

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
«Инженерные системы зданий и сооружений»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Матюшенко А.И.
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Прироообустройство и водопользование»
код и наименование специальности (специализации), направления

Разработка технологической схемы очистки сточных вод винного производства
наименование темы

Пояснительная записка

Научный руководитель _____
подпись, дата _____
должность, ученая степень _____
О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата _____
Т.В. Щербаева
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата _____
О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разработка технологической схемы очистки сточных вод винного производства» содержит 68 страниц текстового документа, 32 рисунка, 10 таблиц, 2 приложения, 20 использованных источников, 5 листов графического материала.

СПИРТОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СИВУШНЫЕ МАСЛА, ОЧИСТКА ВОДЫ, СОРБЕНТЫ, ФИЛЬТРЫ, РЕАГЕНТЫ, ОСАЖДЕНИЕ ОСАДКА, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ВИННЫЕ СТОКИ, ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА.

Целью данной работы является разработка эффективной схемы очистки сточных вод винного производства.

Задачей являлось изучение литературных источников по очистке сточных вод спиртовых производств. Проведение экспериментов в лабораторных условиях с использованием реагентов и подбор необходимого в очистке, сорбента.

Актуальность работы заключается в том, чтобы найти максимально наилучший вариант очистки, так как спиртовые заводы нарушают большое количество правил по очищению стоков со своих производств, при сбрасывании их в коллекторы и открытые водоемы.

В итоге всех исследований была построена современная водоочистная станция.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава 1. Характеристики сточных вод винного производства и способы ее очистки.....	6
1.1 Промышленная очистка спирта	8
1.2 Сивушные масла в составе вод винного производства	10
1.3 Отгонка по температуре кипения	12
1.4 Угольные фильтрационные установки	15
1.5 Сорбционная очистка сточных вод	16
1.6 Фильтрационные материалы. Сорбенты для очистки воды	17
1.6.1 Активированный уголь	17
1.6.2 Безуглеродные сорбенты	18
1.6.3 Глинистые породы	18
1.6.4 Цеолиты	19
1.6.5 Неорганические иониты.....	20
1.6.6 Органические иониты	20
1.7 Коагулирование с использованием реагентов	21
Глава 2. Разработка технологической схемы очистки сточных вод винного производства.....	23
2.1 Расчет усреднителя	24
2.2 Подбор воздуходувки.....	28
2.3 Подбор насоса от усреднителя	30
2.4 Расчет суженного участка трубопровода для подачи реагента	31
2.5 Аппарат для дозирования и подачи реагента	33
2.6 Применение реагента KMnO ₄	34
2.7 Расчет смесителя	35
2.8 Расчет камеры хлопьеобразования.....	38
2.9 Расчет отстойника	42
2.10 Расчет фильтра	48
2.11 Применение зернистой загрузки Birm	53

2.12 Резервуар чистой воды.....	56
2.13 Расчет установки для обеззараживания воды	57
2.14 Установка для перегонки	60
2.15 Расчет шламоуплотнителя	61
2.16 Подбор насоса к центрифуге	63
2.17 Подбор центрифуги.....	64
2.18 Утилизация отходов	65
Заключение	66
Список использованных источников	67
Приложение А	69
Приложение Б.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Спиртовое производство представляет собой одну из крупных технически развитых отраслей промышленности, тесно связанной со многими отраслями народного хозяйства, для которых спирт служит сырьем, основным и вспомогательным материалом. В настоящее время сбраживание является одним из способов использования плодовых соков. При сбраживании сока, сахар превращается в спирт и другие продукты спиртового брожения.

В России спиртовое производство является экологически опасным. Основным источником опасности считаются сточные воды, так как они сбрасываются в водоемы с превышением нормативов, тем самым негативно воздействуют на окружающую среду. Ввиду большого количества спиртовых заводов на территории России и их важности в экономике страны, руководители предприятий пренебрегают экологическим требованиям.

Отсюда следует что спиртовое производство в нашей стране может являться источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера.

Известно что при изготовлении натуральных вин различными технологиями, на 1л вина, используется от 0,2 до 1,5л воды, данная вода переходит в состав сточных вод и поступает на дальнейшую очистку.

Задачей данной работы является разработка технологической схемы очистки сточных вод винного производства, получившихся в ходе изготовления вина.

По результатам обследования предприятий, было выявлено более 170 нарушений требований российского законодательства о промышленной и экологической безопасности. В связи с этим тема выпускной работы по разработке очистной схемы является актуальной.

Глава 1. Характеристики сточных вод винного производства и способы ее очистки

К предприятиям винодельческой промышленности относятся заводы виноградного сока, первичного и вторичного виноделия, шампанских вин, коньячного спирта.

Основные показатели сточных вод, отводимых с промышленных предприятий, обусловлены технологиями и системой водоснабжения и отведения воды. В ней содержится широкий перечень веществ, которые опасны для окружающей среды.

На винодельческих заводах сточная вода состоит из промывных и смывных вод. Они представляют собой устойчивую коллоидную систему, которая содержит большое количество взвешенных веществ, а также все нелетучие органические и минеральные компоненты. Данный состав характерен исходному вину. Сточная вода может содержать остатки листьев, поврежденные частицы фруктов, загрязнения после мойки оборудования, помещений, дрожжи.

Сточные воды винодельческой промышленности могут очищаться на коммунальных очистных сооружениях и на собственных очистных сооружениях.

Загрязнения в промышленных сточных водах можно разделить на виды: растворимые и нерастворимые вещества минерального и органического строения, летучие вещества и газы. В современных технологиях очистки методы можно разделить на два вида по принципу воздействия на загрязнения: разделительные и деструктивные.

При применении метода фильтрации, использование центрифуги, сочетание фильтрации с сорбентами и коагуляцией, отстаивание, нейтрализация, аэробные и анаэробные биологические методы, позволяли достаточно хорошо очищать сточную воду.

При физико-химических методах возможно очистить сточную воду на 75% по показателю БПК, и на 87% при очистке в анаэробных условиях, при работе реактора в течении 30 дней.

Характеристика и примерная концентрация загрязнений сточных вод на типовом винном предприятии представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Показатели загрязнений сточных вод винного завода

Показатель	Единица измерения	Пределы значений	
		min	max
Температура	град	8,0	23,0
Запах	–	Без запаха	Гнилостный
Цвет	–	Бесцветный	Матовый
Прозрачность	см	2,5	17,5
pH	–	5,0	8,0
Взвешенные вещества	мг/л	52,0	600,0
Нитриты	–	0,05	1,0
Нитраты	–	0,2	4,0
Окисляемость	–	26,0	184,0
БПК ₅	–	30,0	196,0

К физическим методам очистки можно отнести:

1. Фильтрация – осуществляется путем пропускания водно-спиртового раствора через определенные фильтрующие материалы, благодаря чему от него частично отделяются капельки сивушного масла и механические частицы. Фильтры изготавливаются из различных материалов, но предпочтение отдается древесному углю, фетру, фланели, отмытому песку с частицами определенных размеров. Зачастую эти материалы используются одновременно.

2. Вымораживание – в основе этого метода лежит правило, согласно которому растворимость веществ понижается с понижением температуры и это уменьшение растворимости различно для определенных веществ. Необходимо

отметить, что, поскольку при вымораживании доля воды в растворе непрерывно уменьшается, а спирта повышается и все малорастворимые в воде примеси хорошо растворимы в этиловом спирте, этот метод очистки малоэффективен. Не происходит при этом очистки и от примесей, имеющих высокую растворимость в воде.

3. Обработка белоксодержащими веществами – в основе данного метода лежит способность этилового спирта коагулировать (свертывать) коллоидные частицы белков, находящихся в воде, и образовывать из них большие хлопьеобразные агрегаты. Образовавшиеся при этом хлопья захватывают имеющиеся в очищаемом растворе мельчайшие твердые частицы и капельки сивушного масла и медленно оседают. По некоторым данным, белки избирательно поглощают (адсорбируют) и молекулы других примесных веществ, имеющиеся в водно-спиртовом растворе. Как следует из литературных источников, однократная обработка спирта не очень эффективна. Но многократная, хотя и приводит к повышенной потере спирта и удлинению процесса его очистки, дает продукт очень высокого качества.

1.1 Промышленная очистка спирта

На ликероводочных заводах сивушные масла и кетоны уничтожаются химическим способом. Определяется количество примесей и производится очистка довольно просто. Почти все находящиеся в спирте кетоны (ацетоны) окисляются под воздействием марганцево-кислого калия (обыкновенной марганцовки), а оставшиеся сивушные масла легко омыляются каустической содой и нашатырным спиртом.

В промышленности данная процедура выполняется следующими этапами: лаборатория отбирает 10 пробирок с исследуемым спиртом-сырцом и в каждую вносится немного раствора марганцовки, рисунок 1.



Рисунок 1 – Растворы KMnO_4 различной концентрации

Применяется только 10% водный раствор марганцовки так называемый «Хамелеон», потому что если вносить марганцовку в виде кристаллов, то происходит окисление спирта с образованием уксусного альдегида. Спирт приобретает при этом кисловатый вкус и очистить его от уксусного альдегида можно только перегонкой.

В ходе опытов, в первую пробирку вносится одна капля, во вторую – две, в третью – три и так далее. Раствор взбалтывается и отстаивается. Путем наблюдений, было замечено что в первых пробирках спирт был прозрачным, в пятой – розоватый, а далее окраска каждой пробирки усиливалась. Это свидетельствовало о том, что для очистки спирта в одной пробирке достаточно четырех капель «хамелеона».

Аналогично, методом проб, определяется количество каустической соды или нашатырного спирта необходимые для омыления сивушных масел (щелочь).

Нужное количество «хамелеонов» и щелочи для очистки всей партии спирта уже было легко подсчитать. Порядок очистки спирта был следующий: сперва вливалось пол нормы «хамелеона» и спирт перемешивался, через полчаса расчетное количество щелочи и через час оставшееся количество «хамелеона».

После 2-х часового отстаивания, предварительно очищенный спирт обязательно еще один раз перегоняется через ректификационную колонну.

Устройство и принцип работы ректификационной колонны точно такое же, как и брагоперегонной, а значит спирт снова перегоняется не менее 25-ти раз.

Фильтрующих колонн установлено две или четыре, в зависимости от того, какое качество спирта нужно получить. Все внутреннее пространство заполнено активированным углем марки МБА-4 (мелкопористый, березовый, активированы, размер фракции 4 мм).

Следующая операция по очистке спирта (которая раньше обязательно проводилась) – это риформинг (тепловой удар).

Спирт-ректификат выдерживался в герметически закрытой емкости при температуре 70° на протяжении суток. В результате этой процедуры происходило искусственное старение спирта, а в итоге – уменьшение количества ядовитых веществ и улучшение вкуса. При риформинге некоторые вещества выпадают в осадок, кое-что испаряется, а оставшиеся сивушные масла всплывают, образовывая на поверхности спирта пленку, которую легко снять.

И только после такой многократной очистки уже чистейший 96° этиловый спирт в специальной емкости смешивается с водой.

1.2 Сивушные масла в составе вод винного производства

Сивушное масло – это продукт спиртового брожения сахарного, фруктового или крахмалосодержащего сырья. Считается примесью в неректифицированном этаноле (спирте-сырце) и выводится из него с помощью ректификации.

Ректификация – процесс разделения многокомпонентных смесей с помощью противоточного массообмена между паром и жидкостью. Разделение на практически чистые компоненты происходит за счет различных температур кипения у смесей и постоянной конденсации пара при испарении жидкости.

Состав сточной воды с винного производства достаточно сложный, содержит большое количество взвешенных веществ. Из-за их присутствия вода окрашивается в светло-желтый или буро-красный цвет и имеет резкий, неприятный запах, внешне похож на маслянистую жидкость, рисунок 2.



Рисунок 2 – Проба сточной воды с сивушными маслами

Самым главным загрязнением считаются сивушные масла, которые содержат опасные загрязнения, некоторыми из которых являются метанол, фурфурол, ацетил. Эти вещества ядовиты и при попадании на кожу вызывают покраснения и зуд, в следствии чего, можно получить химический ожог.

Наличие данных примесей в составе вина, коньяка и виски обуславливают их вкус, цвет и аромат. отсюда можно сделать вывод о чистоте спиртовых продуктов, самый чистый – водка, наиболее грязный – виски, коньяк.

Сивушные масла представляют собой смесь одноатомных спиртов, сложных эфиров и других соединений, которые разделяют на две группы по температуре кипения. В данное время их насчитывается около 40, выявить же удалось примерно 27 примесей, их состав зависит от качества сырья, основные показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Примеси сточной воды и их температура кипения

Примеси	Температура кипения (С°)
Ацетальдегид	20,2
Этилформиат	54,3
Ацетон	56,1
Метилацетат	57,1
Метанол	64,7
Этилацетат	77,0
Этанол	78,4
Изопропиловый спирт	82,4
Пропиловый спирт	97,4
Муравьиная кислота	100,7
Уксусная кислота	118,1
Этилбутират	121,5
Изоамиловый спирт	131,0
Этилпентаноат	144,6
Изобутиловый спирт	108,0
Фурфурол	161,0

1.3 Отгонка по температуре кипения

Отгонка применяется для разделения смесей на фракции. Так как смеси состоят из компонентов в которых находятся частицы различного веса и обладающих летучими свойствами, при перегонке их легко отделить друг от друга, изменяя температуру кипения.

Главным показателем является температура кипения этилового спирта, она зависит от показателя атмосферного давления, рисунок 3.

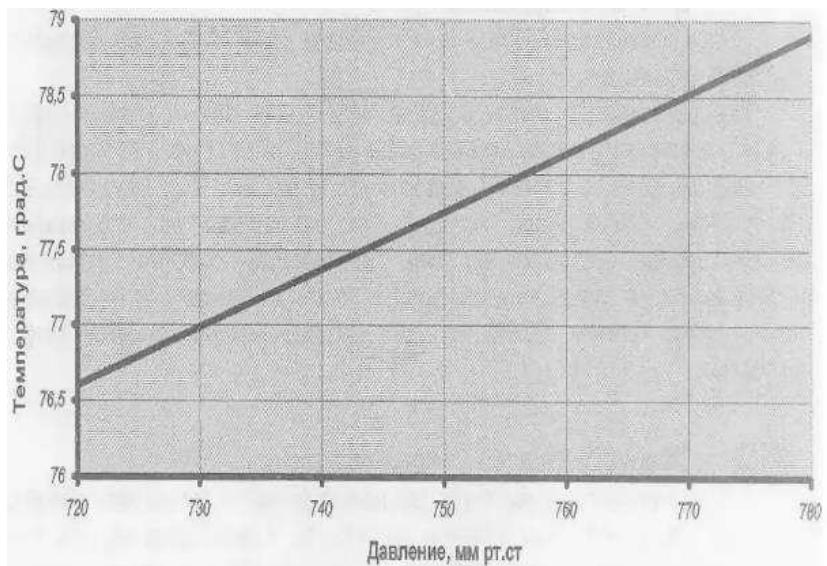


Рисунок 3 – Зависимость температуры кипения этилового спирта от атмосферного давления

Для перегонки в лабораторных условиях используют холодильную установку, рисунок 4.

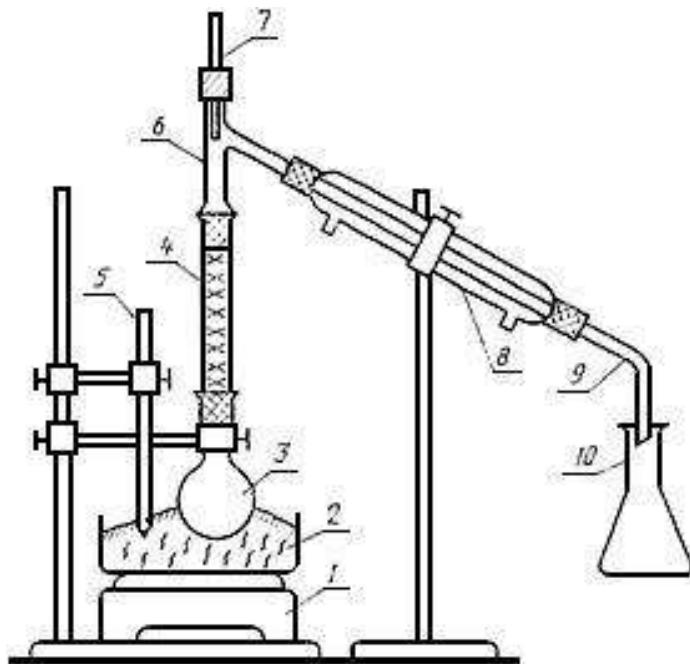


Рисунок 4 – Холодильная установка для перегонки: 1 – электроплита; 2 – баня песчаная; 3 – колба К-1; 4 – дефлэгматор; 5 – термометр; 6 – насадка; 7 – термометр; 8 – холодильник; 9 – алонж; 10 – колба Кн-2

В перегонке по температуре кипения выделяют 3 фракции:

- t от 0 до 68°C ;
- t от 78 до 85°C ;
- t выше 85°C .

При значении атмосферного давления 755 мм.рт.ст., спирт начинает кипеть на $78,3^{\circ}\text{C}$.

В первой фракции до отметки в 68°C , из смеси выделяются ядовитые летучие вещества. В винном производстве, эти вещества отправляются на утилизацию так как их использование невозможно в качестве сырья и для технических нужд.

Испарение вызывает удаление вредных веществ, некоторые из них показаны в п.1.2, таблица 2.

Во время второй фракции нужно поддерживать t от 78°C до 85°C , для получения как можно более чистого спирта, так как он пригоден для повторного использования на винодельческом производстве.

Для лучшего очищения используют угольные фильтры, см. п.1.4.

Третья фракция характеризуется получением смеси сивушных соединений, после отметки в 85°C , так же активно выделяются эфирные масла.

График перегонки показан на рисунке 5.

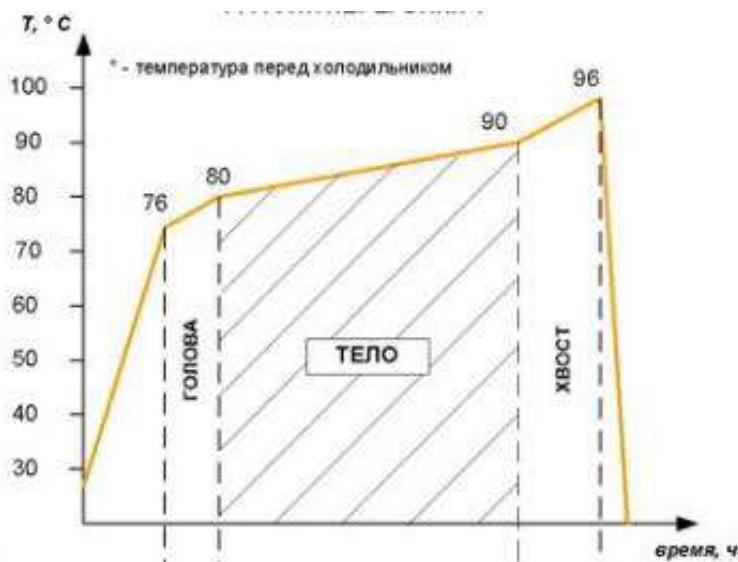


Рисунок 5 – Зависимость температуры от времени при перегонке

1.4 Угольные фильтрационные установки

Угольные фильтры в производстве применяются для очищения воды от мутности (глинистые взвеси, осадок); цветности (органические взвеси); избыточного активного хлора; привкуса и запаха, установки представлены на рисунке 6(а, б).



Рисунок 6 – а. – Модель фильтра с угольной загрузкой; б. – Производственные угольные фильтры

Напорные фильтры, загрузкой которых является гранулированный активированный уголь, обладают высокой сорбционной способностью. Он обеспечивает экологическую безопасность, так как является природным материалом. Уголь задерживает в себе загрязнения при пропускании через него воды сверху вниз. При промывке, эти загрязнения удаляются в дренаж.

Для лучшей очистки вода должна контактировать с углем не менее 30 минут, за это время удаляется большинство органических соединений и фенолов. После того как уголь уже не пригоден в качестве сорбента, его отжигают в печах.

Перед использованием рекомендуется залить уголь водой, для удаления из него воздуха на 12 часов и после этого промыть от угольной пыли. Так же промывка проводится для восстановления сорбционных способностей фильтра,

так как в процессе работы, из-за загрязнений она уменьшается. Промывку делают чистой водой без добавления реагентов, используя только взрыхление материала.

Угольные фильтры по принципу работы являются периодическими, так как они требуют остановки для промывки (1-2 часа 1-7 раз в неделю). Промывка как правило проходит в ночное время суток. Их использование возможно в сочетании с другими фильтрами.

1.5 Сорбционная очистка сточных вод

Сорбционная очистка воды – физико-химический процесс поглощения твердыми сорбентами примесей из воды. Данный процесс считается самопроизвольным, имеет обратимый характер.

Адсорбцию используют для очистки сточной воды от фенолов, гербицидов, пестицидов, ароматических нитросоединений, сивушных масел, ПАВ, красителей и др. Самым главным достоинством является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, которые могут содержать в себе много различных взвешенных веществ.

Существует несколько видов сорбентов, которые можно использовать при очистке сточных вод, но одними из самых популярных являются активные угли, которые должны обладать определенными свойствами.

Активированные угли должны быть одновременно крупнопористыми, чтобы их поверхность была доступна для молекул сложных веществ, должны обладать небольшой удерживающей способностью при регенерации и легко смачиваться водой.

Очистка производственных вод может производиться при интенсивном перемешивании сорбента с водой, при фильтровании через неподвижный слой или псевдоожженном слое на сооружениях периодического или непрерывного действия.

1.6 Фильтрационные материалы. Сорбенты для очистки воды

1.6.1 Активированный уголь

Удалить органику природного и неприродного происхождения в воде можно при помощи популярного сорбента для очистки воды – активированного угля различных марок. Вода может проходить через слой активированного угля или в нее вводят измельченный уголь, показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Гранулированный активированный уголь

Количество органики природного происхождения в воде нормируется косвенно: запах, привкус и цветность. Последняя улучшается коагулированием и хлорированием, которые значительно дешевле активированного угля.

Сорбент используют для изъятия примесей, придающие необычный запах и вкус воде, а так же неприродные органические вещества: пестициды, нефтепродукты, детергенты и т.д.

Если полное удаление не возможно, то снижают до минимума содержание этих веществ.

1.6.2 Безуглеродные сорбенты

Безуглеродные сорбенты самые распространенные в технологиях водоочистки. Они бывают природного и искусственного производства: цеолиты, глинистые породы и т.д.

Преимущества неуглеродных сорбентов:

- повышенная емкость;
- способность обмениваться катионами;
- невысокая цена и распространенность.

1.6.3 Глинистые породы

Данные породы широко используются в процессе очистки воды. Их структура хорошо развита, имеет множество микропор разного размера, слоистую жесткость и способна расширяться, порода показана на рисунке 8.



Рисунок 8 – Глинистый сорбент с различным размером гранул

Процесс сорбции с применением глинистых пород сложен. В него входят Ван-дер-ваальсовыe реакции. Они хорошо обесцвечивают воду, убирают

взвешенные частицы и токсичные органические соединения хлора и гербицидов, ПАВ.

Природные сорбенты берут в местности их использования, что увеличивает их потребление в технологии водоочистке.

1.6.4 Цеолиты

Представляют собой алюмосиликатный каркасный материал. Характеризуются трехмерным алюмосиликатным каркасом с правильной тетраэдрической структурой и отрицательным зарядом. Гидратированные ионы щелочных и щелочноземельных металлов расположены в пустотах каркаса и имеют положительный заряд, компенсирующий заряд каркаса. Цеолиты можно использовать только для веществ, у которых размеры молекул меньше входного отверстия. Их еще называют ситом для молекул.

Данные сорбенты легко добывать и перерабатывать. Существует более 30 видов. Самые применяемые: шабазит, клинопптиломит, морденит представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Гранулированный морденит

После добычи, их прокаливают в печах при 1 тыс. градусов с хлоридом карбонатом натрия. Применение кремнийорганических соединений на поверхности цеолитов придают им гидрофобные свойства.

Используются в порошкообразной форме.

Цеолиты задерживают:

- ПАВ;
- красители;
- пестициды;
- коллоидные и бактериальные загрязнения;
- органические соединения.

1.6.5 Неорганические иониты

Они считаются перспективным направлением в технологии водоочистки.

Самые распространенные:

- цирконилфасфат;
- титаносиликаты и цирканосиликаты;
- оксалат циркония;
- соли гетеро- и поликислот;
- ферроцианты тяжелых и щелочных металлов;
- гидроксиды железа и сульфиды железа, нерастворимые в воде.

Большинство из них не может иметь водородную форму, при которой их структура разрушится. Удобной для них стала солевая форма. Но она исключает возможность обессоливать воду без редких анионитов неорганических минералов. Для этого используют органические катиониты и аниониты на основе синтетической органики.

1.6.6 Органические иониты

Множество органических ионитов характеризуются гелевой структурой. Реальных пор нет, но при попадании в растворы воды они набухают и могут обмениваться ионами.

Существуют макропористые иониты, работающие по принципу активированного угля. Они устойчивы к механической нагрузке, осмотически стабильны, имеют улучшенный обмен и ситовой эффект, но менее емкие по сравнению с гелевыми, данный тип ионитов показан на рисунке 10.



Рисунок 10 – Мелкопористый ионит

Современная наука позволяет синтезировать органические иониты с любыми цennыми свойствами, не имеющими природных аналогов.

1.7 Коагулирование с использованием реагентов

Процесс коагулирования имеет широкое применение в технике очистки сточных производственных вод, так как они сложны по составу с точки зрения фазово - дисперсного загрязнения.

Данным способом пользуются многие производства, сточные воды от которых содержат большое количество очень мелких взвешенных веществ, так же нефтеперерабатывающие заводы, содержащие эмульгированные продукты, заводы химической промышленности и спиртовые производства. Процессы коагулирования производственных сточных вод включают в себя химические стадии – растворение и гидролиз коагулянтов и стадии физико - химических взаимодействий.

В результате коагуляции дисперсная система сточных вод утрачивает седиментационную устойчивость и становится доступной для эффективного применения разделительных процессов. Таким образом, процесс очистки сточных вод, основанный на использовании коагулянтов, необходимо рассматривать как многостадийный и многофакторный, очистка коагулянтом показана на рисунке 11.



Рисунок 11 – Удаление загрязняющих веществ из воды коагулянтом

В технологии коагулирования используют различные схемы, обеспечивающие наилучшие результаты очистки сточных вод в конкретных условиях и производствах.

Глава 2. Разработка технологической схемы очистки сточных вод винного производства.

В ходе анализа научной литературы, была составлена схема очистки сточных вод винного производства, таким образом, чтобы на выходе получить наиболее чистый спирт, который возвращается на производство, для дальнейшего его использования и очищенную от сивушных масел и большого количества взвешенных веществ воду.

Технологическая схема работает следующим образом:

Вода с производства с высоким количеством взвешенных веществ, растворенных органических соединений и большой величиной БПК и ХПК, поступает в усреднитель (1), для выравнивания колебаний расхода и концентрации загрязнений, после этого, с помощью насоса (15), вода проходит по суженному участку водопровода, на котором установлен аппарат для дозирования реагента (2) и попадает в перегородчатый смеситель (3), для более равномерного распределения реагента, последующая реакция идет в вертикальном отстойнике с камерой хлопьеобразования (4), осветленная вода при помощи насосов (15), подается в фильтр (9). Полностью очищенная вода из фильтра подается в резервуар чистой воды (11), обеззараживается бактерицидными лампами (10).

Осадок, образовавшийся в вертикальном отстойнике (4), при помощи насоса (15) отправляется в шламоуплотнитель (5), в котором он находится не более 5 суток. Последующая реакция проходит в центрифуге (6), где масса разделяется на жидкую и твердую фазу. Вода, образовавшаяся в центрифуге, подается в усреднитель (1) через горизонтальный тонкослойный отстойник (7), твердые отходы перемещают в бункер (8), для дальнейшего вывоза и утилизации.

Разработанная схема очистки сточных вод винного производства показана на рисунке 12.

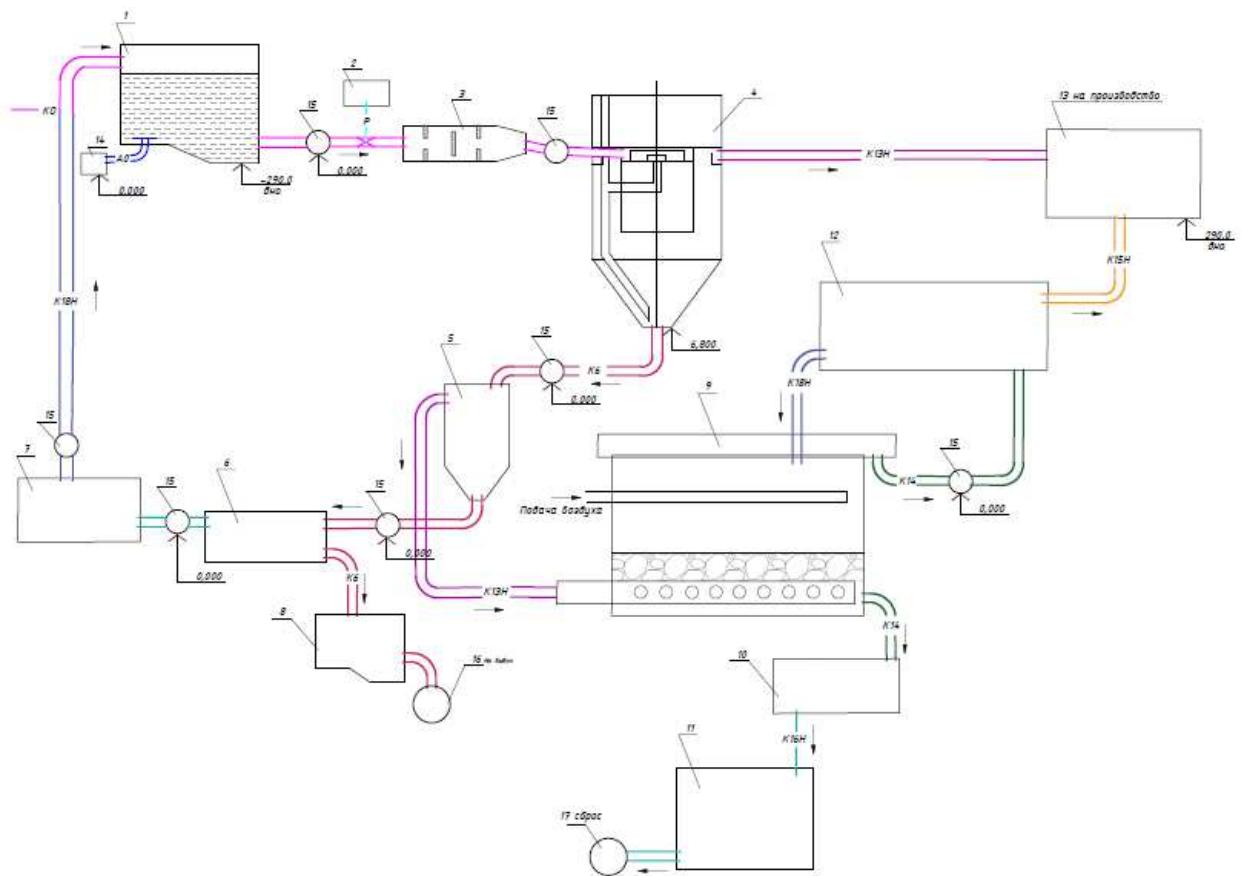


Рисунок 12 – Разработанная схема очистки сточных вод винного производства

2.1 Расчет усреднителя

Усреднение позволяет рассчитывать цепочку технологической схемы и все сооружения, которые должны в нее входить.

Усреднитель – система, которая регулирует и выравнивает подачу сточных вод, по концентрации в ней взвешенных веществ и температуре. Установка устреднителя имеет большое значение при строительстве, так как сокращает производительность остальных объектов очистки.

Зачастую, применяются усреднители проточного типа, они представляют собой многоканальные резервуары, с различной длиной или шириной каналов.

Существует два типа: прямоугольный, данный вид спроектирован Ванякиным Д.М. и круглый, по проекту Шпилева Д.А. Круглый вид отличается неравномерным распределением расхода воды по каналам.

Для усреднения расхода при разработке технологической схемы для винодельческого производства, применяется многоканальный усреднитель с различной длиной каналов, с залповым сбросом воды, показан на рисунке 13.

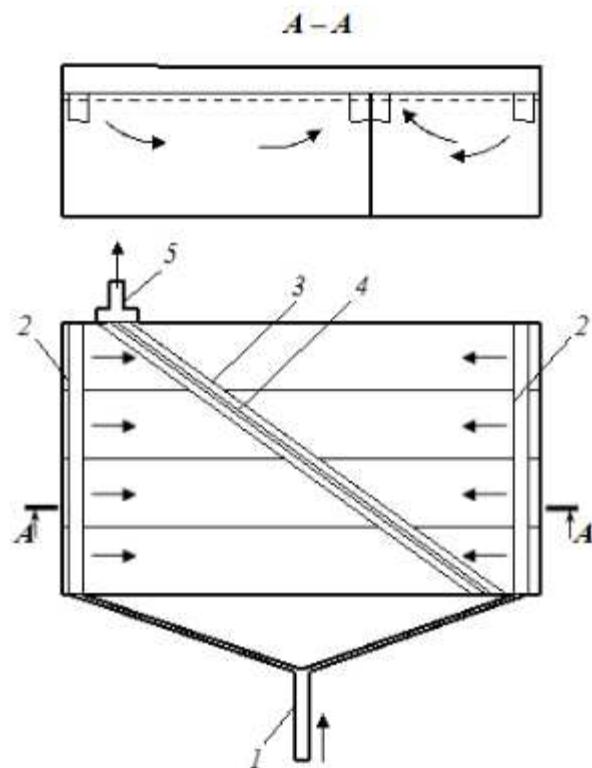


Рисунок 13 – Прямоугольный многоканальный усреднитель с различной длиной каналов: 1 – канал подачи воды; 2 – распределительный лоток; 3 – сборный лоток; 4 – глухая перегородка; 5 – канал отвода воды

Залповый сброс используется при высококонцентрированных потоках и выравнивается с помощью многоканального усреднителя. Тип усреднителя подбирается по некоторым характеристикам: количество нерастворенных загрязнений и динамики поступления сточных вод. Динамика воды при залповом сбросе, показана на рисунке 14.

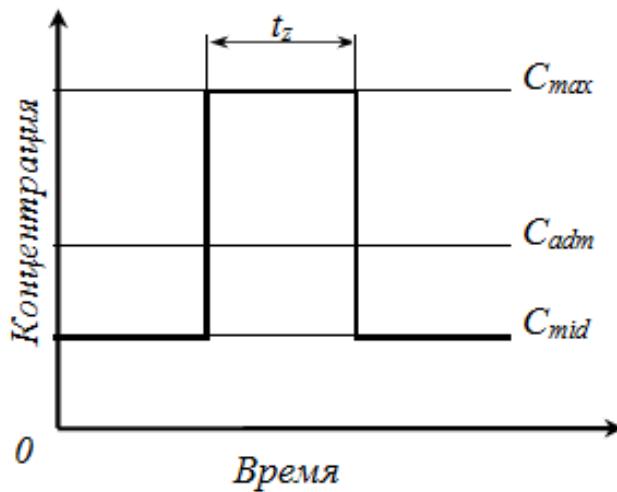


Рисунок 14 – Динамика состава сточной воды при залповом сбросе

По характеру колебания концентраций, количества взвешенных веществ и их виду, был выбран многоканальный усреднитель, его характеристики указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Область применения усреднителя

Тип	Характер нестационарности	Взвешенные вещества	
		Концентрация, мг/л	Гидравлическая крупность, мм/с
Многоканальный	Залповый	≤ 500	≤ 5

Объем усреднителя.

Рассчитывается требуемый коэффициент усреднения K_{av}

$$K_{av} = \frac{C_{max} - C_{mid}}{C_{adm} - C_{mid}}, \quad (2.1.1)$$

где C_{max} – максимальная концентрация загрязнений в стоке, мг/л;

C_{mid} – средняя концентрация загрязнений в стоке, мг/л;

C_{adm} – концентрация, допустимая по ходу работы последующих сооружений, мг/л.

$$K_{av} = \frac{580 - 180}{250 - 180} = 5,7$$

Рассчитывается объем усреднителя W_z

$$W_z = 0,5 \cdot q_w \cdot t_z \cdot K_{av}, \quad (2.1.2)$$

где q_w – расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$;

t_z – длительность залпового сброса, ч.

$$W_z = 0,5 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 5,7 = 213,5 \text{ м}^3.$$

Принимаем количество секций, $n = 2$.

Принимаем глубину усреднителя, $H = 1,5 \text{ м}$.

По формуле определяется площадь каждой секции усреднителя

$$F = \frac{W}{n \cdot H}, \quad (2.1.3)$$

$$F = \frac{213,5}{1,5 \cdot 2} = 72 \text{ м}^2.$$

Ширина одной секции, для прямоугольного усреднителя принимается $B = 8 \text{ м}$.

Длина усреднителя будет равна

$$L = \frac{F}{B}, \quad (2.1.4)$$

$$L = \frac{72}{8} = 9 \text{ м.}$$

Принимаем длину каналов 10 м.

Количество каналов в одной секции, $n_{can} = 4$.

Отсюда находим ширину каждого канала

$$b_{can} = \frac{B}{n_{can}}, \quad (2.1.5)$$

$$b_{can} = \frac{8}{4} = 2 \text{ м.}$$

$$Q_{возд} = n \cdot L_{\delta} \cdot q_{\delta}, \quad (2.1.6)$$

где L_{δ} – длина барботера, м;

q_{δ} – расход воздуха, м³/ч.

$$L_{\delta} = L - 0,2, \quad (2.1.7)$$

$$L_{\delta} = 10 - 0,2 = 9,8 \text{ м.}$$

$$q_{\delta} = 8 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$Q_{возд} = 4 \cdot 9,8 \cdot 8 = 313,6 \text{ м}^3/\text{ч} = 5,23 \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (2.1.8)$$

2.2 Подбор воздуходувки

Подбираем и принимаем одну рабочую и одну резервную одноступенчатую воздуходувку, серии МТ, показана на рисунке 15.



Рисунок 15 – Одноступенчатая воздуходувка МТ 06-230

Краткие технические характеристики:

- Максимальная производительность – $55 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Мощность – 0,25 кВт;
- Частота – 50 Гц;
- Разность давления ΔP (вакуум) – 80 мБар;
- Давление – 90 мБар;
- Вес – 7 кг;
- Шум – 50дБ;
- Габаритные размеры – $242 \times 190 \times 203$ мм.

Схема габаритов представлена на рисунке 16

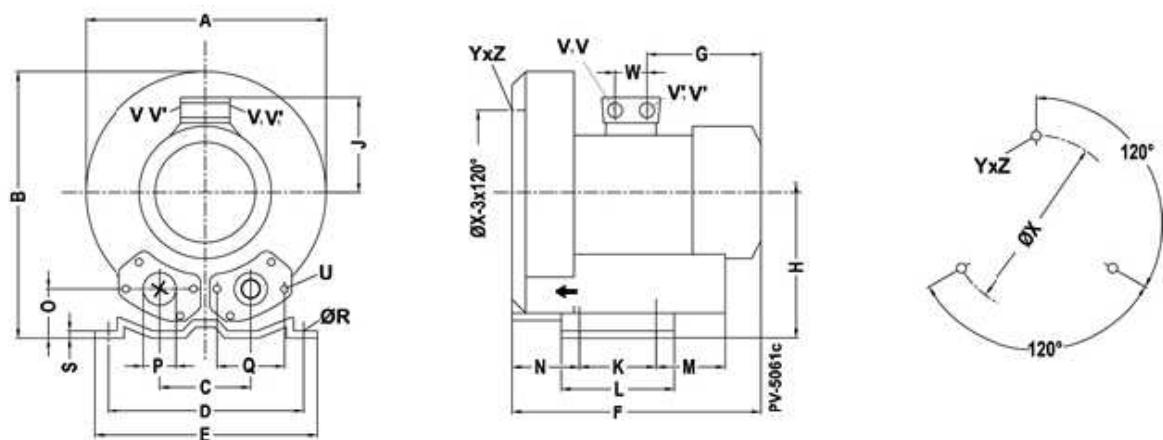


Рисунок 16 – Схема воздуходувки типа МТ 60-230

2.3 Подбор насоса от усреднителя

Для подачи воды от усреднителя далее по схеме, подбираем центробежный насос Grundfos NS, с одним или двумя центробежными колесами, подходит для промышленных объектов. Устанавливаемые электродвигатели относятся к асинхронному типу, насос показан на рисунке 17.



Рисунок 17 – Центробежный насос Grundfos NS

Схема габаритов насоса показана на рисунке 18.

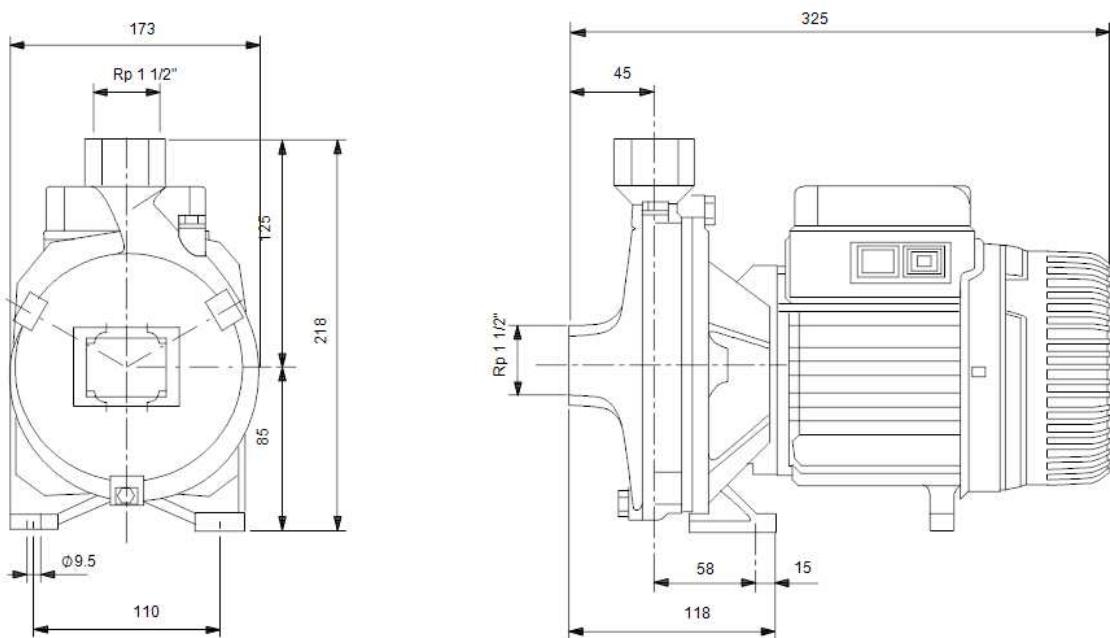


Рисунок 18 – Центробежный насос Grundfos, тип NS 13-18

Характеристики насоса:

- Давление – max 8 бар;
- Напряжение питания – 220-240 В, 50 Гц;
- Класс изоляции – F;
- Частота пусков, остановок – max 20 в час.

Основными преимуществами данного типа насосов являются:

- Широкий диапазон рабочих температур;
- Моноблочная конструкция обеспечивает высокую надежность;
- Многоуровневая защита от перегрева.

2.4 Расчет суженного участка трубопровода для подачи реагента

Перед смесителем находится суженный участок водовода, через который в воду поступает раствор реагента из дозатора, схема показана на рисунке 19.

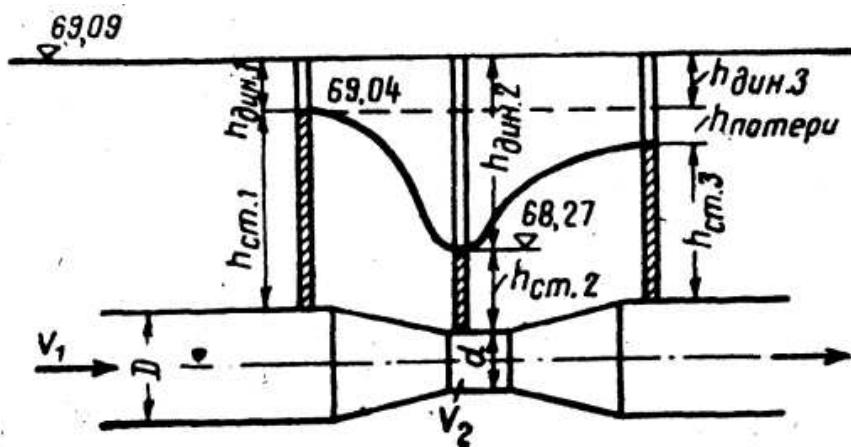


Рисунок 19 – Схема сужения водопровода для ввода реагента

Определяем диаметр одного подводящего водовода

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}}, \quad (2.4.1)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0139}{3,14 \cdot 0,6}} = 0,17 \text{ м.}$$

где q – расход воды, л/с.

Принимаем диаметр одного подводящего водовода 100 мм.

Диаметр суженного участка

$$D = \frac{100}{2} = 0,05 \text{ м.} \quad (2.4.2)$$

Принимаем диаметр суженного участка 50 мм.

Рассчитывается динамичное давление воды в водоводе

$$h_{воды1} = \frac{v_1^2}{2 \cdot g}, \quad (2.4.3)$$

$$h_{воды1} = \frac{0,6^2}{2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ м.}$$

Динамичное давление в суженном участке

$$h_{воды2} = \frac{v_2^2}{2 \cdot g}, \quad (2.4.4)$$

$$h_{воды2} = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,07 \text{ м.}$$

Потери напора в суженном участке

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g}, \quad (2.4.5)$$

$$h = \frac{0,6^2 \cdot 1,2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,03 \text{ м.}$$

2.5 Аппарат для дозирования и подачи реагента

Для подачи нужного количества реагента, применяются аппараты дозирования. В производстве существуют два основных вида:

1. Дозаторы постоянной дозы, устанавливаются на водоочистных станциях с равномерным расходом воды. К ним относят: поплавковые дозаторы, дозировочные баки с постоянным уровнем и сечением входного отверстия, насосы – дозаторы марок НД;

2. Дозаторы пропорциональной дозы, позволяют автоматически изменять дозу подаваемого реагента, если во время работы водоочистной станции, меняется расход обрабатываемой воды.

Любые типы дозаторов, исходя их конструктивного устройства подразделяют на напорные и безнапорные.

Для схемы винодельческого производства, будет использоваться безнапорный поплавковый дозатор постоянной дозы, рисунок 20.

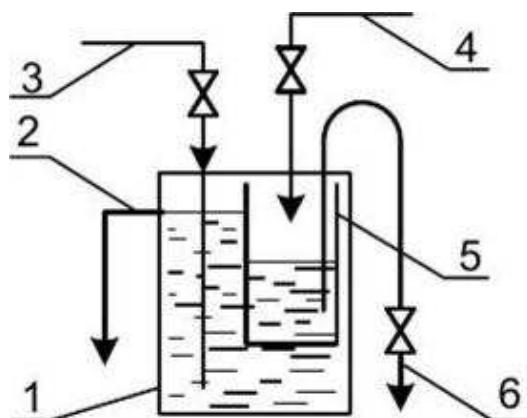


Рисунок 20 – Схема дозатора поплавкового типа: 1 – бак дозатора; 2 – подача раствора реагента; 3 – подача реагента в бак дозатора; 4 – подача воды в бачок - поплавок; 5 – бачок-поплавок; 6 – сифон, для опорожнения поплавка

В ходе работы аппарата дозирования, бак дозатора заполняется раствором реагента, до уровня сливной трубы. При подаче воды в бачок-поплавок, поплавок тонет, вытесняя нужное количество реагента в смеситель. Всегда параллельно работают два дозатора, во время опорожнения одного, в работе находится второй бачок - поплавок.

2.6 Применение реагента KMnO_4

Перманганат калия – марганцовокислый калий, калиевая соль марганцовой кислоты. Представляет собой темно-фиолетовые кристаллы с металлическим блеском. KMnO_4 может растворяться в воде, жидком аммиаке, ацетоне, метаноле. Растворение реагента в воде показано в таблице 4.

Таблица 4 – Растворимость KMnO_4 в воде

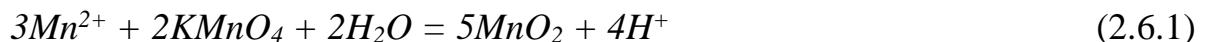
Наименование показателя	Значения показателей						
Температура, °C	10	20	25	30	40	50	65
Растворимость, г/100г воды	4,22	6,36	7,63	9	12,5	16,8	25

В аппарате для дозирования находится KMnO_4 , его использование для очистки сточных вод считается достаточно эффективным, так как он прост по составу и очищает воду от железа и марганца при их совместном нахождении в очищаемой воде.

Применяет на различных водоочистных станциях, в том числе на станциях винодельческого производства, с его помощью из воды выводится запах и привкус, который вызван большим количеством в воде растворенных взвешенных веществ, а так же соединений железа и марганца.

Добавление KMnO_4 будет проводится как дополнительная очистка воды перед подачей ее в смеситель и далее по схеме в аэрационный фильтр, с загрузкой Birm.

По уравнению видно, что при введении перманганата калия, растворенный марганец окисляется и образует в ходе реакции малорастворимый оксид марганца



Хлопья, образующиеся в реакции, обладают высокими сорбционными свойствами, имея высокую удельную поверхность 300м^2 на 1гр осадка.

Данный осадок считается хорошим катализатором, позволяющим вести деманганацию при $pH = 8,5$.

Опытным путем было исследовано влияние $KMnO_4$ на очистку промышленной пробы, с помощью фильтрационной колонки, приложение

2.7 Расчет смесителя

Смесители, на станциях водоочистки применяются для распределения реагентов в массе воды, так чтобы она стала более равномерной и дальнейшие реакции протекали благоприятно.

Смешивание воды с реагентами в смесителе должно проходить достаточно быстро, около 1 – 2 мин.

В практике на территории России применяют несколько видов смесителей: шайбовый, вихревой, дырчатый и перегородчатый.

Для технологической схемы очистки воды на винном производстве, будет применяться перегородчатый смеситель, рисунок 21.

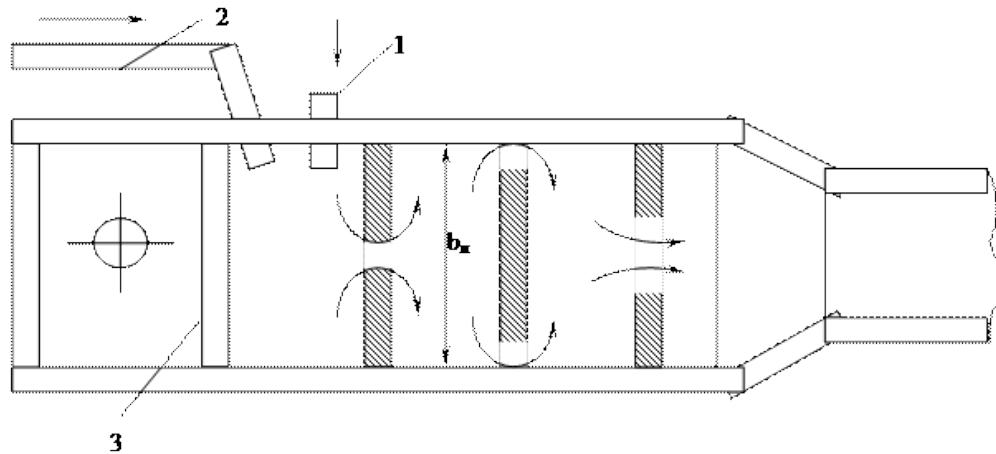


Рисунок 21 – Перегородчатый смеситель: 1 – труба для подачи воды; 2 – труба для подачи реагента; 3 – переливная стенка; 4 – перегородки

Данный тип смесителей изготавливают из железобетона, который состоит из резервуара и перегородок. Количество перегородок для различных размеров резервуара, применяют как правило от 3 до 9.

При расчете смесителя необходимо учитывать

$$Q_{час} = 50 \text{ м}^3/\text{час}, \quad q_{сек} = 0,0139 \text{ л/с.}$$

Для составляемой схемы водоочистки, будем рассчитывать перегородчатый смеситель с тремя поперечными вертикальными перегородками.

Сечение лотка, при $v_l = 0,6 \text{ м/сек}$

$$f_l = \frac{q_{сек}}{v_l}, \quad (2.7.1)$$

$$f_l = \frac{0,0139}{0,6} = 0,023 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды в конце смесителя $H = 0,4 \text{ м.}$

Ширина лотка

$$b_{\lambda} = \frac{f_{\lambda}}{H}, \quad (2.7.2)$$

$$b_{\lambda} = \frac{0,023}{0,4} = 0,057 \text{ м.}$$

Потеря напора в каждом сужении, при скорости движения воды в них, $v_c = 1 \text{ м/с.}$

$$h_c = \frac{v_c^2}{\mu^2 \cdot 2 \cdot g}, \quad (2.7.3)$$

$$h_c = \frac{1^2}{0,62^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ м.}$$

При наличии трех перегородок $\Sigma h_c = 0,39 \text{ м.}$

Размеры суженных проходов для воды:

Центральная перегородка

$$f_{c.u} = 0,5 \cdot \frac{q}{v_c}, \quad (2.7.4)$$

$$f_{c.u} = 0,5 \cdot \frac{0,0139}{1} = 0,006 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды ниже центральной перегородки

$$h_2 = 0,4 + h_c, \quad (2.7.5)$$

$$h_2 = 0,4 + 0,13 = 0,53 \text{ м.}$$

Боковые проходы

$$h_n = 0,53 - 0,13 = 0,4 \text{ м.} \quad (2.7.6)$$

Необходимая ширина

$$b_n = \frac{f_{\text{с.н}}}{h_{\Pi}}, \quad (2.7.7)$$

$$b_n = \frac{0,006}{0,4} = 0,015 \text{ м} = 1,5 \text{ см.}$$

В первой и третьей перегородках делаются по одному суженному проходу.

Площадь одного прохода

$$f_{I,3} = \frac{q}{v_c}, \quad (2.7.8)$$

$$f_{I,3} = \frac{0,0139}{1} = 1,4 \text{ см}^2.$$

2.8 Расчет камеры хлопьеобразования

Камеры хлопьеобразования служат для агломерации мелких хлопьев коагуланта в более крупные и для полного перемешивания воды.

В схеме водоочистки, камера хлопьеобразования устанавливается перед вертикальным отстойником и совмещается с ним.

Вода в камере должна находиться от 6 до 30 минут, время пребывания определяется из конструктивных особенностей камеры.

В отстойники вода из камер попадает путем их отвода с очень низкой скоростью, низкая скорость нужна для того, чтобы образовавшиеся хлопья не разрушались. Для мутных и цветных устанавливается различная скорость, 0,1м/сек и 0,05 м/сек соответственно.

По схеме установлена водоворотная камера хлопьесборения, совмещенная с вертикальным отстойником нисходящего - восходящим потоком рисунок 22.

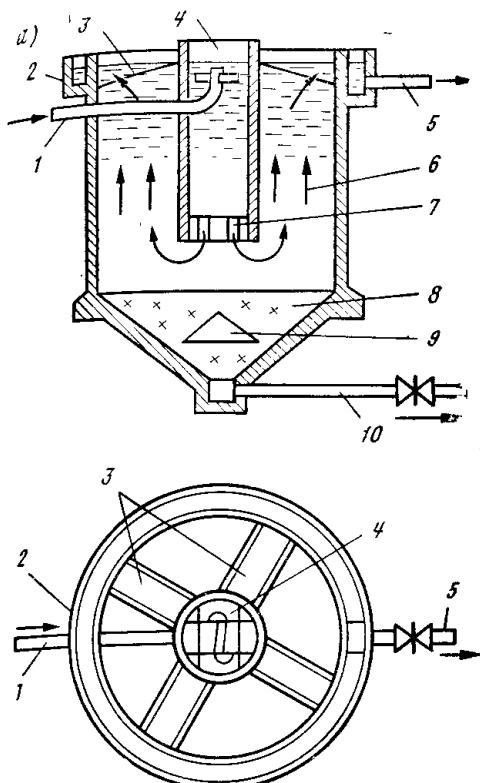


Рисунок 22 – Водоворотная камера хлопьесборения встроенная в вертикальный отстойник: 1 – подача воды; 2 – кольцевой водосборный лоток; 3 – радиальный водосборный лоток; 4 – водоворотная камера; 5 – отвод осветленной воды; 6 – зона осветления воды; 7 – гаситель; 8 – зона накопления и уплотнения осадка; 9 – конусный отражатель; 10 – удаление осадка

Потеря напора в сопле

$$h_c = 0,06 \cdot v_{\phi}^2 \quad (2.8.1)$$

$$h_c = 0,06 \cdot 8^2 = 3,84$$

где v_ϕ^2 – фактическая скорость выхода воды из сопла.

Щиты в нижней части камеры: высота – 0,8 м; размер ячеек в плане – 0,5×0,5 м.

Водоворотная камера устанавливается в центре вертикального отстойника.

Диаметр отстойника, $D = 4$ м, $Q_{\text{час}} = 50$ м³/ч.

Площадь одной водоворотной камеры

$$f_k = \frac{Q_{\text{час}} \cdot t}{60 \cdot H_1 \cdot N}, \quad (2.8.2)$$

$$f_k = \frac{50 \cdot 15}{60 \cdot 3,6 \cdot 4} = 0,86, \text{ м}^2.$$

где t – время пребывания воды в камере, 15-20 мин;

H_1 – высота камеры, м;

H_0 – высота зоны осаждения вертикального отстойника, 4 - 5 м;

N – расчетное количество вертикальных отстойников и камер хлопьеобразования, $N = 4$.

$$H_1 = 0,9 \cdot H_0 = 3,6 \quad (2.8.3)$$

Диаметр водоворотной камеры

$$d_k = 1,13 \cdot \sqrt{f_k} = 1,05 \quad (2.8.4)$$

Секундный расход воды

$$q_{сек} = \frac{Q}{N \cdot 3600}, \quad (2.8.5)$$

$$q_{сек} = \frac{50}{4 \cdot 3600} = 0,0085 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Диаметр подводящего водопровода $d_m = 100 \text{ мм.}$

Скорость подвода воды принимаем $0,8 \text{ м/сек.}$, в рекомендуемых пределах $0,8 - 1 \text{ м/сек.}$

Подача воды производится через сопло, направленного тангенциаль но.

Размещение сопла

$$0,2 \cdot d_k = 0,2 \cdot 1,05 = 0,21 \text{ м.} \quad (2.8.6)$$

от стенки камеры на глубине $0,5 \text{ м}$ от поверхности воды.

Диаметр сопла

$$d_c = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q_{сек}}{\mu \cdot v_c}}, \quad (2.8.7)$$

$$d_c = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,0085}{0,908 \cdot 2,5}} = 0,0069 \approx 70 \text{ мм.}$$

Длина сопла

$$l_c = \frac{d_c}{2} \cdot ctg \cdot \frac{\beta}{2}, \quad (2.8.8)$$

$$l_c = \frac{70}{2} \cdot ctg \cdot \frac{25^\circ}{2} = 160 \text{ мм.}$$

Фактическая скорость воды из сопла

$$v_\phi = \frac{1,274 \cdot q_{cek}}{d_c^2 \cdot \mu}, \quad (2.8.9)$$

$$v_\phi = \frac{1,274 \cdot 0,0085}{70^2 \cdot 0,908} = 2,46 \text{ м/сек.}$$

Потери напора

$$h_c = 0,06 \cdot v_\phi^2, \quad (2.8.10)$$

$$h_c = 0,06 \cdot 2,46^2 \approx 0,36 \text{ м.}$$

2.9 Расчет отстойника

Отстойники применяются для выделения из воды крупных хлопьев, плотность которых превышает плотность сточной воды, они считаются наиболее простыми и наименее трудоемкими сооружениями. Под действием силы тяжести, осадок опускается на дно отстойника.

Отстойные сооружения имеют несколько классификаций:

- По характеру работы: периодического и непрерывного действия;
- По технологической роли: первичные (применяются для осветления сточной воды), вторичные (используются для отстаивания воды после биологической очистки), третичные отстойники (доочистка воды), илоуплотнители, осадкоуплотнители;
- По направлению движения потока воды: вертикальные, горизонтальные, вертикальные, наклонные;
- По способу обеспечения флокуляции взвешенных веществ: активные и пассивные;

- По способу выгрузки осадка: сооружения со скребковым механизмом, илососы, гидросмывы.

В настоящее время на очистных станциях применяют отстойники нисходяще – восходящего потока. В таких отстойниках осадок успевает осесть до поступления воды в кольцевую зону, где проходит ее осветление, рисунок 23.

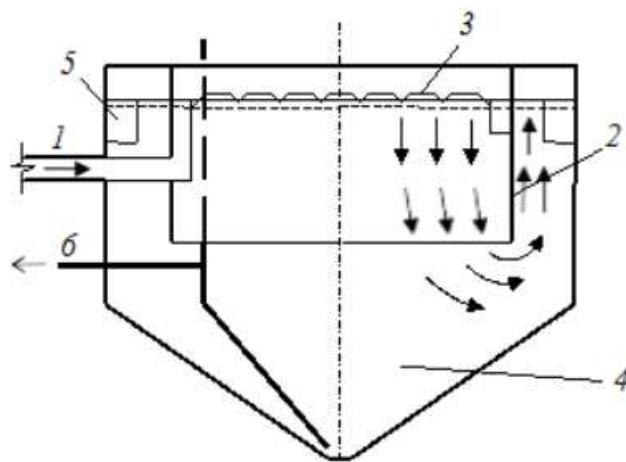


Рисунок 23 – Отстойник с нисходяще – восходящим потоком: 1 – подающий водопровод; 2 – кольцевая перегородка; 3 – зубчатый водослив; 4 – осадочная часть; 5 – периферийный сборный лоток; 6 – удаление осадка

Единственным недостатком данных отстойников, является большая глубина сооружений, но даже при этом считается наиболее популярным благодаря легкости в эксплуатации и простоте конструкции.

Основной характеристикой отстойника является эффективность осветления (отстаивания), данную характеристику определяют по выражению

$$\Theta = 100 \cdot \frac{C_{\text{вн}} - C_{\text{вх}}}{C_{\text{вн}}}, \quad (2.9.1)$$

$$\Theta = 100 \cdot \frac{360 - 150}{360} = 60\%$$

где C_{en} – начальная концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в отстойник, мг/л;

C_{ex} – допустимая конечная концентрация взвешенных веществ в осветленной воде, мг/л.

Учитывая расход и необходимый эффект осветления, был подобран вертикальный отстойник нисходяще - восходящего потока, характеристики осветления указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики осветления воды в отстойнике

Тип отстойника	Производительность вodoочистной станции, тыс. $m^3/сут$	Эффект осветления, %
Вертикальный: – с нисходяще - восходящим потоком	2 – 20	60 – 65

Определяем значение гидравлической крупности u_0

$$u_0 = \frac{1000 \cdot (H_{set} \cdot K_{set})}{t_{set} \cdot (\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1})^{n_2}}, \quad (2.9.2)$$

где H_{set} – глубина проточной части в отстойнике, м;

K_{set} – коэффициент использования объема проточной части отстойника;

t_{set} – продолжительность отстаивания;

h_1 – глубина слоя, 0,5 м;

n_2 – показатель степени $n = 0,25$.

Показатель глубины проточной части H_{set} и коэффициент K_{set} определяются по таблице 6, продолжительность отстаивания t_{set} находят с

помощью интерполяции, значения для которой представлены в таблице 7, n_2 – показатель степени, определяется по рисунку 24.

Таблица 6 – Расчетные параметры первичного отстаивания

Тип отстойника	Коэффициент использования объема, K_{set}	Рабочая глубина отстойной части, H_{set} , м	Скорость рабочего потока v_w , мм/с
Вертикальный: – с нисходящим – восходящим потоком	0,65	2,7 – 3,8	$2u_0 – 3u_0$

Таблица 7 – Продолжительность отстаивания воды

Эффект осветления, %	Продолжительность отстаивания t_{set} , с, в слое $h_1 = 500$ мм при концентрации взвешенных веществ, мг/л		
	200	300	400
60	7200	3600	2700

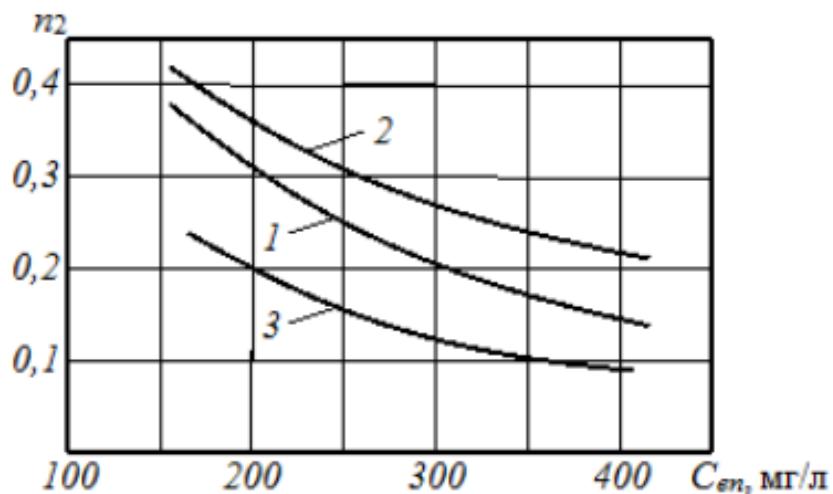


Рисунок 24 – Зависимость показателя степени n_2 от исходной концентрации взвешенных веществ в сточных водах $C_{BП}$ при эффекте отстаивания:

1 – при $\mathcal{E} = 50\%$; 2 – при $\mathcal{E} = 60\%$; 3 – при $\mathcal{E} = 70\%$

С помощью интерполяции определяем t_{set}

$$t_{set} = \frac{7200 - (7200 - 3600) \cdot (360 - 300)}{400 - 300} = 1728 \text{ с.} \quad (2.9.3)$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot (3 \cdot 0,65)}{1728 \cdot (\frac{0,65 \cdot 3}{0,5})^{0,25}} = 0,8 \text{ мм/с.}$$

Принимаем диаметр отстойника

$$D_{set} = 4 \text{ м.}$$

Количество отделений отстойника n

$$n = \frac{q_w}{1,41 \cdot K_{set} \cdot D_{set}^2 \cdot u_0}, \quad (2.9.4)$$

где q_w - часовой расход сточной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$n = \frac{50}{1,41 \cdot 0,65 \cdot 16 \cdot 0,8} = 4,26$$

Принимаем 5 отделений отстойника

Диаметр отстойника D_n

$$D_n = D_{set} \cdot \sqrt{0,5}, \quad (2.9.5)$$

$$D_n = 4 \cdot \sqrt{0,5} = 2,8 \text{ м.}$$

Высота кольцевой перегородки H_n

$$H_n = \frac{2 \cdot H_{set}}{3}, \quad (2.9.6)$$

$$H_n = \frac{2 \cdot 3}{3} = 2 \text{ м.}$$

Общая высота цилиндрической части H_u

$$H_u = H_{set} + H_2 + H_3, \quad (2.9.7)$$

$$H_u = 3 + 0,3 + 0,5 \text{ м.}$$

где H_2 - высота нейтрального слоя между низом отражательного щита и слоем осадка, равным 0,3 м;

H_3 - высота борта отстойника 0,5 м.

Высота конусной части отстойника H_k

$$H_k = 0,5 \cdot D_{set} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.9.8)$$

$$H_k = 0,5 \cdot 4 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ = 2,38$$

Общая высота отстойника H

$$H = H_u + H_k, \quad (2.9.9)$$

$$H = 3,8 + 2,38 = 6,18 \text{ м}$$

Количество осадка Q_{mud} , выделяемого при отстаивании за сутки

$$Q_{mud} = \frac{Q \cdot (C_{\text{вп}} - C_{\text{вх}})}{(100 - p_{mud}) \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \quad (2.9.10)$$

$$Q_{mud} = \frac{1200 \cdot (360 - 150)}{(100 - 94) \cdot 1 \cdot 10^4} = 4,2 \text{ м}^3/\text{сум.}$$

где Q – суточный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут.}$

p_{mud} - влажность осадка, равная 94 - 96%;

γ_{mud} - плотность осадка, равная 1 $\text{г}/\text{см}^3$.

2.10 Расчет фильтра

Для глубокой очистки производственных сточных вод, которые прошли биологическую или физико - химическую очистку, устанавливаются фильтрационные сооружения и установки. Фильтры классифицируют на сетчатые барабанные фильтры и фильтры с зернистой загрузкой.

Фильтры с зернистой загрузкой:

- По направлению потока: нисходящие, восходящие и в редких случаях с горизонтальным потоком;
- По конструкции: однослойные, двухслойные, аэрируемые и каркасно - засыпные;
- По виду фильтрующих материалов: используются природные (кварцевый песок, гравий, керамзит, горелые материалы, мраморная крошка) или искусственные (полистерол, различные типы полимеров).

В фильтрах в ходе прохождения через него воды, задерживаются мелкодисперсные взвешенные частицы и активные ил, которые попадают в фильтр после отстойника или же осветлителей.

Существует два вида работы фильтров: рабочий и форсированный режим. Форсированный режим возникает при отключении некоторых отдельных секций фильтров, в это время фильтрование протекает быстрее.

В фильтрах с зернистой загрузкой необходимо проводить регенерацию, путем промывки водой или водой с воздухом, синтетические материалы подвергаются отжиму.

На станции винодельческого производства устанавливается аэрируемый фильтр с зернистой загрузкой рисунок 25.

В толщу загрузки, во время работы фильтра, подается сжатый воздух или кислород, данная процедура необходима для интенсификации биохимического процесса внутри фильтра. Процесс очистки воды ведется в два этапа, во время первого происходит очищение воды от взвешенных веществ, во время второго выводятся растворенные и коллоидные органические загрязнения.

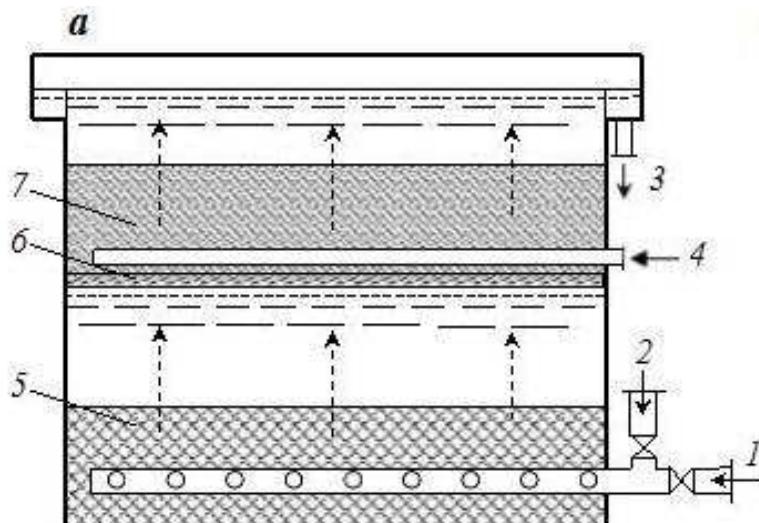


Рисунок 25 – Аэрируемый двухъярусный фильтр: 1 – подача исходной воды; 2 – подача промывной воды; 3 – отвод фильтрата и промывной воды; 4 – подача воздуха; 5 – загрузка первого яруса; 6 – дырчатая перегородка; 7 – загрузка второго яруса

При установке данного типа фильтра на водоочистных станциях достигается снижение взвешенных веществ в сточной воде на 80 - 90% и БПК_{полн} на 75 - 80%.

В качестве фильтрующей загрузки на винном производстве будет использоваться сорбент Вігм. В аэрируемом двухъярусном фильтре, чтобы

загрузка не всплывала на поверхность, ее располагают между двумя слоями гравия, который так же используется в качестве зернистой загрузки. Использование данного сорбента обусловлено его способностью удалять из воды марганец, более подробно сорбент описан в п2.11.

Таблица 8 – Расчетные параметры фильтра с зернистой загрузкой

Тип фильтра	Фильтрующий материал	Параметры фильтрационной загрузки		Высота слоя	Скорость фильтров, м/ч, при режиме		Интенсивность промывки, w, л/с·м ²	Продолжительность этапа промывки, t, мин	Продолжительность фильтроцикла, T _ф , ч
		min	max		Нормальный, v _ф	Форсированный, v _{фф}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аэрируемый	Поддерживаемый слой - гравий Загрузка - Birm	1	1,8	1	6-7	7-8	Вода 16-18	7-8	24
		3	6	1-1,5					
		2	32	0,45					

Таблица 9 – Область применения фильтра

Тип фильтра	Применение	Эффект очистки	
		По БПК _{полн} Э _{БПК}	По взвешенным веществам Э _{ВВ}
Аэрируемый	Глубокое удаление коллоидных и растворенных органических соединений	75 – 80	80 – 90

Определяем расчетный расход сточной воды, подаваемой на фильтр Q_ϕ

$$Q_\phi = 20,4 \cdot q_w, \quad (2.10.1)$$

где q_w – максимальный часовой приток сточной воды, м³/ч.

$$Q_\phi = 20,4 \cdot 1200 = 24480 \text{ м}^2/\text{сум.}$$

Количество промывок каждого фильтра за сутки n

$$n = \frac{24}{T_\phi}, \quad (2.10.2)$$

$$n = \frac{24}{24} = 1$$

Общая площадь фильтров F_ϕ

$$F_\phi = \frac{Q_\phi \cdot (1+m)}{v_\phi \cdot \left(T - \frac{n \cdot t_4}{60} \right) - 0,06 \cdot n(w_1 t_1 + w_2 t_2 + w_3 t_3)}, \quad (2.10.3)$$

где m – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку барабанных сеток, равный 0,003 - 0,005;

w_1 – интенсивность, л/(с·м²) начального взрыхления верхнего слоя загрузки продолжительностью t_1 , мин;

w_2 – интенсивность подачи воды, л/(с·м²) с продолжительностью водо-воздушной промывки t_2 , мин;

w_3 – интенсивность промывки, л/(с·м²) продолжительностью t_3 , мин;

t_4 – продолжительность простоя фильтра в связи с промывкой, равная 20 мин;

T – продолжительность работы станции в течении суток, ч.

$$F_\phi = \frac{24480 \cdot (1+0,003)}{6 \cdot \left(24 - \frac{1 \cdot 20}{60}\right) - 0,06 \cdot 1(0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 18 \cdot 8)} = 184,11 \text{ м}^2.$$

Число секций фильтров N

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F_\phi}, \quad (2.10.4)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{184,11} = 6,78 \approx 7 \text{ шт}$$

Принимаем 7 секций фильтров

Площадь одной секции фильтра F_1

$$F_1 = \frac{F_\phi}{N}, \quad (2.10.5)$$

$$F_1 = \frac{184,11}{7} = 26,3 \text{ м}^2$$

Принимаем размеры в плане 7×4 м. Количество секций находящихся в ремонте $N_p = 1$.

Общее количество секций фильтров принято 7:

Рабочие – 5;

Промывка – 1;

Резерв – 1.

Скорость воды при форсированном режиме $v_{\phi\phi}$

$$v_{\phi\phi} = \frac{v_{\phi} \cdot N}{N - N_p}, \quad (2.10.6)$$

$$v_{\phi\phi} = \frac{6 \cdot 7}{7 - 1} = 7 \text{ м/с.}$$

Данное значение не превышает параметров по таблице 8.

Промывка аэрируемого фильтра может быть водо-воздушной или водянной. Перед промывкой из фильтра спускают воду, до уровня загрузки нижней ступени очистки, затем подают воду и воздух для очищения, дополнительной очисткой служит заключительная промывка водой.

2.11 Применение зернистой загрузки Birm

На винодельческом производстве, для которого была разработана схема по очистке сточных вод, установлен аэрируемый фильтр, так как используемый сорбент работает исключительно с аэрацией. В его загрузку будут входить сорбент Birm, который представляет собой легкую пористую загрузку, находящуюся между двумя слоями гравия. Такие кассеты необходимы для того, чтобы удержать загрузку и она образовала две ступени очистки не всплывая на поверхность фильтра.

Сорбент Birm является катализатором реакции окисления соединений железа и марганца растворенным в воде кислородом. Получившиеся нерастворенные соединения железа и марганца осаждаются и отфильтровываются в слое загрузки. Весь получившийся осадок удаляется обратной промывкой фильтра.

Данный сорбент не требует химических реагентов для восстановления каталитической способности.

Поставщик – фирма Clock Corporation (США).

Изготовитель не указывает состава сорбента, но если судить по физико-химическим и технологическим свойствам, можно считать что, его основой является модифицированный вид алюмосиликата (циолит), на поверхность которого нанесена тонкая пленка (менее 0,005% общего веса) оксида железа, марганца и кремния. Отличается данный сорбент коротким сроком службы и большим количеством ограничений, не допускается наличие в воде сероводорода, нефтепродуктов, полифосфатов при этом недорогой, достаточно известный и доступный в покупке.



Рисунок 26 – Сорбент Birm

Основные свойства сорбента:

- Цвет – черный, темно-серый;
- Плотность насыпная – 0,7-0,8, г/см³;
- Истинная плотность – 2, г/см³;
- Коэффициент однородности – $K_h = 2,7$;
- Размер гранул – 0,42-2,0, мм;
- Эффективный размер – 0,6, мм;

- Высота фильтрующего слоя –75-90, см;
- Скорость фильтрования в рабочем режиме – 8,5-12, м/ч;
- Скорость потока при обратной промывке – 25-30, м/ч;
- Расширение слоя – 25-40%.

Условия применения:

- Температура воды – 5-40 °C;
- pH исходной воды – 6,8-9 в том числе: 8,0-9,0 – при удалении марганца; 6,8-8,5 – при удалении железа ($\text{pH} > 8,5$ возможно образование трудноудаляемого коллоидного железа); 8,0-8,5 – при совместном удалении железа и марганца.

Графики потери давления и расширения показаны на рисунках 27 (а,б).

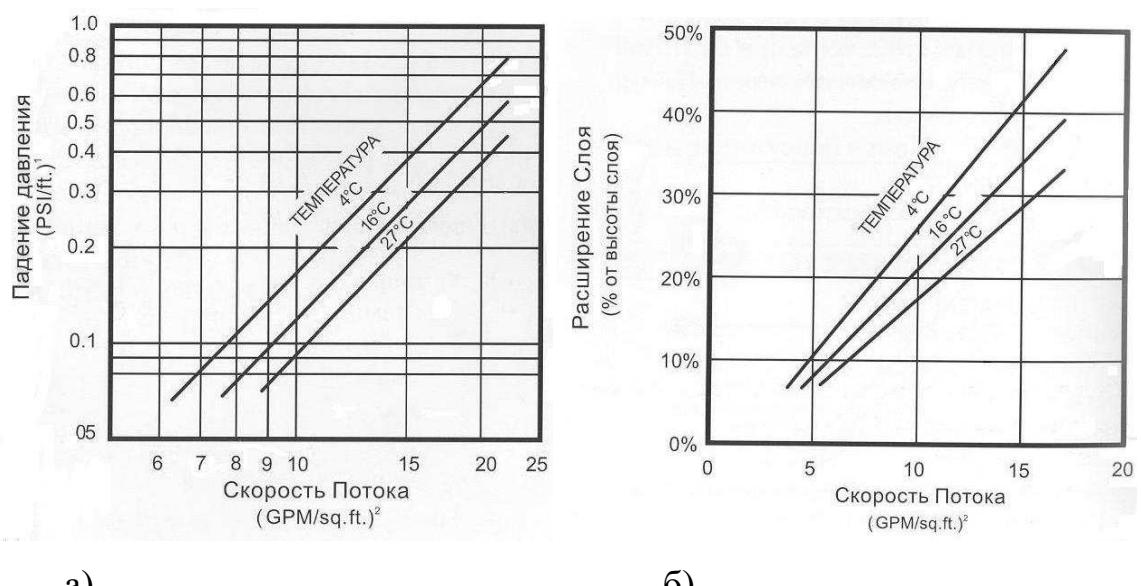


Рисунок 27 – а. – Потеря давления в режиме сервиса; б. – Расширение слоя во время обратной промывки.

Перед эксплуатацией, сорбент необходимо промывать обратным потоком воды в течении 20–30 минут, до получения на выходе воды, по цвету равной исходной воде. Промывка проходит в колонне, места в ней должно быть достаточно для расширения сорбента примерно на 35%.

Данный вид сорбента не имеет достойных аналогов.

2.12 Резервуар чистой воды

В РВЧ необходимо иметь воды, на две промывки в сутки.

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{АК}} + W_{\text{COS}}, \quad (2.12.1)$$

$W_{\text{АК}}$ – аккумулирующий объем за 3 часа непрерывного запаса.

$$w_{\text{АК}} = 3 \cdot q_{\text{ч}}, \quad (2.12.2)$$

$$w_{\text{АК}} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ м}^3.$$

W_{COS} – объем воды необходимый на собственные нужды станции.

$$W_{\text{COS}} = W_{\text{пром}} + W_{\text{осад}}, \quad (2.12.3)$$

$$W_{\text{пром}} = \frac{2 \cdot \omega \cdot t \cdot 3600 \cdot F_{\phi}}{1000}, \quad (2.12.4)$$

$$W_{\text{пром}} = \frac{2 \cdot 12,5 \cdot 0,3 \cdot 3600 \cdot 1,2}{1000} = 10,8 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{осад}} = \frac{\kappa_p \cdot (C_p - m)}{\delta} \cdot 100\%, \quad (2.12.5)$$

$$W_{\text{осад}} = \frac{1,3 \cdot (360 - 8)}{12000} \cdot 100\% = 3,8 \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{COS}} = 10,8 + 3,8 = 14,6 \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{РЧВ}} = 15 + 14,6 = 29,6 \text{ м}^3.$$

Площадь РЧВ

$$F_{\text{РЧВ}} = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{H}, \quad (2.12.6)$$

$$F_{\text{РЧВ}} = \frac{29,6}{2} = 14,8 \text{ м}^2.$$

Принимаем РЧВ $5 \times 3 \text{ м}$.

2.13 Расчет установки для обеззараживания воды

Одним из современных способов обеззараживания воды является установка на производстве бактерицидных облучателей. Способ не требует добавления в воду дополнительных реагентов, не влияет на свойства и состав воды, полностью автоматическая система. В отличии от хлора, действие обеззараживания происходит мгновенно.

Очищение воды обусловлено фотохимическому воздействию на бактерии, которые находятся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, которая излучается специальными лампами.

Факторы обеззараживания воды бактерицидными лампами:

- Бактерицидный поток используемых источников излучения;
- Поглощение излучения водой;
- Сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Рассчитываем бактерицидную установку с погружным источником излучения.

Расчетный бактерицидный поток

$$F_6 = \frac{Q_{\text{час}} \alpha \cdot \kappa \cdot \lg(P/P_0)}{1563,4 \cdot \eta_n \cdot \eta_0}, \quad (2.13.1)$$

где $Q_{\text{час}}$ – расчетный расход обеззараживаемой воды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

α – коэффициент поглощения облучаемой воды см^{-1} ;

κ – коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, равный 2500 $\text{мквт}\cdot\text{сек}/\text{см}^2$;

P – количество бактерий в 1 л воды после облучения, или коли-индекс облученной воды, принимаемый ≤ 3 (т.е. коли-титр не менее 330);

P_0 – количество бактерий в 1 л воды, или коли-индекс воды, до облучения; максимальное расчетное бактериальное загрязнение исходной воды принимается равным коли-индексу $P_0 = 1000$ (т.е. коли-титр составляет 1);

η_n – коэффициент использования бактерицидного потока; принимаемый равным: для установок с источником излучения погруженным 0,9 и непогруженным 0,75;

η_0 – коэффициент использования бактрицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических показателей и конструктивного типа установки, принимается 0,9.

$$F_6 = \frac{120 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot (-3)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 106,6 \text{ Bm.}$$

Потребное количество ламп n

$$n = \frac{F_6}{F_L}, \quad (2.13.2)$$

где F_L – расчетный бактерицидный поток лампы после 4500-5000 часов горения.

$$n = \frac{106,6}{50} = 2,132 \text{ Bm.}$$

Принимает $n = 3$.

Берем лампы типа РКС – 2,5, их характеристики показаны в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики ламп РКС – 2,5

Тип	Номинальная мощность лампы, Вт	Потребляемая мощность электрической энергии, вт	Напряжение, в		Сила тока на лампе, А	Бактерицидный поток лампы, Вт	
			В сети	На лампе		Номинальный	Расчетный, F_u
РКС-2,5	2500	2500	220	850	3,4	125	50-75

Расход электроэнергии на обеззараживание воды

$$S = \frac{N \cdot n}{Q_{\text{час}}}, \quad (2.13.3)$$

где N – мощность потребляемая одной лампой, Вт.

$$S = \frac{2500 \cdot 3}{120} = 62,5 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3.$$

Потери напора в установке

$$h = 0,0002 \cdot m \cdot Q_1^2, \quad (2.13.4)$$

где m – принятое количество камер в одной секции;

Q_1 – расчетный расход воды через одну секцию установки, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$h = 0,00002 \cdot 3 \cdot 120^2 = 0,95 \text{ м.}$$

Для установки на винодельческом производстве будем использовать погружную установку типа ОВ-АКХ-1, смонтирована из трех последовательно соединенных в одну секцию герметичных камер, в которых размещены наиболее мощные бактерицидные лампы типа РКС-2,5 в кварцевых чехлах. Одна секция камеры является резервной, схема установки с размерами показана на рисунке 28.

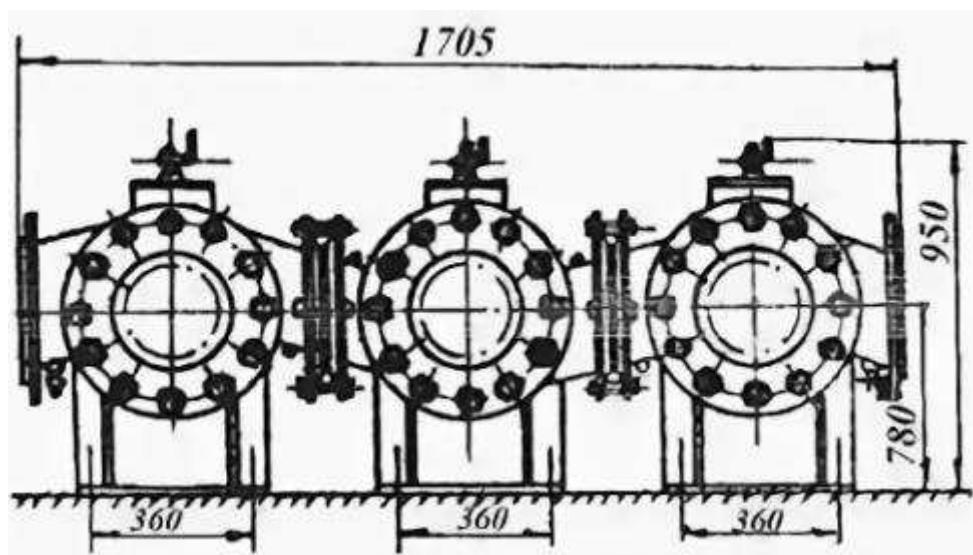


Рисунок 28 – ОВ-АКХ-1, трехкамерная бактерицидная установка

2.14 Установка для перегонки

В процессе очищения воды в аэрируемом фильтре, полностью очищенная вода попадает в РЧВ, а остальной частью является вода загрязненная сивушными маслами. Ее отправляют на установку перегонки, для дальнейшей очистки и получения из нее чистого этилового спирта. Полученный спирт отправляют обратно на производство.

Сивушные масла полученные в холодильной установке, по трубопроводу попадают обратно в фильтр.

Опытным путем была произведена перегонка, подробнее показана в Приложении А.

2.15 Расчет шламоуплотнителя

После обработки стоков, осадок из отстойника и других сооружений подается в шламоуплотнитель, где он может находиться до 5 суток. Он служит для приема и обезвреживания шламов и стоков, посредством проведения последующий операций.

Шламоуплотнитель представляет собой цилиндр с коническим днищем, схема показана на рисунке 29.

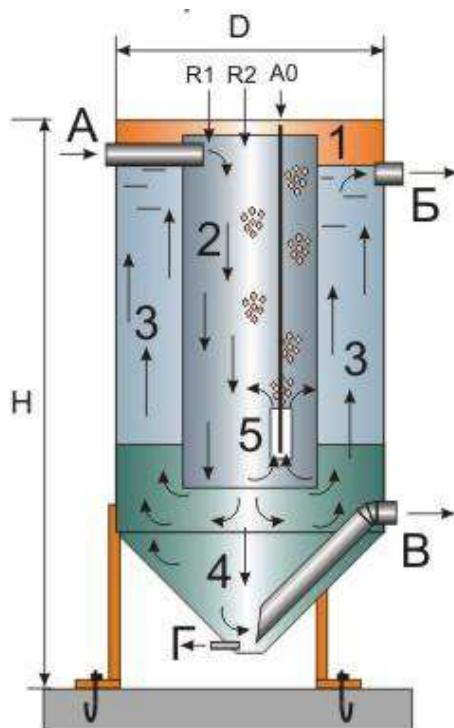


Рисунок 29 – Шламоуплотнитель ШУ.М00: А – ввод шлама Ø100; Б – выход отстоянной воды Ø100; В – выход уплотненного шлама Ø100; Г – опорожнение аппарата Ø25; 1 – корпус аппарата; 2 – камера реакции; 3 – отстойная зона; 4 – зона уплотнения шлама; 5 – эрлифт циркуляции; R1 – коагулянт; R2 – флокулянт; A0 – сжатый воздух

Отношение диаметра шламонакопителя к высоте конической части принимаем $D/H = 1,5$.

Площадь поперечного сечения

$$F = \frac{\beta \cdot W_{y_{nl}}}{3,6 \cdot V_p \cdot N}, \quad (2.15.1)$$

где β – коэффициент для учета объемного использования отстойника, $\beta = 1,5$;

N – количество шламоуплотнителей, $N = 1$;

V_p – расчетная скорость движения осадка, $V_p = 0,6 \text{ м/с}$;

$W_{y_{nl}}$ – объем уплотнителя.

Объем уплотнителя

$$W_{y_{nl}} = \frac{Q_u \cdot n \cdot \omega_{y_{nl}}}{\omega_{oc}}, \quad (2.15.2)$$

где Q_u – часовой расход осадка, $Q_u = 0,105 \text{ м}^3/\text{ч}$;

n – расчетное количество суток, $n = 5$.

$$W_{y_{nl}} = \frac{0,105 \cdot 16 \cdot 94}{98} = 2,165 \text{ м}^3,$$

$$F = \frac{1,5 \cdot 2,165}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 1} = 1,5 \text{ м}^2.$$

Диаметр шламоуплотнителя

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (2.15.3)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5}{3,14}} = 1,9 \text{ м.}$$

Принимаем трубопровод для отвода осадка диаметром 100 мм.

При угле наклона стен к горизонтали 50° высота конической части шламоуплотнителя

$$h_k = \frac{D}{2 \cdot \operatorname{tg}(90 - 50)}, \quad (2.15.4)$$

$$h_k = \frac{1,9}{2 \cdot 0,84} = 1,13 \text{ м.}$$

2.16 Подбор насоса к центрифуге

Для подачи осадка на центрифугу принимаем вихревой насос Grundfos PF1 – 30, подходящий для проектируемого промышленного объекта, показан на рисунке 30.



Рисунок 30 – Gdundfos PF1 – 30

Основные характеристики:

- Корпус – чугун;
- Охлаждение двигателя – воздушное;
- Минимальный напор – 34м;
- Пропускная способность – $2,4 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- Температура окружающей среды – 0-40°C;
- Температура жидкости – до +50°C;
- Давление – max 6 бар;
- Напряжение – 1×220-240В, 50 Гц;
- Потребляемая мощность – 0,47 кВт;
- Масса насоса – 5 кг;
- Частота пусков/остановок – max 20 в сутки.

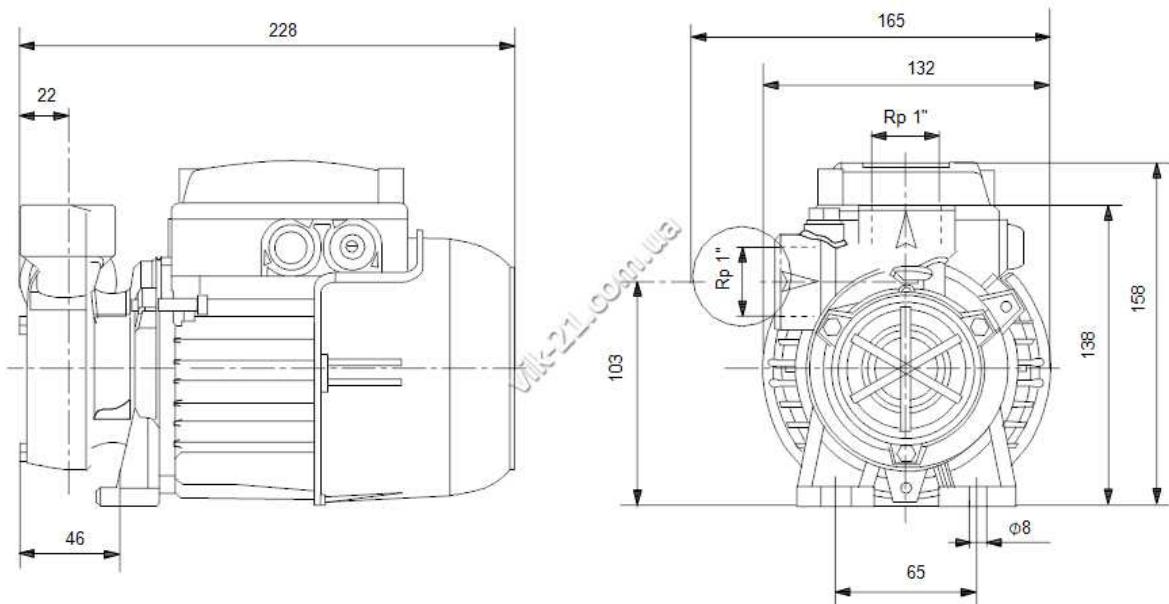


Рисунок 31 – Габариты насоса Grundfos PF1-30

2.17 Подбор центрифуги

При разработке схемы, была выбрана центрифуга декантерного типа Alfa Laval Aldec G2-45, рисунок 32.

Они применяются при необходимости разделения твердой и жидкой фаз с высоким содержанием твердых веществ, образующихся на различных этапах очистки сточной воды. Для механического обезвоживания, применяют декантеры с флокулянтами. Флокулянт добавляется для улучшения водоотдачи и усиления эффекта очистки.



Рисунок 32 – Декантерная центрифуга Alfa Laval Aldec G2-45

Основные характеристики:

- Максимальный вес – 2300 кг;
- Мощность главного двигателя – 11-37 кВт;
- Мощность двигателя вторичного привода – 5,5-11 кВт;
- Частотно-регулируемый скоростной привод.

2.18 Утилизация отходов

После прохождения воды через центрифугу, она разделяется на две фазы. Жидкая фаза, отправляется обратно в усреднитель, находящийся в самом начале схемы очистки сточной воды, а твердая фаза помещается в бункер. В бункере проходит складирование отходов, после чего вывозится и утилизируется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время на окружающую среду воздействует очень много отрицательных факторов, которые на нее влияют. В следствии этого возникают экологические катастрофы.

По большей части вред идет со стороны различных промышленных производств. Они оказывают огромное вмешательство и нанесения ущерба для окружающей среды. Бакалаврская работа выполнена на основе исследований загрязнения сточных вод с винодельческого производства.

Так как спиртовая промышленность в нашей стране довольно развита и имеет огромное влияние на экономику, предприятия пренебрегают тщательной очисткой сточной воды со своих производств.

В работе были подробно изучены сточные воды виноделия и их состав. Главным загрязнением оказались сивушные масла. Были рассмотрены основные способы очистки воды от них, сорбенты используемые для наилучшего очищения и реагенты позволяющие проводить очистку как можно быстрее и глубже.

В проектной части была разработана технологическая схема, которая позволит очищать стоки и возвращать на производство часть чистого спирта, который пригоден для повторного использования в изготовлении спиртовых продуктов. Очистка воды по спроектированной схеме является очень эффективной. Было решено использовать реагент для выделения осадка и далее по схеме фильтр с загрузкой, которая полностью очищает воду от добавленного реагента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
2. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304 с.: ил.
3. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие.– Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152с.
4. Серии насосных станций для водоснабжения (Грундфос) Grundfos. – Режим доступа: <http://bydom.ru/news/read/nasosnaya-stanciya-grundfos-Grundfos--uznajte-serii-oborudovaniya-i-oblasc-primeneniya.html>
5. Портал студенческих и научных материалов. – Режим доступа: <https://ozlib.com>
6. Долина Л.Ф. Д64. Очистка сточных вод от биогенных элементов: Монография. – Днепропетровск.: Континент. 2011. – 198с.
7. К29 Долина Л.Ф. Проектирование и расчет сооружений и устеновок для механической очистки производственных сточных вод. (Учебное пособие). – Днепропетровск: Континент, – 2003. – 93с.
8. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебное издание: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009 – 760с.
9. Учебные материалы онлайн. – Режим доступа: <https://studwood.ru>
10. Официальный сайт промышленного оборудования «МЕГАТЕХНИКА МСК». – Москва 2010. – Режим доступа: <https://megatechnika.com>
11. Е.А. Пугачев Технология эффективного водопользования в промышленности / Монография. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011. – 176 с.

12. Алексеев Л.С К64 Контроль качества воды: Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА - М, 2012. – 159 с. – (Среднее профессиональное образование).
13. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения (с Изменением N 1)
14. Зубрев Н.И., Крошечкина И.Ю., Устинова М.В. Системы защиты среды обитания. Учебник. – Москва: Российская государственная библиотека, 2017. – 382 с.
15. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачев Е.А. Водоотведение: Учебник. – М.: ИНФРА - М, 2012. – 415 с. – (Среднее профессиональное образование).
16. А. Я. Сваровский, М. Н. Стриханов, А. Н. Жиганов, Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – 2013. – 499 с.
17. Герасимов Г.Н., Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т.1: пер. с фр. – СПб.: Новый журнал, 2007.
18. Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко. – Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. Учебное пособие – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
19. BSK - XXI. Насосное оборудование и инженерная сантехника. – Режим доступа: <https://vik-21.com.ua/about/>
20. Консультант: врач фитотерапевт. ТИТ 64. – Приготовление целебных спиртных напитков. - М.: АОЗТ "ИНПРО-РЕС", 19с.: ил. (Серия: Библиотека садовода и винодела).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Опыт по перегонке «Пробы 2»

Перегонка – разделение жидких смесей на фракции, отличающиеся по составу. Она производится посредством испарения жидкости с последующим охлаждением и конденсации паров.

Для опыта в лабораторных условиях была взята проба сточной воды с винного производства. В данной пробе содержится большое количество сивушных масел, ее состав и температуры кипения показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Примеси сточной воды и их температура кипения

Примеси	Температура кипения (С°)
Ацетальдегид	20,2
Этилформиат	54,3
Ацетон	56,1
Метилацетат	57,1
Метанол	64,7
Этилацетат	77,0
Этанол	78,4
Изопропиловый спирт	82,4
Пропиловый спирт	97,4
Муравьиная кислота	100,7
Уксусная кислота	118,1
Этилбутират	121,5
Изоамиловый спирт	131,0
Этилпентаноат	144,6
Изобутиловый спирт	108,0
Фурфурол	161,0

При различных условиях состав примесей может отличаться от указанного.

В ходе эксперимента по перегонке, было выделено 3 фракции, в каждой из которых выделялись определенный вещества.

Существует два вида перегонки: простая и ректификация.

В опытных условиях была собрана холодильная установка для простой перегонки, рисунок 1. В процессе жидкую смесь постепенно испаряется, а в холодильнике пар конденсируется. Данный тип перегонки используется только для разделения смесей, летучесть которых заметно различается. Таким образом смесь очищается от сложных и нежелательных компонентов.

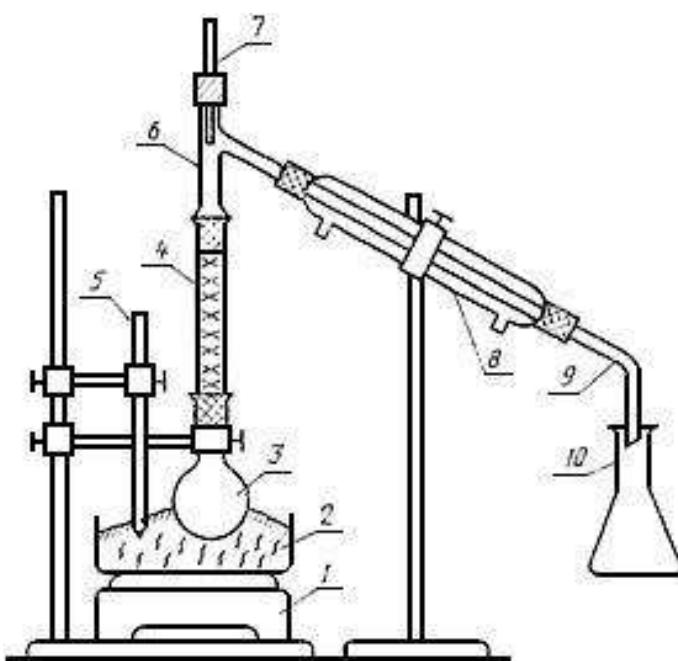


Рисунок 1 – Холодильная установка для перегонки: 1 – электроплита; 2 – баня песчаная; 3 – колба К-1; 4 – дефлегматор; 5 – термометр; 6 – насадка; 7 – термометр; 8 – холодильник; 9 – алонж; 10 – колба Кн-2

На электроплите при нагревании лабораторной пробы 2 (сточная вода винного производства), образуется водяная баня, необходимо для каждой фракции, поддерживать определенную температуру.

Пар, попадая в ледяную воду, начинает стекать в колбу Кн-2.

Для эксперимента было взято 100мл пробы.

Данные опыта показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты перегонки

№ фракции	Время, мин	Температура, °C	Количество осадка, мл
0	4(начало нагревания)	48	-
1	16	76,5-78,4	71
2	5	78,5-80	20
3	3	80 >	9

Таким образом, в первой фракции при температуре 76,5 – 78,4°C, за 16 минут было выделено 71мл осадка.

На производстве данная вода отправляется обратно в фильтр, для дальнейшей очистки.

Во второй фракции, продолжительностью 5 минут, при температуре 78,5 – 80°C, выделилось 20 мл чистого 20% этилового спирта.

Спирт выделенный в данной фракции отправляется обратно на производство, для дальнейшего его использования в продукции.

В третьей фракции начинают выделяться сивушные масла, они непригодны для производства, их отправляют обратно в фильтр.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Очистка сточной воды в колонке с активированным углем

Активированный уголь считается одним из самых популярных природных сорбентов для очищения воды. С его помощью можно удалить органику природного и неприродного происхождения. Для очистки воду прогоняют через гранулированный активированный уголь или добавляют его частицы в воду.

Уголь хорошо удаляет примеси, которые придают воде неприятный запах и вкус, а так же избавляет ее от неприродных органических веществ пестициды, нефтепродукты, детергенты и т.д.

В лабораторных условиях была собрана колонка с углем, рисунок 1.

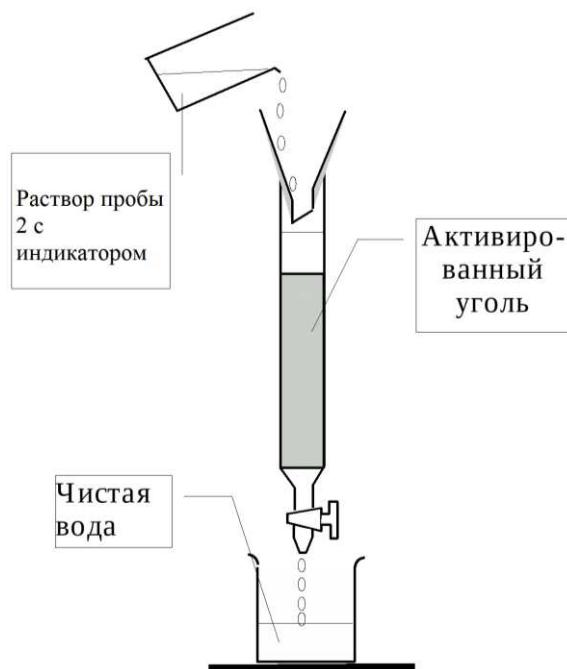


Рисунок 1 – Схема фильтрующей колонки

Для загрузки колонки было взято 50гр активированного гранулированного угля.

Для начала через собранную колонку пропустили 300мл воды, для промывки угля и полной его очистки.

Характеристики колонки: диаметр 3,5см, высота 11,5см.

Для эксперимента была взята лабораторная проба сточной воды с винного производства. Перед пропусканием данной пробы через колонку, в нее добавляется KMnO_4 , он используется как реагент, рисунок 2.



Рисунок 2 – Проба 2, с добавлением KMnO_4

Проба, с добавлением в нее реагента, прогоняется через собранную колонку с заранее промытым гранулированным активированным углем рисунок 3.



Рисунок 3 – Угольная фильтрующая колонка

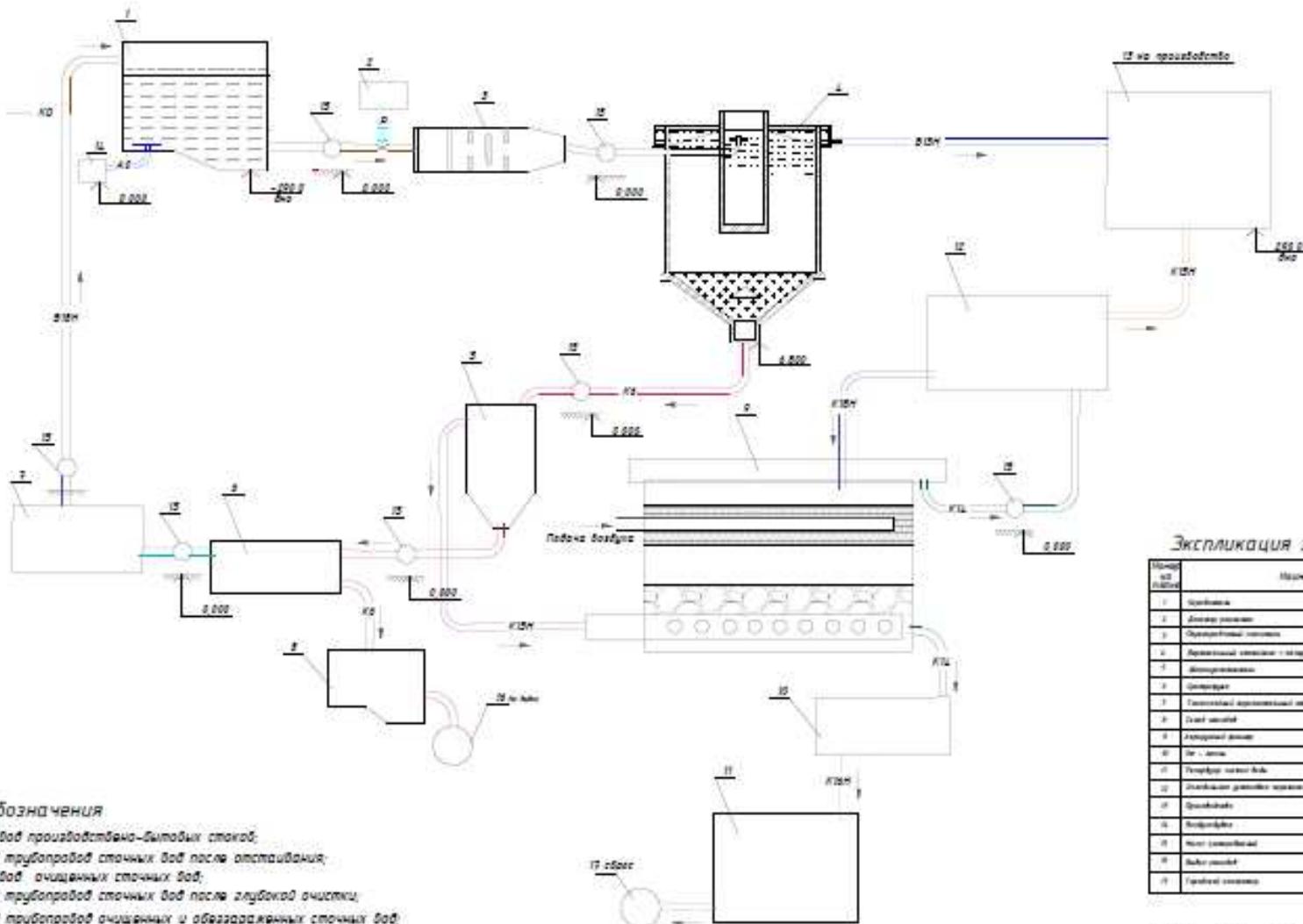
Пропускать нужно до полного очищения пробы. Таким образом, в ходе опыта, пробы была пропущена через собранный фильтр 5 раз, и полностью очистилась от загрязнений.

На 100мл пробы было взято 0,02гр марганцовки.

Очищенную данным способом воду,пускают в сточные воды.

В разработанной схеме очистки сточной воды с винодельческого производства, такая колонка не используется. Опыт был сделан для показа влияния $KMnO_4$ как реагента.

Разработанная схема очистки сточных вод винного производства

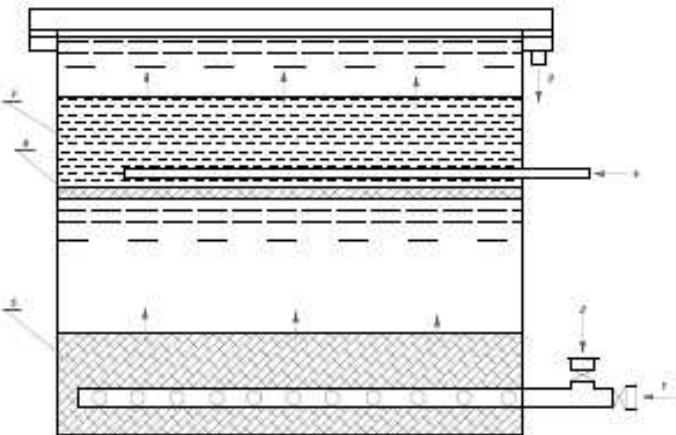


Условные обозначения

- *KD* — трубопровод производствено-бытовых стоков;
 - *B13H* — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
 - *K14* — трубопровод очищенных сточных вод;
 - *K15H* — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
 - *K16H* — напорный трубопровод очищенных и обеззараженных сточных вод;
 - *K5* — трубопровод осадка;
 - *B18H* — напорный трубопровод обратной воды;
 - *P* — трубопровод реагентов;
 - *A0* — бардачковый.

Номер по последовательности	Наименование	Функция
1	Управление	
2	Движение рабочими	
3	Орудийно-рабочий процесс	
4	Вспомогательный процесс + избыток производительности	
5	Измерение	
6	Генератор	
7	Технологический производственный процесс	
8	Обработка	
9	Амортизация	
10	Сервис	
11	Ремонтные, сервисные центры	
12	Заводское производство	
13	Заводоуправление	
14	Компьютеры	
15	Материально-техническое обеспечение	
16	Баланс	
17	Склады	

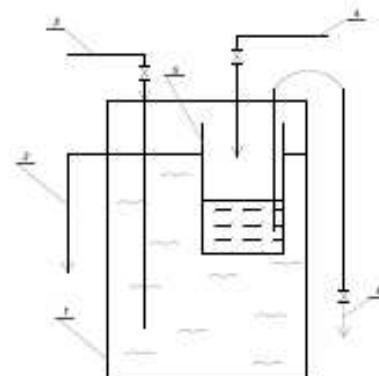
Аэрируемый фильтр



Условные обозначения

- 1 - подача исходной воды;
 - 2 - подача промывной воды;
 - 3 - отбор фильтрата и промывной воды;
 - 4 - подача влаги;
5 - загрузка первого яруса;
 - 6 - выгрузка из первого яруса;
 - 7 - загрузка второго яруса.

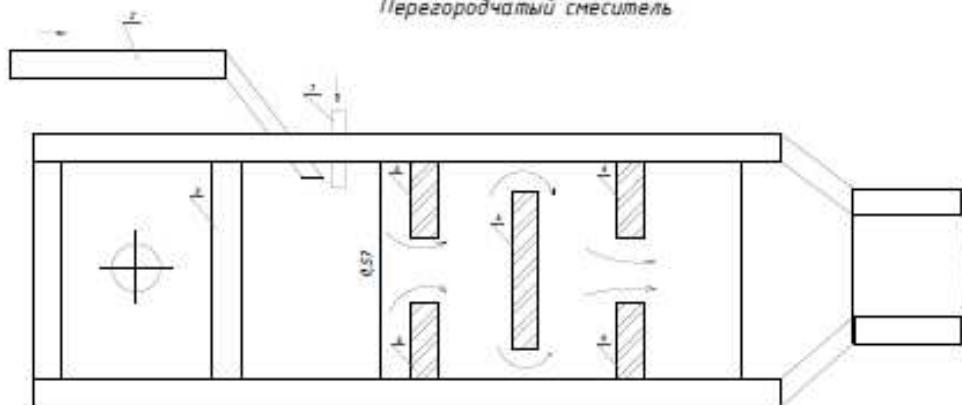
Поплавковый дозатор



Условные обозначения

- 1 - бак дозатора;
 - 2 - подача раствора реагента;
 - 3 - подача реагента в бак дозатора;
 - 4 - подача воды в бачок-поплавок;
 - 5 - бачок-поплавок;
 - 6 - сифон для опорожнения поплавка.

Перегородчатый смеситель

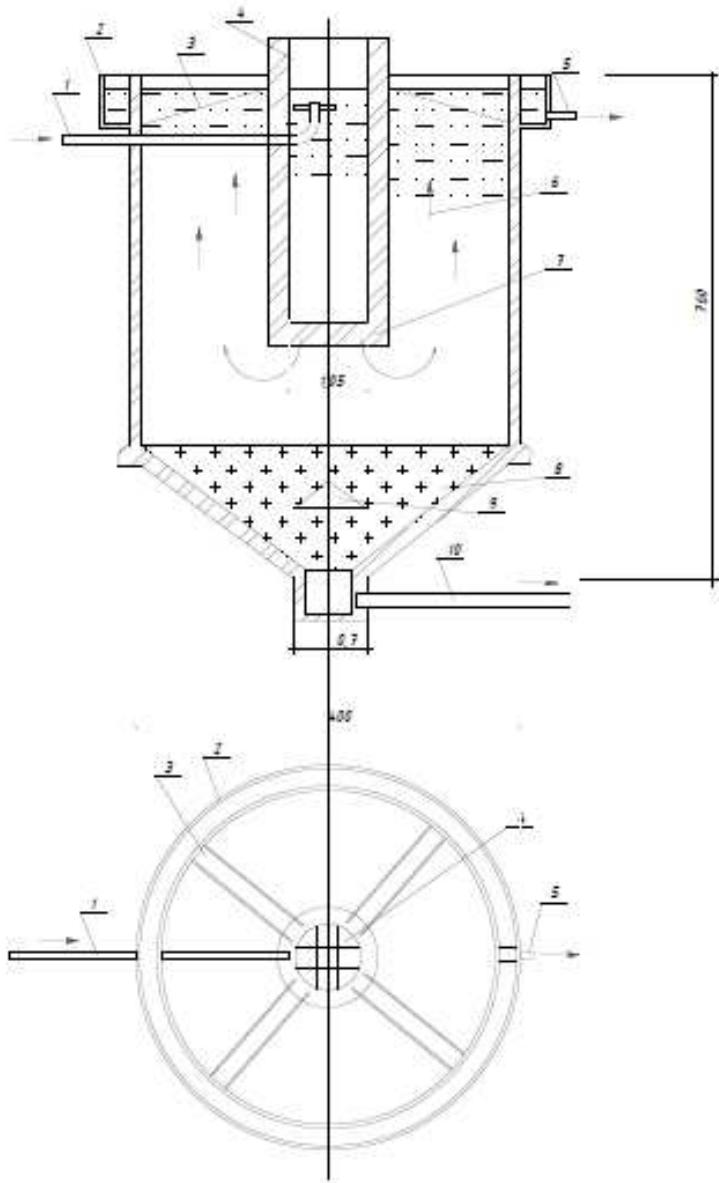


Условные обозначения

- 1 - подача воды;
2 - подача реагента;
3 - переливная стеклышка;
4 - перегородки.

ЕР - 20.03.01 - 2015 ВС			
Губернський фінансово-економічний навчально-виробничий центр			
Ім'я, прізвище, по батькові, дата народження, місце народження	Підприємство, організація, підприємство з яким відбувається практика	Підприємство, організація, підприємство з яким відбувається практика	Підприємство, організація, підприємство з яким відбувається практика
Іванова Ольга Іванівна, 1990 р.р., м. Дніпро	Підприємство з яким відбувається практика	Підприємство з яким відбувається практика	Підприємство з яким відбувається практика
		3	4

Вертикальный отстойник с камерой хлопьевобразования

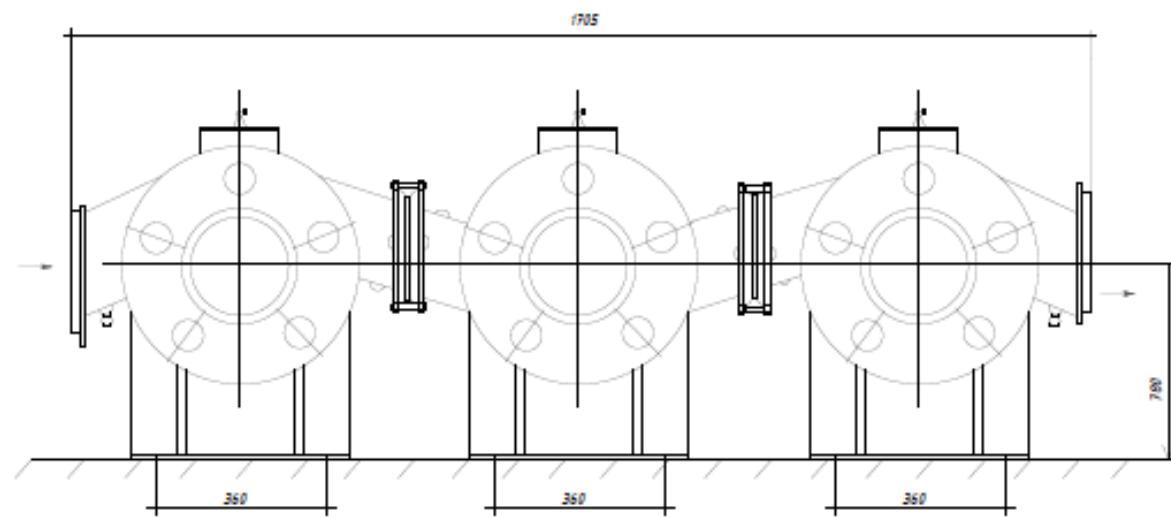
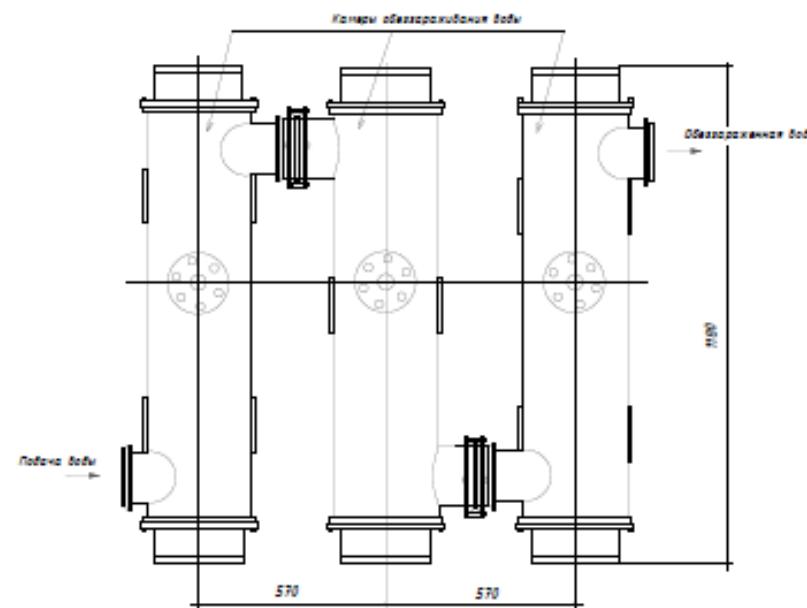


Условные обозначения

- 1 - подача воды;
 - 2 - кольцевой водосборный лоток;
 - 3 - радиальный водосборный лоток;
 - 4 - водоборонная камера;
 - 5 - отвод осветленной воды;
 - 6 - зона осаждения воды;
 - 7 - засыпка;
 - 8 - зона накопления и уплотнения осадка;
 - 9 - конусный отражатель;
 - 10 - удаление осадка.

		БР - 20.03.02 - 2019 BC
Ім'я, прізвище, по батькові	Соболів Вадим Олександрович	
Паспорт, ID-картка	Ідентифікаційний код	
Паспорт, ID-карта	Ідентифікаційний код	2 6
Ім'я, прізвище	Вадим Олександрович Соболів	Вадим Олександрович

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лампами РКС - 2,5



EP - 20.03.02 - 2019 BC		
Сибирский федеральный Университет Макаровский институт		
Проектное наименование здания	Здание №1	Здание №2
Площадь здания	4	4
Назначение здания	Научно-исследовательское	Научно-исследовательское
Код здания	БИ-10	БИ-10

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
«Инженерные системы зданий и сооружений»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

подпись Матюшенко А.И.
инициалы, фамилия

«12» 07 2019 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

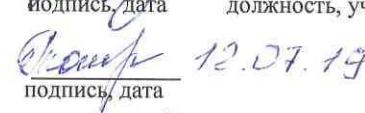
20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
код и наименование специальности (специализации), направления

Разработка технологической схемы очистки сточных вод винного
производства
наименование темы

Пояснительная записка

Научный руководитель 
подпись, дата 12.07.19 должность, ученая степень

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник 
подпись, дата 12.07.19

Т.В. Щербаева
инициалы, фамилия

Нормоконтролер 
подпись, дата 12.07.19

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия