на биологическую очистку.

Данная цель может быть достигнута путём решения следующих задач:

- Анализ технологической схемы и выявление возможностей ее совершенствования;

- Разработка технологического решения для устранения недостатков существующей технологии;

- Выбор и расчет элементов оборудования;

На первом этапе очистных сооружений, на участке контроля и подготовки сточных вод стоки с органическими загрязнениями при неудовлетворительных анализах в аванкамерах поз.13/1-3 перепускаются в резервуары-накопители: две аварийные ёмкости поз.15/1, 15/2 по 10000 м<sup>3</sup> каждая. В данных аварийных емкостях происходит накопление стоков с последующим разбавлением, не превышающих концентрацию вредных веществ ливневыми стоками.

Недостаток данной технологической схемы состоит в том, что она не предусматривает предотвращение последствий аварийных сбросов, т.е. обеззараживание стоков, а лишь замедляет процесс их сбрасывания в систему не исключая контакт биологически активных веществ с органическими веществами.

Вследствие этого необходима дополнительная система очистки загрязненных сточных вод.

В соответствии с [23] для предупреждения негативных последствий аварийных ситуаций на опасных промышленных объекте необходимо обеспечить соблюдение технологических параметров основного производства и нормальную эксплуатацию сооружений и агрегатов, аккумуляцию случайных переливов жидких продуктов производства, отходов, полуфабрикатов и возвращение их в систему очистных сооружений или на повторную переработку, предупреждение возможности аварийных сбросов сточных вод в естественные водоемы и водотоки, исключение возможности аварийных сбросов в ливневую канализацию, отводящую поверхностные воды в гидрографическую сеть без достаточной очистки необходимо предусматривать различные меры предупреждающие негативное воздействие опасных веществ на окружающую среду. В частности рекомендовано предусматривать системы перекачки продуктов аварийных сбросов обратно на производство или очистные сооружения рассматриваемого объекта и создание системы сбора загрязненного поверхностного стока с территории предприятия с последующей передачей его на очистные сооружения.

Итак, техническим решением для изменения технологической схемы является установка дополнительной системы фильтрации, после аварийных емкостей, состоящая из двух параллельных механических сетчатых фильтров и двух адсорберов.

В данной работе в основе дополнительной системы очистки предлагается использование метода адсорбции.

Из аварийных емкостей стоки с органическими загрязнениями перепускаются на узел дополнительной фильтрации. Этот узел состоит из двух параллельных линий фильтрации. Каждая линия состоит из сетчатого механического и угольного фильтра (адсорбера).

При прохождении стоков через механический фильтр происходит очистка стоков от взвешенных примесей. Наличие этого фильтра предотвращает забивание угольного фильтра.

После механического сетчатого фильтра вода перепускается в адсорбер. Адсорбция органических соединений происходит на угольном поглотителе СКТ 3, выбор которого обусловлен областью его применения (осветление и очистка воды от примесей органических растворителей), достаточно высокой механической прочностью и сроком службы. Учитывая малую концентрацию органических веществ в сточных водах и непостоянный характер аварийных выбросов, срок эксплуатации данного адсорбента 8 – 10 лет.

Механический фильтр по мере его забивания взвешенными веществами очищается частичной разборкой фильтра. Засорение можно проследить по расходу сточной воды, т.е. уменьшается объем проходящей воды через фильтр.

Для устранения неполадок, чистки механических фильтров и перегрузки адсорбента, используется параллельная линия системы фильтрации с идентичным аппаратным оформлением.

## ГЛАВА 2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ

### 2.1 Материальный баланс процесса

Исходя из производительности насосов поз.КН1-2 равной  $10\text{ м}^3/\text{ч}$  составим схему процесса(рисунок 2.1) и уравнения материального баланса. Данные по количественному составу потоков представлены в таблице 2.1

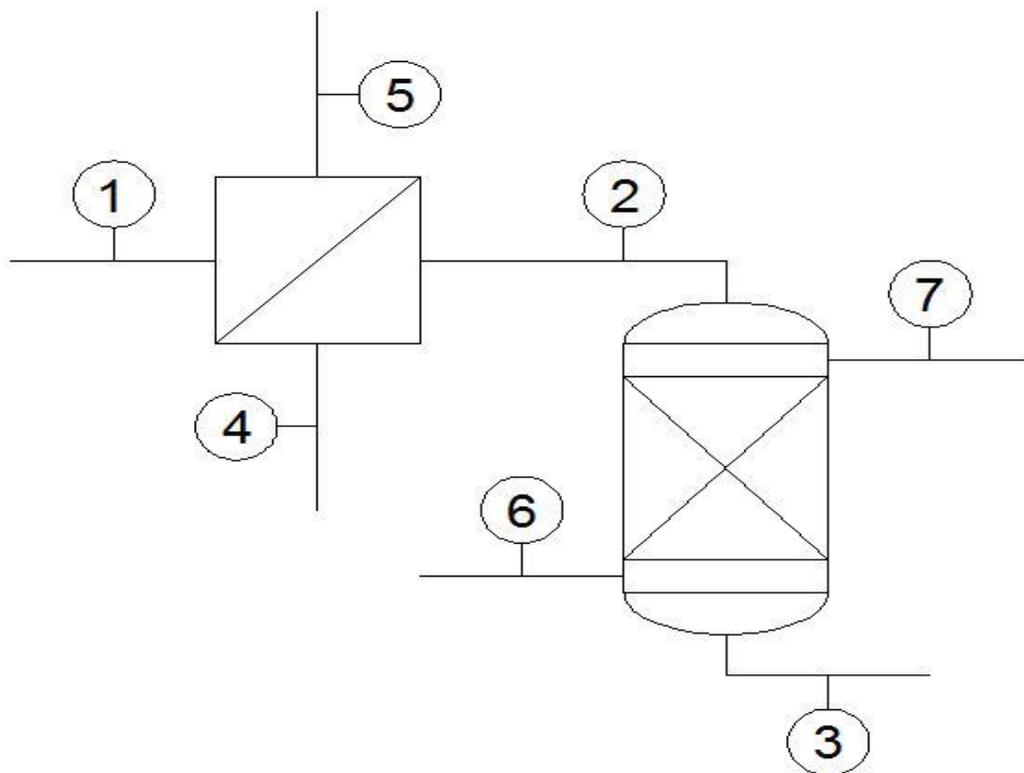


Рисунок 2.1- Схема процесса

1-поток очищаемой воды, 2-поток очищаемой воды после механического фильтра, 3- поток очищаемой воды после адсорбера, 4 поток воды на промывку фильтра, 5-поток промывной воды с фильтра, 6-поток воды на регенерацию адсорбера, 7- поток воды регенерации после адсорбера

**Таблица 2.1- Составы потоков**

Название компонента	Прямой поток, кг/ч			Потоки регенерации, кг/ч			
	1	2	3	4	5	6	7
Вода	9840	9840	9840	500	500	1000	1000
МДЭА	100	100	0	0	0	0	100
Метанол	50	50	0	0	0	0	50
Механические примеси	10	0	0	0	10	0	0
Итого	10000	9990	9840	500	510	1000	1150

Уравнение материального баланса процесса можно представить следующим образом:

$$G_1 x_{Mex} = G_3 x_{M\bar{E}} \quad (2.1.)$$

$$G_2 x_{Op\bar{E}} = G_7 x_{Op} \quad (2.2.)$$

## 2.2 Конструктивные расчеты элементов оборудования

### 2.2.1 Расчет фильтра

Для очистки потока воды от механических примесей потребуется фильтр. Дисперсная фаза в воде представлена в основном твердыми частицами неизвестной формы массой  $m_{\text{ч}} = 2$  мг и плотностью  $\rho_{\text{т}} = 1800$  кг/м<sup>3</sup>. Расход подаваемой на очистку воды составляет  $Q = 10$  м<sup>3</sup>/час. Плотность воды примем равной  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup> и ее динамическую вязкость  $\mu = 0,001$  Па·с. объемная доля дисперсной фазы  $\varepsilon = 0,5$ .

Расчетную величину площади осаждения можно определить по формуле:

$$F = Q/v_{ст} \quad (2.2.1.)$$

где  $v_{ст}$  – скорость стесненного осаждения частиц.

Для определения  $v_{ст}$  предварительно необходимо рассчитать критерий Архимеда ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения):

$$Ar = \frac{g d_p^3 (\rho_p - \rho_f)}{\nu^2} \quad (2.2.2.)$$

где  $d_p$  – диаметр осаждаемой частицы. Форма частиц твердой фазы неизвестна, поэтому для ее расчета необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$d_p = \sqrt[3]{V_p / \rho_p} \quad (2.2.3.)$$

где  $V_p$  – объем частицы,  $V$  свою очередь объем частицы может быть выражен через отношение известной массы частицы к ее плотности  $V_p = m_p / \rho_p$ .

~~\_\_\_\_\_~~

Критерия Архимеда для данного случая можно рассчитать:

~~\_\_\_\_\_~~

Существует критериальное уравнение, связывающее критерий Архимеда и критерий Рейнольдса ( $Re_{ст}$ ):

~~\_\_\_\_\_~~

Теперь, когда известен критерий Рейнольдса для стесненного осаждения, можно рассчитать  $v_{ст}$ :

$$Re_{ст} = \frac{\rho v_{ст} d_p}{\mu} \quad (2.2.4.)$$

~~\_\_\_\_\_~~

Зная все необходимые величины, определим искомую величину:

$$F = 0,6 / 0,015 = 1,37 \text{ м}^2$$

Исходя из рассчитанной поверхности фильтрования фильтр содержащий 10 сетчатых перегородок, имеющих суммарную фильтрующую поверхность 1,52м<sup>2</sup>.

### 2.2.2 Расчет адсорбера

Допустимая скорость жидкости по опытным данным с достаточной точностью может быть вычислена по формуле:

~~$$V_{доп} = \frac{Q}{F}$$~~

Реальную скорость жидкость примем на 25% ниже допустимой

~~$$V_{реал} = 0,75 \cdot V_{доп}$$~~

Принимаем вертикальный адсорбер диаметром 3м

~~$$V_{ад} = \frac{m \cdot 150}{q \cdot 79}$$~~

То есть 1,9м<sup>3</sup> адсорбента поглотит 150 кг/ч органических веществ, что соответствует 10000кг/ч стока. Примем время работы фильтра до проскока 10ч. По истечении 10 часов работы среда должна быть перенаправлена на дублирующий аппарат. Далее адсорбер переключается в режим регенерации. Промывается чистой водой до полного удаления адсорбированных органических веществ с поверхности адсорбента. После 10 часов регенерации адсорбер вновь включается в работу. Параллельно работавший адсорбер переводится в режим регенерации. Таким образом при использовании двух параллельных адсорберов обеспечивается постоянный режим работы оборудования. Тогда общий объем адсорбента в аппарате будет равен:

~~$$V_{ад} = 19 \cdot 2 = 38 \text{ м}^3$$~~

Примем вертикальный адсорбер с радиальным вводом жидкости. Учитывая объем вводной трубы диаметром 820мм, объем адсорбента будет находиться в кольцевом пространстве между стенкой корпуса аппарата и центральной вводной трубой. Следует учесть этот момент.



Примем объем аппарата  $21\text{м}^3$

Тогда высота слоя поглотителя



Примем высоту слоя 3 м.

## ГЛАВА 3. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ФИЛЬТРА ЖИДКОСТНОГО СЕТЧАТОГО

### 3.1 Исходные данные для расчета

**Таблица 3.1- Исходные данные для расчета**

Наименование		Параметры
Давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Рабочее	от 0,14 (1,4) до 0,6 (6)
	Расчетное	0,6 (6)
	пробное гидравлическое	0,76 (7,6)
Температура, °С	Рабочая	47
	Расчетная	50
Среда	Состав	МДЭА, МЭА, метанол
	Пожароопасность	да
	Взрывоопасность	нет
	Токсичность	нет
	межкристаллитная коррозия	нет
	коррозия растрескивания	нет
Прибавка для компенсации коррозии, мм		1,0
Расчетный срок службы, год		10
Материал		СтЗсп, сталь 20

### 3.2 Расчет обечайки корпуса

Расчет производится для обечайки, нагруженной внутренним избыточным давлением [21], рис. 3.1.



Рисунок 3.1-Обечайка корпуса

1) Расчетная толщина стенки цилиндрической обечайки, работающей под внутренним давлением, определяется по одной из следующих формул:

$$S_p = \frac{P \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_r} \quad (3.1)$$

где  $S_p$  – расчетная толщина стенки, мм;

$P$  – расчетное давление, МПа;

$D$  – внутренний диаметр, мм;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение для стали СтЗсп при расчетной температуре, МПа;

$\varphi_r$  – коэффициент прочности продольного сварного шва.

2) Исполнительная толщина стенки обечайки должна удовлетворять условию:

$$S \geq S_p + c, \quad (3.2)$$

где  $S$  – исполнительная толщина стенки обечайки, мм;

$c$  – сумма прибавок к расчетной толщине, мм.

$$c = c_1 + c_2 + c_3, \quad (3.3)$$

где  $c_1$  – прибавка для компенсации коррозии, мм;

$c_2$  – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину металла, мм;

$c_3$  – прибавка технологическая, мм.

$$S = 10 \text{ мм.}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки обечайки:  $S = 10$  мм.

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле:

$$P = \frac{2 S \sigma \phi}{D}, \quad (3.4)$$

4) Условие применимости формул:

$$\frac{S-c}{D} \leq 0,1; \quad \frac{108}{610} \leq \frac{D}{R} \leq 1,0$$

### 3.3 Расчет днища корпуса

Расчет производится для днища, нагруженного внутренним избыточным давлением [21], рисунок 3.2.

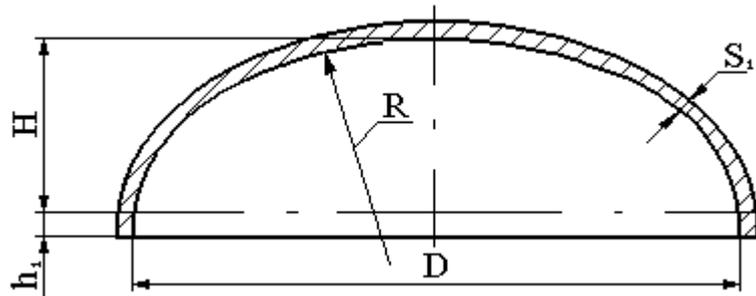


Рисунок 3.2-Днище корпуса

1) Расчетная толщина стенки днища определяется по формуле:

$$S = R \sqrt{\frac{600}{D}} \quad (3.5)$$

где  $R = D$  – радиус кривизны в вершине днища по внутренней поверхности, мм.

2) Исполнительная толщина стенки днища должна удовлетворять условию:

$$S_1 \geq S_{1p} + c, \quad (3.6)$$

где  $S_1$  – исполнительная толщина стенки днища, мм;

$c$  – сумма прибавок к расчетной толщине, мм.

$$c = c_1 + c_2 + c_3,$$

где  $c_1$  – прибавка для компенсации коррозии, мм;

$c_2$  – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину металла, мм;

$c_3$  – прибавка технологическая, мм.

$$S_1 \geq 10,5 \text{ мм.}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки днища:  $S_1 = 14$  мм.

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле:

$$P_{\text{доп}} = \frac{2 \cdot \sigma_{\text{т}} \cdot S}{D} \quad (3.7)$$

4) Формулы применимы при выполнении условий:

$$\frac{S}{D} \leq 0,1, \quad (3.8)$$

$$\frac{1439}{600} = 0,1,$$

$$0,02 \leq \frac{H}{D} \leq 0,1,$$

$$0,02 \leq \frac{H}{D} \leq 0,1, \quad (3.9)$$

где H – высота выпуклой части днища, мм.

$$\frac{150}{600} = 0,25,$$

Условия выполняются.

### 3.4 Расчет штуцера корпуса Dy 300

Расчет производится для патрубка штуцеров корпуса, нагруженных внутренним избыточным давлением [21], рис. 3.3.

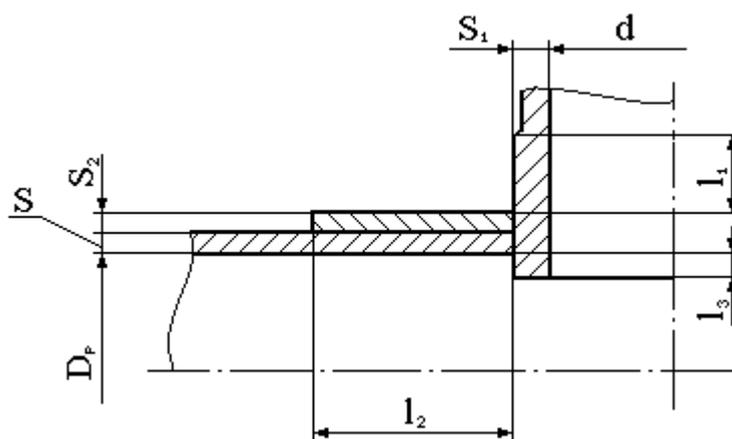


Рисунок 3.3-Штуцер корпуса

1) Расчетная толщина стенки штуцера Dy 300 определяется по формуле (3.1):

$$S = \frac{D \cdot p}{2 \cdot \sigma} + \delta$$

где  $D = d$  – внутренний диаметр штуцера, мм;

[ $\sigma$ ] – допускаемое напряжение для стали 20 при расчетной температуре, МПа.

2) Исполнительная толщина стенки штуцера должна удовлетворять условию (3.2).

$$e \geq 120 \frac{p}{\sigma},$$

$$e \geq 0,4234 \sqrt{pD_y}.$$

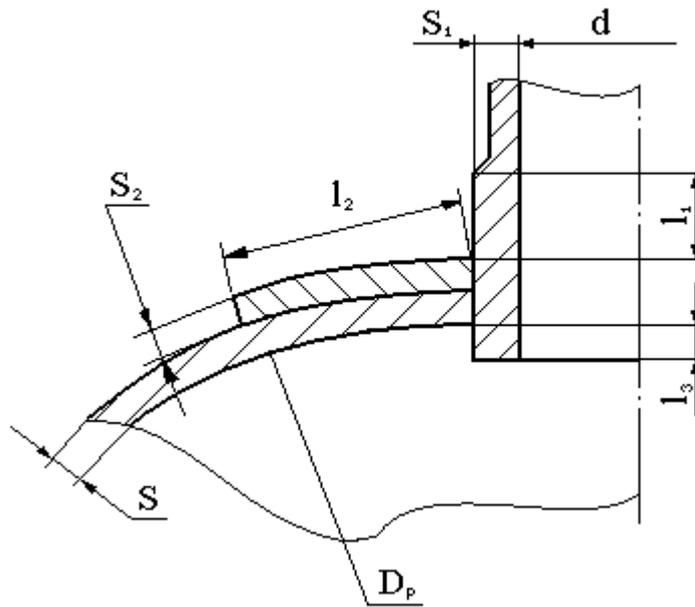
Принимаем для патрубка штуцера  $D_y 300$  стандартную трубу  $\emptyset 325 \times 8$ .

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле (3.4):

$$p = \frac{2 \sigma e}{D_y \sqrt{1 - 0,5 \frac{e}{D_y}}}.$$

### 3.5 Расчет штуцера днища

Расчет производится для патрубка штуцера днища, нагруженного внутренним избыточным давлением [21], рис. 3.4.



**Рисунок 3.4-Штуцер днища**

1) Расчетная толщина стенки патрубка определяется по формуле (3.1):

$$S = \frac{D \cdot \sigma}{2146},$$

где  $D = d$  – внутренний диаметр штуцера, мм.

2) Исполнительная толщина стенки штуцера должна удовлетворять условию (3.2).

$$S \geq 1000 \mu,$$

$$S \geq 219 \mu.$$

Принимаем для патрубка штуцера днища стандартную трубу  $\text{Ø } 108 \times 6$ .

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле (3.4):

$$P = \frac{2146 \cdot S}{D} = 12,1 \text{ МПа}.$$

### 3.6 Расчет укрепления отверстий под штуцеры [22]

1) Расчет укрепления отверстий под штуцеры  $D_y$  300 в обечайке корпуса.

Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления, определяется по формуле:

$$d_p = D \sqrt{\frac{3 \sigma_{\text{ср}}}{\sigma_{\text{ср}}}}, \quad (3.10)$$

где  $D_p = D$  – расчётный внутренний диаметр укрепляемого элемента.



Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию:

$$d_p \leq d_0, \quad (3.11)$$

где  $d_p$  – расчетный диаметр штуцера.

$$d_p \leq 300 \text{ мм},$$

Условие выполняется, дальнейшего расчета укрепления отверстий не требуется.

Расчет укрепления отверстия под штуцер в днище корпуса.

Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления, определяется по формуле (3.10).



где  $D_p = 2D$  – расчётный внутренний диаметр укрепляемого элемента.

Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию (3.11)

$$d_p \leq 300 \text{ мм},$$

~~98~~ **МА 60.**

Условие укрепления выполняется, дальнейшего расчета укрепления отверстия не требуется.

## ГЛАВА 4. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ АДсорБЕРА

### 4.1 Исходные данные для расчета

Таблица 4.1- Исходные данные для расчета

Наименование		Параметры
Давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	рабочее	от 0,3 (3,0) до 0,55 (5,5)
	расчетное	0,6 (6)
	пробное гидравлическое	0,765 (7,65)
Температура, °С	рабочая	42
	расчетная	50
Среда	состав	МДЭА, МЭА, метанол
	пожароопасность	да
	взрывоопасность	нет
	токсичность	нет
	межкристаллитная коррозия	нет
	коррозия растрескивания	нет
Прибавка для компенсации коррозии, мм		1,0
Расчетный срок службы, год		10
Материал		СтЗсп4

### 4.2 Расчет обечайки корпуса

Расчет производится для обечайки, нагруженной внутренним избыточным давлением [21], рисунок. 4.1.

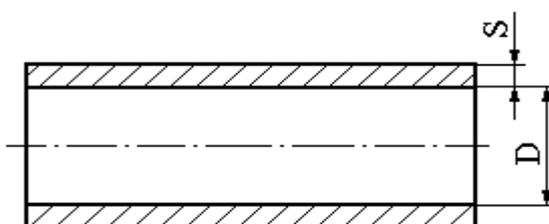


Рисунок. 4.1-Обечайка корпуса

1) Расчетная толщина стенки цилиндрической обечайки, работающей под внутренним давлением, определяется по одной из следующих формул:

$$S = \frac{P \cdot D}{2[\sigma] \cdot \varphi_r}, \quad (4.1)$$

где  $S_p$  – расчетная толщина стенки, мм;

$P$  – расчетное давление, МПа;

$D$  – внутренний диаметр, мм;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение для стали СтЗсп4 при расчетной температуре, МПа;

$\varphi_r$  – коэффициент прочности продольного сварного шва.

2) Исполнительная толщина стенки обечайки должна удовлетворять условию:

$$S \geq S_p + c, \quad (4.2)$$

где  $S$  – исполнительная толщина стенки обечайки, мм;

$c$  – сумма прибавок к расчетной толщине, мм.

$$c = c_1 + c_2 + c_3, \quad (4.3)$$

где  $c_1$  – прибавка для компенсации коррозии, мм;

$c_2$  – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину металла, мм;

$c_3$  – прибавка технологическая, мм.

$$S \geq 10 \text{ мм.}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки обечайки:  $S = 10 \text{ мм.}$

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле:

$$p = \frac{2 S \sigma}{D} \quad (4.4)$$

4) Условие применимости формул:

$$\frac{S-c}{D} \leq 0,1; \quad \frac{108}{3000}$$

### 4.3 Расчет днища корпуса

Расчет производится для днища, нагруженного внутренним избыточным давлением [21], рис. 4.2.

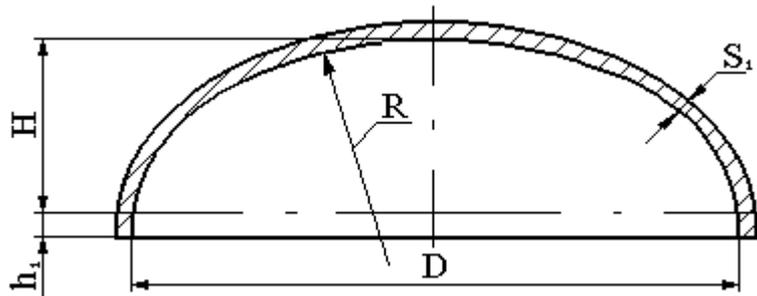


Рисунок 4.2-Днище корпуса

1) Расчетная толщина стенки днища определяется по формуле:

$$S = R \sqrt{\frac{p}{\sigma}} \quad (4.5)$$

где  $R = D/2$  – радиус кривизны в вершине днища по внутренней поверхности, мм.

2) Исполнительная толщина стенки днища должна удовлетворять условию:

$$S_1 \geq S_{1p} + c, \quad (4.6)$$

где  $S_1$  – исполнительная толщина стенки днища, мм;

$c$  – сумма прибавок к расчетной толщине, мм.

$$c = c_1 + c_2 + c_3,$$

где  $c_1$  – прибавка для компенсации коррозии, мм;

$c_2$  – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину металла, мм;

$c_3$  – прибавка технологическая, мм.

$$c_1 = 0,0001 S_1 \sqrt{R_1},$$

Принимаем исполнительную толщину стенки днища:  $S_1 = 10$  мм.

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле:

$$P = \frac{2 S E}{D \sqrt{1 + \frac{e^2}{3 D^2}}}, \quad (4.7)$$

4) Формулы применимы при выполнении условий:

$$0,02 \leq \frac{S e}{D} \leq 0,1, \quad (4.8)$$

$$\frac{1039}{800} = 1,3, \quad 0,02 \leq \frac{S e}{D} \leq 0,1,$$

$$0,02 \leq \frac{S e}{D} \leq 0,1,$$

$$0,2 \leq \frac{H}{D} \leq 0,5, \quad (4.9)$$

где  $H$  – высота выпуклой части днища, мм.

$$\frac{360}{800} = 0,45,$$

$$0,2694505.$$

Условия выполняются.

#### 4.4 Расчет штуцера днища

Расчет производится для патрубка штуцера днища, нагруженного внутренним избыточным давлением [21], рисунок. 4.3.

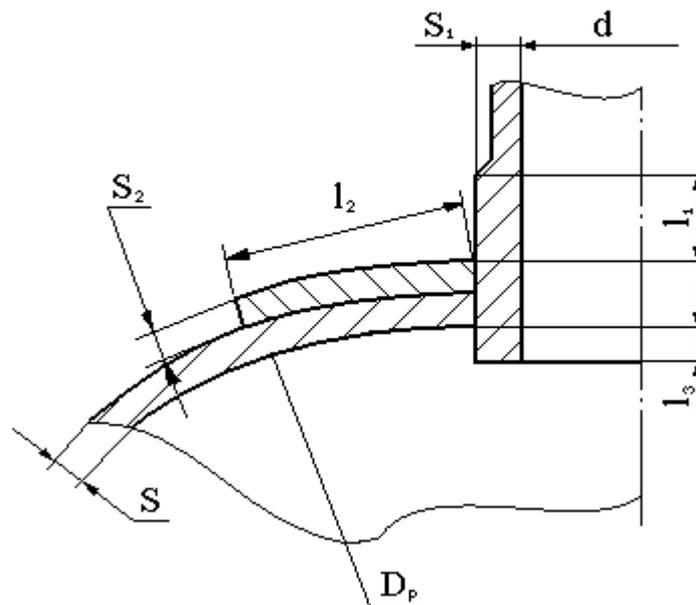


Рисунок 4.3-Штуцер днища

1) Расчетная толщина стенки патрубка определяется по формуле (4.1):

$$S = \frac{0,297}{21,505} D,$$

где  $D = d$  – внутренний диаметр штуцера, мм.

2) Исполнительная толщина стенки штуцера должна удовлетворять условию (4.2).

$$\delta \geq \frac{p \cdot D}{2 \cdot \sigma_{\text{ст}}},$$

$$306 \geq 25 \cdot \delta,$$

Принимаем для патрубка штуцера днища стандартную трубу  $\varnothing 309 \times 6$ .

3) Допускаемое внутреннее избыточное давление определяется по формуле (4.4):

$$p = \frac{2 \cdot \sigma_{\text{ст}} \cdot \delta}{D} = 41 \text{ МПа}.$$

#### 4.5 Расчет укрепления отверстий под штуцеры [22]

Расчет укрепления отверстия под штуцер в днище корпуса.

Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления, определяется по формуле (4.10).

$$D_p = 2D \sqrt{\frac{p}{\sigma_{\text{ст}}}},$$

где  $D_p = 2D$  – расчётный внутренний диаметр укрепляемого элемента.

Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию (4.11):

$$D_p \geq 2 \cdot D_{\text{шт}} = 300 \text{ мм}.$$

Условие укрепления выполняется, дальнейшего расчета укрепления отверстия не требуется.

## ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Экономический эффект оценен посредством учета снижения экологического влияния. Более точный расчет экономического эффекта затруднен, т.к. периоды выбросов и промывки системы происходит не постоянно.

Предложенная в данной работе дополнительная система фильтрации сточных вод при аварийных сбросах позволяет существенно разгрузить очистные сооружения, предотвратить последствия аварийных выбросов с агрегатов аммиака и метанола и позволяет в полной мере выполнять мероприятия по промывке оборудования, трубопроводов отделения очистки и ректификации агрегатов аммиака и метанола, что в свою очередь приводит к улучшению работы агрегатов.

Внедряемая система фильтрации позволяет добиться практически полной очистки сточных вод от органических соединений (МЭА, МДЭА, метанола...).

Все это приведет к уменьшению затрат на восстановление нормальной работы биологических очистных сооружений, а как следствие и к меньшим сбросам вредных органических веществ в Саратовское водохранилище.

**Таблица 5-Экономические показатели**

	Базовый	Проектный
Годовая производственная мощность, м <sup>3</sup>	–	525 600
Процент сброса, %	3	0,01
Капитальные вложения, руб.	4 071 600	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассматривалась технологическая схема очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот», в частности участка контроля и подготовки сточных вод.

В рамках проделанной работы проанализированы процессы очистки сточных вод, технология очистки сточных ОАО «Тольяттиазот», выявлены технологические проблемы, предложена технология, позволяющая их решить, подобрано оборудование и выполнены необходимые расчеты.

В результате модернизации, введенная дополнительная система фильтрации, позволяет существенно разгрузить очистные сооружения, предотвратить последствия аварийных выбросов с агрегатов аммиака и метанола и позволяет в полной мере выполнять мероприятия по промывке оборудования, трубопроводов отделения очистки и ректификации агрегатов аммиака и метанола, что в свою очередь приводит к улучшению работы агрегатов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Анопольский В.Н., Фельдштейн Г.Н. Компактные установки для очистки сточных вод от мойки автотранспорта // Вода и экология. Проблемы и решения. № 1/1999. – С. 62-63.

Анциферов А.В. Совершенствование системы водоотведения на общегородских очистных сооружениях / Научно-практическая конференция. Тольятти: ПТИС, 2000. - С. 69-70.

В.С. Васильева, С.В. Выдумчик, О.О. Гавриленко, М.А. Ксенофонов. Л.Е. Островская, Т.Г. Павлюкевич. «Технология и оборудование для очистки от жидких нефтепродуктов с применением сорбционных полимерных композитов» / Вода и экология: проблемы и решения - 2009, №4. - С.26.

Вознесенский В.Н., Лядов В.В. Очистка ливневых и производственных сточных вод на локальных очистных сооружениях / Водоснабжение и санитарная техника. – 1999. – № 6. – С. 29-30.

Вознесенский В.Н., Лядов В.В., Кулишев А.В. Очистка ливневых и производственных сточных вод на локальных очистных сооружениях / Экология и промышленность России. – 2002. – № 1. – С. 20 – 22.

Волохова Л.Т., Никитин А.А., Поландова Р.Д. Сточные воды хлебопекарных предприятий – источник загрязняющих веществ / Экология и промышленность России. – 1998. – № 12. – С. 28 - 30.

Гандурина Л.В., Фомичева Е.В. Интенсификация физико-механической очистки сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 1994. – № 4.– С. 14 – 15.

Гляденов С.Н. Очистка производственных и поверхностных сточных вод / Экология и промышленность России. – 2001. – № 8. – С. 7 – 9.

Гляденов С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / Экология и промышленность России. – 2001. – № 2. – С. 15 -17.

Госкомэкология РФ. Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты / ЭКОС-информ. – 1999. – № 1/2. – С. 198 - 224.

Грищенко Р.Г. Гигиена воды и водоснабжение населенных мест: Методическое пособие / Р.Г. Грищенко. - Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003. - 52 с.

Губанов Л.Н., Цимбалов С.Д., Новикова О.М. О плате за негативное воздействие на окружающую среду. / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2005. - № 2. – С. 61-70.

Гусаковский Б.Б., Иванов В.Г., Мишуков Б.Г., Седлухо Ю.П., Пономарев В.Г. Круглый стол. Издание первое. Тема: «Коалесценция: Явление и методы реализации в технологии очистки сточных вод» / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2002, - №1. - С. 57-68.

Друцкий А.В. Установка очистки ливневых сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 68-69.

Журавлев А.П., Серпокрылов Н.С., Пушенко С.Л. Охрана окружающей среды в строительстве. М.: 1995. – С. 48-52.

Земляк М.М., Свердлик А.И., Свердлик А.А. Исследования факторов, влияющих на эффективность аэрации. Наука и техника в городском хозяйстве. Будівельник, Киев, вып. 74, 1990, - С. 87-94.

Зиновьев А.П., Филиппов В.Н. Комплексная очистка сточных вод содержащих нефтепродукты, ПАВ и фенолы. № 2 / 2002. – С. 43-55.

Иванов В.Г. Методы очистки хозяйственных и промышленных сточных вод от нефтепродуктов при их малой концентрации / Вода и экология. Проблемы и решения. № 1 / 1999. – С. 25-28.

Ильин С.Н., Нефедов Ю.И., Новиков М.Г. Эффективность работы нового блока водоочистных сооружений в г. Череповце. № 3 / 2004. – С. 3-9.

Илясов Г.А., Туктаров И.Р. Горизонтальный отстойник – накопитель для обработки сточных вод / Материалы конгресса «Вода: Экология и

технология» ЭКВАТЭК-2004. В 2-ух частях. Часть 2. - Коломна 2004г. - С. 605 - 606.

21. Кичигин В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2011. - 656 с. ISBN 978-5-93093-761.

22. Кичигин В.И. Основы моделирования и оптимизации территориальных систем водоотведения. Монография. – Самара, Самарск. гос. арх.-строит. академия. 2002. – С. 339.

23. Кашинцев М.Л., Черникова О.А., Шиленко Н.А. (Главрыбвод), Соколова С.А., Анисова С.Ю. (ВНИРО). Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: ВНИРО, 1999, С.10-261.

24. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия. 1973. 754 с.

25. К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, АА. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия. 1987. 572 с.

26. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2–е изд., перераб. и дополн. М.: Химия, 1991. – 496 с.

27. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. М.–Л.: Машгиз, 1963. 752 с.

28. Кротов В.Г. Справочник ПДК. - М.: АСВ, 2004 – 704 с.– ISBN 5-93093-119-4.

29. Кичигин В.И., Палагин Е.Д. Моделирование загрязнения водотоков поверхностным стоком. Монография. Самара: Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. 2005. – С. 270.

30. Лейте В. Определение органических загрязнений питьевых, природных и сточных вод. - М.: Химия, 1975. – С. 200.
31. Логинова Л.Г. Биология термофильных микроорганизмов. - М.: Наука, 1986, т.22. – С.5.
32. Лысов В.А. Отстойник-усреднитель / Экологические системы и приборы. – 2001. – № 3. – С. 61-63.
33. Максимов Ю.И. Очистка производственных сточных вод в новых экономических условиях / Вода и экология. Проблемы и решения. № 1 / 1999. – С. 51-57.
34. Малинина И. В., Варюшина Г.П. Новая технология очистки поверхностных сточных вод / Экология и промышленность России. – 1999.– № 12.– С. 25 – 27.
35. Малкин В.П. и др. Мониторинг поверхностных вод и технологические аспекты очистки промстоков. - М.: ХНГМ, 2001. – С. 170.
36. Мишуков Б.Г. Козьмина И.М., Иваненко И.И., Бондарева О.Е., Гусева В.А. Очистка поверхностного стока / Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – №9. – С. 3-4.
37. Молдогазиева К.С. Экология человека с основами устойчивого развития: Учебник / К.С. Молдогазиева. -2-е изд., перераб. и доп. - Бишкек, 2003. - 328 с.
38. Молоканов Д.А., Молчан А.В. Очистка сточных вод: комплексное решение / Экология производства. – 2005. – № 9. – С. 38 – 40.
39. Музыченко В.Е., Павлинова И.И., Королева Е.А. Использование осадков сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. – 3. – С. 17 – 18.
40. Новиков М.Г. Основные тенденции в области улучшения качества очистки поверхностных вод / Вода и экология. Проблемы и решения. № 1 / 1999. – С. 8-11.