

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «РПиР»
М.В. Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
«26» января 2017г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент: Чекаева Эльмира Расимовна

1. Тема: Совершенствование технологии очистки сточных вод от жиров
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 14.06.2017 г.
3. Исходные данные бакалаврской работы:
 - 3.1. Методы анализа и очистки воды городских предприятий пищевого производства
4. Содержание бакалаврской работы:
 - 4.1. Теоретический обзор проблемы загрязнения сточной воды предприятий пищевой промышленности
 - 4.2. Анализ методов и технологий очистки воды, загрязненных жирами и их соединениями
 - 4.3 Методы очистки сточных вод на выбранном предприятии
 - 4.4. Расчеты затрат на очистку сточных вод предприятия
 - 4.5 Разработка биофильтра для модернизации установки жиρούловителя
 - 4.6 Принцип действия биофильтра

5. Дата выдачи задания « 26 » января 2017г.

Руководитель бакалаврской работы

Р.С. Галиев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

Э.Р. Чекаева

(подпись)

(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «РПиР»
М.В. Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
«26» января 2017г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студент: Чекаева Эльмира Расимовна

по теме: Совершенствование технологии очистки сточных вод от жиров в
сфере общественного питания

| Наименование раздела работы | Плановый срок выполнения раздела | Фактический срок выполнения раздела | Отметка о выполнении | Подпись руководителя |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Введение | 15.05.2017 | 15.05.2017 | выполнено | |
| Теоретический обзор проблемы загрязнения сточных вод сфер общественного питания | 17.05.2017 | 17.05.2017 | выполнено | |
| Анализ методов и технологий очистки вод | 20.05.2017 | 20.05.2017 | выполнено | |
| Расчет производительности оборудования на предприятии и подбор биопрепарата. | 21.05.2017 | 21.05.2017 | выполнено | |
| Разработка методов очистки грубодисперсных и мелкодисперсных жиров на выбранном предприятии | 22.05.2015 | 22.05.2017 | выполнено | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|--|
| Разработка биофильтра для модернизации существующего жируловителя | 24.05.2017 | 24.05.2017 | выполнено | |
| Заключение. Выводы | 02.06.2017 | 02.06.2017 | выполнено | |

Руководитель бакалаврской работы

Р.С. Галиев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

Э.Р. Чекаева

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнила: Чекаева Э.Р.

Тема работы: Совершенствование технологии очистки сточных вод от жиров в сфере общественного питания.

Научный руководитель: д.б.н., профессор Галиев Р.С.

Бакалаврская работа содержит 55 страниц, 9 рис, 6 таблиц, 64 источника.

Объектом исследования кондитерская «Вкусная История ИП Коршункова Е.И. – предприятие кондитерского производства г.о. Тольятти.

Цель проекта – усовершенствование технологии очистки сточных вод от жиров на предприятии.

Бакалаврская работа состоит из трех частей. В первой части анализируется влияние сточных вод, загрязненных жировыми соединениями на окружающую среду.

Во второй главе рассмотрены способы и методы очистки с помощью жируловителя.

В третьей главе показаны результаты патентного поиска для разработки олеофильного фильтра для жируловителя. Разработаны технологические решения модернизации жируловителя, позволяющие добиться улучшенной очистки жиросодержащих стоков с помощью дополнительного биофильтра и применения биопрепаратов с биодеструкторами жиров, а также в результате утилизации жировых отходов с получением мыла.

ABSTRACT

The title of the work is «Improving the Technology of Wastewater Treatment from Fats in Food».

The object of the study is the bakery "Vkusnaya Istoria" of PE Korshunkova E. I. – the enterprise of confectionery Togliatti.

The project aims at improving the technology reduce human impact fat waste of wastewater for food production through the development of biological treatment in the grease trap.

The bachelor work consists of three chapters.

The first chapter analyzes the effect of wastewater contaminated with fatty compounds on the environment .

The second chapter examines the ways and methods of treatment using the grease trap.

The third chapter shows the results of a patent search for the development of an oleophilic filter grease trap. Developed technological solutions, the modernization of the grease trap, allowing to achieve superior cleaning fat-containing wastewater with additional biofilter and the application of biopreparations with the biodestruktorov fats, but also in the recycling of fatty waste to produce soap.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of references from 65 sources . The total amount of work, without application of the 58 pages of typescript, including tables 6, figures 10.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 10 |
| 1. АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ | 12 |
| 1.1 Общая характеристика жира и его соединений и их структура | 12 |
| 1.2 Общие сведения о сточных водах пищевой промышленности и сфер общественного питания | 13 |
| 1.3 Требования к качеству очистки сточных вод, спускаемых в водоемы | 15 |
| 1.4 Влияние сточных вод на состояние водоемов | 16 |
| 1.4.1 Самоочищающая способность водоема | 18 |
| 1.5 Основные способы очистки сточных вод от жиров | 18 |
| 1.6 Последствия от поступающих в канализацию загрязненных сточных вод | 20 |
| 1.7 Последующая утилизация жировых остатков, нерастворенных в жиरोуловителях | 21 |
| 1.8 Общая характеристика предприятия и основные производственные процессы | 22 |
| 1.8.1 Основные производственные процессы как источник образования сточных вод пищевой промышленности | 22 |
| 1.8.2 Оценка эффективности существующего оборудования | 23 |
| 2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТОЧНЫМ ВОДАМ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖИРОВ | 24 |
| 2.1 Нормативные ссылки | 24 |
| 2.2 Термины и определения | 24 |
| 2.3 Идентификация наилучших доступных технологий | 25 |
| 2.3.1 Комплекс для отделения и удаления жира из сточных вод | 25 |
| 2.4. Анализ методов локальной очистки | 27 |

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5 | Установка жируловителей на предприятиях общественного питания | 28 |
| 2.6 | Техническая характеристика предлагаемой установки «Серия СПБ 1,5-100 Стандарт» | 33 |
| 2.7 | Биопрепараты для жируловителя | 36 |
| 2.7.1 | Биопрепараты «Bionex GT» | 37 |
| 2.7.2 | Биопрепарат «Стимул. Живая Экология» | 37 |
| 3. | РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ЖИРОВ | 39 |
| 3.1 | Патентный поиск | 39 |
| 3.2 | Разработка технологических решений биологической очистки воды в жируловителе | 42 |
| 3.3 | Производительность предлагаемого жируловителя | 43 |
| 3.3.1 | Экономическое обоснование предлагаемого проекта | 43 |
| 3.3.2 | Производственная мощность аппарата очистки | 45 |
| 3.3.3 | Затраты на биореагенты для очистки | 46 |
| 3.4 | Биофильтр | 47 |
| 3.5 | Эффективность биофильтра | |
| 3.6 | Утилизация нерастворенных и грубодисперсных жировых остатков | 51 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 53 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 55 |

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент возросла проблема водного бассейна производственными сточными водами, в частности от пищевой и пищеперерабатывающей промышленности и сфер общественного питания, как и многие другие отрасли народного хозяйства. Так как водные ресурсы представляют собой исключительно важную ценность для человечества, одним из способов предотвращения загрязнения рек, водоемов является очистка сточных вод предприятий. В соответствии с ФЗ №7 «Об охране окружающей среды» загрязнения - это химическое, физическое и биологическое изменение окружающей природной среды, которое вызвано, в первую очередь, антропогенной деятельностью.

В связи с развитием пищевой промышленности, в частности точек общественного питания остро стоят две проблемы: водоснабжение предприятий и удаление загрязненных вод после их функционирования. По степени загрязнений от сфер общественного питания первое место среди наиболее уязвимых занимают водные ресурсы, далее почва и воздушная оболочка.

Состав сточных вод данной промышленности включает в себя различные органические и неорганические соединения, в том числе, жировые вещества. Жиры, поступая в водоем, образуют благоприятную среду для развития множеств простейших организмов и бактерий, которые в последствии вызывают вторичное загрязнение водоемов, тем самым, это приведет к нарушению экосистемы, инверсии химического состава и сбою круговорота веществ. А также, сточная вода, где присутствует превышение допустимой нормы содержание жиров, наносит существенный вред канализационной системе.

Насыщенная жирами сточная вода перед выбросом обязательно должна проходить очистку. На сегодня наиболее распространенным методом является очистка воды от жира с помощью механического проточного

жироуловителя. Также есть метод очистки с помощью резервуара накопителя. Но эти два способа не дают максимальную очистку воды, в обоих случаях вынужденными мерами является сбор жира на поверхности, который в свою очередь следует также утилизировать. Последний метод – микробиологический. Действие происходит при помощи препарата, который содержит живые бактерии, у которых главным источником жизни являются разные соединения животных и растительных жиров.

Целью бакалаврской работы является снижение антропогенного воздействия жировых отходов сточных вод пищевых производств на основе разработки биологической очистки в жироуловителе на примере предприятия ИП Коршункова Е.И. кондитерская «Вкусная История».

В работе обозначены следующие **задачи**:

1. Провести теоретический анализ проблемы загрязнения сточных вод пищевой промышленности жировыми включениями и их воздействие на окружающую среду.

2. Проанализировать качественный состав сточных вод сфер общественного питания и методы и способы их очистки.

3. Разработать технологическое решение биологической очистки от жиров, на примере данного предприятия, прежде чем нерастворенные остатки жиров попадут в водостоки.

Работа выполнена по данным предприятия г.о. Тольятти ИП Коршункова Е.И. кондитерская «Вкусная история».

1. АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1 Общая характеристика жира и его соединений и их структура

Жиры являются одним из самых распространенных веществ в природе. Они представляют собой совокупность разных по составу триглицеридов жирных кислот. Самой большой группой являются липиды [7].

В пищевой промышленности в основном используются животные и растительные жиры – они относятся к ряду натуральных жиров, в которых содержится 95-97 % глицеридов жирных кислот, а после рафинации которых содержание их повышается до 95,5-99,5%. В составе этой смеси также входит некоторое количество сопутствующих вещества – фосфатидов, стероидов, восков, продуктов гидролиза глицеридов [2].

Жиры являются одним из составляющих рациона основных продуктов питания, т.е. входят в состав животных и растительных организмов. У растений жир содержится в основном в семенах, причем у злаковых – в зародышах. Содержание жира в семенах различных растений колеблется в различных широких пределах.

Микробная липаза способна гидролизовать животные жиры, растительные масла, а также синтетические моно-, ди- и триглицериды.

При микробной деструкции жиры распадаются до глицерина и высших жирных кислот, которые в дальнейшем включаются в цикл трикарбоновых кислот и образуют конечные продукты распада: CO_2 и H_2O [16].

Сами по себе жиры являются нелетучими веществами и при нагревании до 250-300° жиры разлагаются с образованием летучих вещества, которые выделяются в виде паров, газов и дыма. Но жиры являются плохим проводником тепла, в сравнении с углеводами и белками они имеют примерно в два раза больше теплоту сгорания. Например, 1 г. жира при полном сгорании выделяет около 39,8 кДж тепла, тогда 1г. углеводов -17,2, белков – 23,0кДж [26].

Классификация жиров производится по различным признакам, в основном, от природы их происхождения: животные и растительные. В свою очередь животные жиры делятся на:

- жиры наземных животных;
- молока;
- птиц;
- морских животных и рыб;
- земноводных и пресмыкающихся [7].

Липиды – одна из самых больших групп природных веществ, различных по химической структуре и физико-химическим свойствам . Однако, общее свойство – способность растворяться в эфирах, хлороформе и других органических растворителях, за исключением воды[40].

1.2 Общие сведения о сточных водах пищевой промышленности и сфер общественного питания

По мере отрицательного воздействия на окружающую среду у производств пищевой промышленности занимают именно водные ресурсы.

Расходы воды на единицу выпускаемой продукции в пищевой промышленности лидирует среди остальных отраслей народного хозяйства. Поскольку расход воды достаточно высок, это приводит к образованию большого накопления сточных вод, к тому же эти воды имеют высокую степень загрязненности, следовательно, вода не отвечает нормативам ПДС (предельно допустимым сбросам) веществ, а также санитарно-токсикологическим показателям вредности. Согласно 644 ПП содержание жиров в сточных водах не должно превышать 50 мг/л [42]

В таблице 1 приведен состав сточных вод некоторых отраслей пищевых производств.

Таблица 1 - Состав сточных вод некоторых пищевых производств

| Показатели | Названия отраслей пищевого производства | | | | | | | <u>ПДК</u> |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|------------------|--------------|----------------------|------------|
| | Пивоваренная | Хлебопекарное | Мясоперерабатывающая | Молокоперерабатывающая | Кондитерский цех | Флодоовощная | Рыбоперерабатывающая | |
| Взвешенные в-ва Мг/дм ³ | 500-600 | 100-150 | 1500-2000 | 300-600 | 1380 | 160-2180 | 1300-1350 | 3000 |
| рН | 7,0-7,5 | 6,0-8,0 | 6,5-8,5 | 6,0-8,0 | 7,0-7,5 | 6,0-7,5 | 7,0-8,0 | 6,5-8,5 |
| ХПК Мг/дм ³ | 1200-1500 | 550-680 | 1600-2000 | 1500-3000 | 2500-3000 | 190-2010 | 1080-2009 | 500 |
| БПК Мг/дм ³ | 800-1000 | 400-450 | 800-1500 | 1200-1400 | 2000-2500 | 150-1610 | 590-1300 | 300 |
| Содержание жира Мг/дм ³ | - | - | 200 | 100 | 110 | - | 98-100 | 50 |

Таким образом, в сравнении с ПДК, отрасли рыбоперерабатывающей, мясоперерабатывающей, молочной и кондитерской лидируют по содержанию жира в сточных водах.

Кондитерские производства перерабатывают различное сырье: сахар, патоку, фруктовое пюре, орехи, сою, бобы, какао, молоко, молочные продукты и т.д. Поэтому стоки здесь имеют разнообразные загрязнения. Источники образования: технологические процессы, мойка аппаратуры, охлаждение ее [42].

При анализе разрушения органических веществ, в частности жиров в водоемах, установлено, что в анаэробных условиях практически все без исключения органические вещества подвергаются деструкции с образованием углекислоты, воды, водорода, жирных кислот и др. В другую фазу происходит превращение жирных кислот до CH_4 и углекислоты и, наконец, образование метана из водорода и углекислого газа [18,43].

В трудах Жукова А.И. указано, что при наличии в сточных водах жировых остатков в завышенных концентрациях возникает проблема эксплуатации канализационных систем и последующей очистки сточных вод на специальных сооружениях. По этой причине крайне необходимо очистить сточные воды до их выпуска с очистных сооружений предприятия, так как последующая очистка производится городскими системами, принимающими стоки со строго лимитированными показателями, которые с каждым годом ужесточаются [31].

1.3 Требования к качеству очистки сточных вод, спускаемых в водоемы.

Санитарными нормами предусматривается категоричность водопользования:

I категория - водоемы, используемые для централизованного или нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;

II категория - водоемы, используемые для купания, спорта и отдыха спасения, а также водоемы в границах населенных пунктов [14].

Сбрасываемые сточные воды, которые прошли обработку на очистных сооружениях, должны обеспечить все стандарты чистоты водоемов, для того чтобы в дальнейшем использовать воду как источник хозяйственно-питьевого и промышленного назначения. Загрязняющие вещества, поступающие в водоемы вызывают изменение физических свойств водоема (помутнения, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.) [2,46].

Количество сточных вод, которое может быть сброшено в водоем, определяется в каждом конкретном случае расчетом, исходя из требований «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами и самоочищающей способности водоема».

Необходимая степень очистки сточных вод перед сбросом их в водоем определяется по общесанитарным, органолептическим и санитарно-токсикологическим показателями вредности [49].

В эти показатели входят допустимая максимальная величина БПК, количество растворимого кислорода, активная реакция среды pH, температура сточных вод, окраска и запах, взвешенные вещества, плавающие примеси и допустимое содержание вредных веществ в воде водоема. [54]

Отходы жиров при разгрузке жируловителей относятся к IV классу отходов (малоопасных), т.е. степень вредного воздействия на состояние окружающей среды – низкая. Период самовосстановления порядка 3-х и более лет. Поэтому пищевую промышленность, в частности сферы общественного питания, по степени интенсивности отрицательного воздействия на объекты окружающей среды первое место занимают водные ресурсы.

1.4 Влияние сточных вод на состояние водоемов

Последствия несоответствия нормам объясняет критическое загрязнение воды, попадающей в водоемы и сулит по большей части только

пагубные последствия. Первичные неисправимые нарушения возникают на биологическом уровне. В связи с изменением химического состава клеток возникает нарушение процессов дыхания и роста организмов, а так же всей жизнедеятельности водных обитателей. Морфологические изменения также часты, как и биологические: изменение внешних размеров, дефект или мутация различных органов [59].

Все это в основном пагубным образом отражается на нарушении состояния экосистем, в частности на изменении числа популяции рыб. Увеличивается биомасса микроорганизмов, фитопланктона, зоопланктона. Это характерные признаки эвтрофикации морских водоемов, особенно они значительны во внутренних морях, морях закрытого типа [48].

Жиры и его соединения, попадая в природные водоемы, оказывают влияние на изменение физических свойств среды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятного запаха и привкуса); изменение химического состава, а именно образование плавающих вещества на поверхности воды и отложение на дне водоема; уменьшение в воде растворимого кислорода, в следствии использования его на окислении органических веществ загрязнения; появления новых бактерий, в том числе болезнетворных [12].

Из-за загрязнения природных вод они становятся непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд. Особое пагубное влияние это оказывает на рыб, водоплавающих птиц, животных и других организмов, которые заболевают и гибнут в большом количестве.

При попадании в водоем сточной воды, которая содержит повешенное содержание жировых частиц, крайне неблагоприятно отражается на его общем состоянии [17].

1.4.1 Самоочищающая способность водоема

Самоочищение водоема является сложным явлением физического, химического и биологического характера и происходит за счет биохимических и химических процессов в двух стадиях:

1) перемешивание загрязненной струи со всей массой воды водоема – явление чисто физическое;

2) самоочищение в буквальном смысле этого слова – процессы минерализации органических веществ и отмирание внесенных в водоем бактерий.

В последнем случае очень трудно определить границу между процессами биохимического разложения и собственно химического окисления органических соединений, поскольку они тесно взаимосвязаны и проходят одновременно. В основном это биологические процессы, в которых органические вещества под влиянием микроорганизмов и растительного мира водоёмов разлагаются и становятся безвредными. В этом процессе химические реакции второстепенны и ограничены функцией связывания свободных кислот и щелочей, окислением продуктов анаэробного разложения органических веществ [27].

Биологические процессы разложения органических веществ в водоёмах могут происходить в анаэробных условиях, то есть без участия кислорода, показателем чего является гниение или брожение, в аэробных условиях, т.е. при участии кислорода. Аэробный процесс является показателем окисления органических веществ. Анаэробные и аэробные разложения могут протекать раздельно в каждом отдельном случае, а также одновременно.

В проточных водоемах процессы протекают значительно быстрее, чем в непроточных [11,42].

1.5 Основные способы очистки сточных вод от жиров

Как и во всех явлениях регенерации в природе, в реках и в других водоемах протекает естественный процесс самоочищения воды, но протекает достаточно медленно для полного очищения. Пока промышленные выбросы были невелики, реки сами могли справляться с ними, но в наш индустриальный век в связи с тем, что резко увеличились отходы в водоемы и окружающую среду уже не справляются со столь значительным

загрязнением. Следовательно встал вопрос о обезвреживании и очистки их [15].

Под очисткой сточных вод подразумевается их обработка с целью разрушения или удаления из них вредных и загрязняющих веществ. Методы очистки бывают:

- а) механические (решетки, уловители, отстойники, фильтры);
- б) химические (химические реагенты);
- в) физико-химические (коагуляция, окисление, сорбция, экстракция);
- г) биологические (окисление органических соединений с помощью бактерий, простейших и т.д.)

Следует отметить, что жиры в сточных водах могут находиться в 4 агрегатных состояниях:

- 1) грубодисперсном;
- 2) тонкодисперсном;
- 3) эмульгированном (при этом сохраняется устойчивая кинетическая оболочка);
- 4) растворенном – в зависимости от рН потока [16].

Важно, что в пищевой промышленности загрязнение сточных вод эмульгированными и растворенными жирами является доминирующей.

В не зависимости от того, сбрасываются ли производственные сточные воды в городскую канализацию или обрабатываются на территории самого предприятия должны быть предусмотрены следующие очистные сооружения: решетка, песколовка, жироловка, и отстойник.

Когда применяются несколько способов одновременно, то метод очистки называется комбинированным. Но применение того или иного метода, в определенном случае, распределяется по характерным загрязнениям и степенью вредностей примесей [54].

В комплекс очистных сооружений очистки от жира в пищевой промышленности, как правило входят, сооружения механической очистки . В зависимости от требуемой степени очистки и для большей эффективности

они могут дополняться еще и биологическим либо физико-химическим способом очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включаются сооружения глубокой очистки. Очень важна степень очистки воды, поскольку не до конца очищенная вода, многократно попадая после жируловителя в канализацию, покрывая внутренние стенки маслянистым слоем значительные площади поверхности очистных водоемов, тем самым создает препятствия для процессов естественного самоочищения. А уже более крупные жировые фракции способны налипать на внутренних стенках отводящих трубопроводов, ухудшая их пропускную способность.

Из всего этого следует, что самый распространенный и востребованный метод очистки от жиров в пищевых предприятиях, это установка жируловителя, относящегося к механической очистке, поскольку это более простой и удобный способ устранения загрязнений на производстве. Но более эффективно это будет действовать при добавлении химических реагентов, включающих в себя биореагенты, расщепляющие жировые отложения до экологически безопасных составляющих[59].

1.6 Последствия от поступающих в канализацию загрязненных сточных вод

Загрязнённые канализации жиром и жирными кислотами являются угрозой остановки предприятий пищевой промышленности. Жиры, масла и другие загрязняющие вещества, которые отводятся после мытья грязной посуды и инвентаря. За определенное время жиры оседают на стенках труб, накапливаются, тем самым создавая «пробку» препятствующую проходу воды. Современные синтетические моющие средства, используемые на предприятиях, не обеспечат полноценное растворение жиров и масел. Закупорка труб устраняется очень тяжело, в течение длительного времени, в ходе чего работа предприятия может быть приостановлена, а также ухудшится общее санитарное состояние объекта.

Полностью предотвратить предприятие от таких последствий обеспечит специальное устройство – жируловитель. Данные агрегаты способны работать при температуре окружающей среды от +5-10°С до +40°С и при температуре сточной воды до 70°С.

По технологии принцип работы жируловителя основан на гравитационном отстаивании и коалесценции. Современные технологии позволяют использовать жируловители по назначению. На рынке представлен большой ассортимент и различный по специфике монтажа, подстраиваемый под тип предприятия и сопутствующим требованиям.

1.7 Последующая утилизация жировых остатков, нерастворенных в жируловителях

Практически все предприятия общественного питания, деятельность которых связана с производством и реализацией продуктов питания, явно сталкиваются с проблемой дальнейшей утилизации жировых отходов после очистки оборудования очистки. В зависимости от производительности предприятия суточный объем сбрасываемых в водосток жировой массы может варьироваться от нескольких килограммов до десятков тонн.

Наиболее распространенным методом переработки жиров – их обеззараживание. Это процесс, позволяющий получить вещества, которые возможно разместить на полигонах. На данном процессе используются следующие методы: обработка химическими реагентами, жидкофазное окисление или обезвреживание с использованием бактерий.

На данный момент применяется использование жиров в качестве вторичного сырья для получения мыла, моющих средств, сульфата натрия, жирных кислот, охлаждающе-смазочных жидкостей [25,55].

1.8 Общая характеристика предприятия и основные производственные процессы

Кондитерская «Вкусная История» специализируется на выпуске и реализации кондитерских и хлебопекарных изделий.

Основные технологические операции: хранение и подготовка сырья, приготовление и замес теста; разделка теста и его порционирование; формовка изделий: расстойка, выпечка и охлаждение изделий; приготовление отделочных полуфабрикатов; отделка изделий.

1.8.1 Основные производственные процессы как источник образования сточных вод промышленного предприятия

На предприятии образуются 2 вида производственных сточных вод: загрязнённые и незагрязненные. Загрязнённые водостоки образуются при мойке оборудования и инвентаря. Незагрязненные образуются в основном от бара.

Загрязнения сточных вод от производства жирами состоят из потерь жиросодержащих продуктов: сливочного и растительного масла, молока, молочных продуктов, отходов производства. Количество бытовых сточных вод составляет 2-10% от общего стока.

Ранние водостоки белого или желтоватого цвета. Реакция их щелочная, поскольку стоки производства содержат белковые соединения, углеводы, жиры, а именно они быстро могут подвергаться загниванию и закисанию. Соответственно, гниение сопровождается с выделением неприятного запаха. рН сточных вод снижен до 4,5. А из-за недостаточного действия жироловки, жиры скапливаются в большом количестве непосредственно в самом сепараторе, и требует ежедневной ручной очистки [25].

1.8.2 Оценка эффективности существующего оборудования

Несмотря на незначительный объем сточных вод, на предприятии присутствует система очистки в виде жироловки серии СПБ ТУ 3697-001-44941778-2014, что обеспечивает скапливанию жиров перед выбросом в

канализацию, но процесс эксплуатации достаточно трудоемок, так как ежедневно нужно очищать вручную.

Но с установкой жируловителя не решается основная проблема дальнейшей утилизации жировых скоплений.

На данном предприятии не предусмотрена последующая транспортировка нерастворенных остатков жиров и они выбрасываются совместно с бытовыми отходами в общий контейнер для мусора. Из этого следует, что из-за несоответствующей утилизации отходов жируловителя, они могут так и не подвергнуться полной утилизации, что нанесет вред окружающей среде.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТОЧНЫМ ВОДАМ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖИРОВ

2.1 Нормативные ссылки

В данной работе использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 17.1.2.03-90 от 110.12.1990 «Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения»
- ГОСТ 19179-79. Гидрология суши. Термины и определения
- ГОСТ 2761-84 от 27.11.1984 « Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»
- ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85). Качество вод. Термины и определения
- РД 52.24.622-2001. Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков.
- Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (СанПиН 4630-88).
- Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения (СанПиН 2.1.4.027-95)
- «Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод».
МУ2.1.5.800-99 [20,21,22,23].

2.2 Термины и определения

В данной работе применены термины и определения, приведенные в ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85), ГОСТ 19179-79, СанПиН 2.1.4.027-95

2.3 Идентификация наилучших доступных технологий

К наилучшим доступным технологиям (НДТ) относятся в основном те, которые позволяют максимально уменьшить содержание нерастворенных жирных частиц в воде.

2.3.1 Комплекс для отделения и удаления жира из сточных вод

В вспомогательных и технологических процессах на предприятиях пищевой промышленности используется проточная вода, которая загрязняется в процессе деятельности предприятия отходами и потерями производства, вследствие чего образуются сточные воды. Зачастую для расположения предприятий пищевой промышленности выбран именно населённый пункт, и их сточные воды принимаются в городскую канализационную сеть. Но следует обратить внимание, что предприятия с производством пищевых продуктов следует отнести к разряду тех учреждений, которые производят продукцию, которая является объектом массового потребления. Поэтому санитарные и экологические службы держат данные предприятия под контролем. На подобных предприятиях, как правило, должны соблюдаться все санитарно-гигиенические нормы, но, в свою очередь, сточные воды были безопасны для окружающей среды, в частности для водоемов [28].

В РФ уже разработаны и утверждены нормы СНиП, СанПиН и т.д., следуя которым будут наложены конкретные ограничения на концентрацию жиросодержащих веществ в сточных водах предприятий [53].

В связи с этим, сточные воды пищевой промышленности должны подвергаться предварительной очистке непосредственно на самом предприятии, в соответствии с нормами (СНиП II-32-74). Как правило, данная процедура приводит к снижению концентрации взвешенных частиц и в том числе жиров до установленных норм.

Как уже было сказано выше, содержание жира в сбрасываемых в канализацию сточных водах не должно быть превышение установленного лимита – 25-50мг/л, в зависимости от вида производства.

Соответственно, чтобы достичь такого результата, обязательно следует проводить локальную очистку сточной воды, в процессе чего, удалятся излишки жиров и масел. Но если в данном заведении пренебрегли установкой подобного очищающего оборудования, то владелец может быть оштрафован контролирующими органами. К тому же, при прямом сливе загрязненных жировых стоков в систему центральной канализации значительно возрастают риски засорения и закупоривания водопроводной сети и неполадок канализационных насосных станций (КНС) предприятий и непосредственно канализации в дома [59].

Во-первых, жиры при охлаждении представляют собой хлопьевидную массу, которая способна вызывать жировой нарост более активно, чем минеральный в условиях с жёсткой водой. Следовательно, это приводит к образованию жирового нароста на стенках труб, которые в свою очередь накапливаются и создают благоприятную среду для развития бактерий, уменьшают проток воды и образуют закупорку канализационной сети. В результате чего появляется необходимость частой очистки труб и к принудительной замене.

Во-вторых, по своим свойствам жиры со временем образуют едкие вещества, вызывая стойкий зловонный запах, так как происходит гниение жировых осадков.

В-третьих, все соединения, которые возникают при окислении жирных кислот, разъедают структуры трубопроводов, что в дальнейшем приводит к их негодности.

Проблема очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности имеет помимо экологического, также технологический и экономический аспект.

Наличие жировых соединений и других взвешенных частиц в сточных водах образует плотные отложения на стенках и на поверхностях резервуаров насосных станций, что осложняет работу аэротенков и приводит к

нарушению работоспособности биологических фильтров и к засорению канализационных сетей.

Актуальность проблемы разработки внедрения технологии очистки сточных вод пищевой промышленности позволяет решить вопрос о переработке уже вторичных загрязнений биологической доочистки, что затем позволит обеспечить компактность, экономичность и удобство эксплуатации и малоотходность.

2.4 Анализ методов локальной очистки

Одной из передовых тенденций решения этой проблемы является внедрение безотходных и малоотходных технологий, для существования которых необходимо добиться сокращения сбросов в водные объекты загрязняющих веществ непосредственно от самих предприятий и сокращения водопотребления пресной воды. Возможно это только тогда, когда на предприятиях будут введены оборотные системы.

Для введения этих систем необходимо исследование проблемы очистки масло и жиросодержащих сточных вод и проведение реконструкции уже существующих предприятий и тех, которые запланированы.

При существующей статистике ряда предприятий, проблема масло- и жиросодержащих сточных вод очень остра. На данный момент широкое применение имеет биологическая очистка на аэротенках, биофильтрах, полях орошения и физико-химическая на флотаторах.

Более широкое применение локальной очистки вод предприятий пищевой промышленности имеет метод отстаивания и коагулирования с разделением фаз на флотаторах, а также аппараты механической очистки сточных вод от крупнодисперсных загрязнений органического и минерального происхождения.

Особую трудность представляет собой очистка жиросодержащих сточных вод, где присутствуют многофазовые жировые частицы (в виде

плавающей пленки, эмульсии или раствора) и поэтому необходимы методы, которые различны по принципу действия очистительных мероприятий.

Сточные воды, как правило содержат разнообразный спектр органических углерод-, азот- и фосфоросодержащих соединений, которые и является основными загрязнителями, которые в свою очередь могут быть в диспергированном, коллоидном и растворенном состоянии.

Цвет и запах сточных вод определяются при помощи анализов с указанием степени разбавления, при которой они исчезают. При этом рекомендуется сравнить величину разбавления, указанную анализом, с расчетной на участке водооттока между сбросом сточных вод и ближайшим пунктом водопользования. Это позволит решить вопрос о необходимости очистки сточных вод по окраске и запаху перед сбросом их в водоем,

Количество взвешенных веществ в сточных водах, прошедших очистку и направляемых в водоем, не должно увеличивать содержания последних в воде водоема на 0,25 мг/л для водоемов I категории и 0,75 мг/л для водоемов II категории.

2.5 Установка жируловителей в предприятиях общественного питания

Жируловитель – емкость, цилиндрической формы, разделённая, перегородками на три отсека, предназначенный для отделения и задержания жиров из поступающих в него сточных вод. В основном его действие определяется в зависимости от разности удельного веса сточных вод и содержащихся в них жиров.

Сточные воды с жирами, без крупных частиц, поступают в первый отсек, где происходит осаждение взвешенных веществ и гравитационное отведение жиров на поверхность. Предварительно очищенные таким образом стоки поступают во второй и третий отсеки, где происходит дальнейшее отделение жиров, и затем стоки отводятся в канализацию.

Устройство жиросепаратора

Сепаратор состоит из водонепроницаемого резервуара, который в свою очередь разделен на отсеки. Сверху жиросепаратора накопительное пространство, которое ограничивается наклонными планками для удаления накопленных жировых остатков. Конструкция накрывается крышкой для эксплуатации. Сама крышка должна быть оборудована утепляющим слоем и вентиляцией – труба $d=110$ мм.

Функционирование жиросепаратора.

I стадия - очищенная от загрязнителей и грубых высокодисперсных примесей сточная вода направляется в первую ступень жиросепаратора, где осуществляется осаждение нерастворенных веществ и гравитационное отделение жиров на поверхность.

II стадия – частично очищенные стоки пропускаются под погружными перегородками во вторую ступень сепаратора, затем под погружной перегородкой на выпуск в канализацию.

Остаточные накопления с обеих ступеней жиросепаратора скапливаются в специальное пространство, где и находится вплоть до его извлечения из аппарата.

Классификация жиросепараторов

Практически любой смонтированный сепаратор можно разделить на 2 группы:

- ручной контроль;
- ручная утилизация накопившихся жиров.

Классификация по области применения

- Бытовые – небольшие резервуары, которые благодаря компактным размерам часто применяются в домашних условиях. Эксплуатационный режим этих агрегатов выполняется вручную.

- Цеховой сепаратор жиров – аппараты с высокой производительностью и более крупными габаритами. Обычно применяются в средних и крупных производствах пищевой промышленности, а также в

сфера общественного питания. Эксплуатация производится также вручную, но устройство снабжено датчиком заполнения.

- Промышленные агрегаты – технически сложное оборудование, для которого требуется отдельное помещение, либо устанавливается в заглубленном котловане. Обычно используется в крупных производствах с высоким оборотом воды. Для непрерывного действия устройство полностью автоматизировано и используются химические добавки.

Классификация по материалу, использованном при производстве

- агрегаты из нержавеющей стали – с высокой стоимостью, но очень прочные. Долгий срок эксплуатации и такие сепараторы справляются с большими объемами воды. Применимы в промышленных условиях. При производстве таких установок применяется «пищевая» сталь марок AISI 304, AISI 316 и AISI 430. Срок эксплуатации обычно у таких аппаратов под землей более 150 лет.

- установки из стеклопластика – отличаются от других модификаций небольшим весом и устойчивостью к перепадам температуры и к агрессивным средам. Легко эксплуатируемы, как и в быту, так и в промышленности.

- установки из полипропилена – низкие по стоимости и неустойчивы. Из-за низкой прочности к механическим нагрузкам и малых габаритах их применяют в основном в бытовых условиях.

Классификация по методу сепарации

- механический сепаратор – герметичная установка. С камерными отсеками внутри, связанными между собой протоками. Стоки по верху проходят через бак, в то время как жировые остатки осаждаются. Прост в эксплуатации, но накопительная емкость быстро наполняется, и чистка происходит вручную, а треть неотделенных частиц попадает вместе со стоками в канализацию

- гравитационный (герметический) сепаратор – работает по принципу гравитационного отделения жира от воды. Вода по патрубку сливается в

следующий отсек, жир остается на стенках резервуара. Отдельные виды гравитационных агрегатов сепарируют с помощью хим. реагентов. Производительность намного выше из-за реакции с реагентами с маслами и жирами, которые за короткое время образуют крупные конгломераты, которые оседают на дно установки.

- биодеструктор – более усовершенствованная категория жируловителей, поскольку в них применяется биологическая очистка воды.

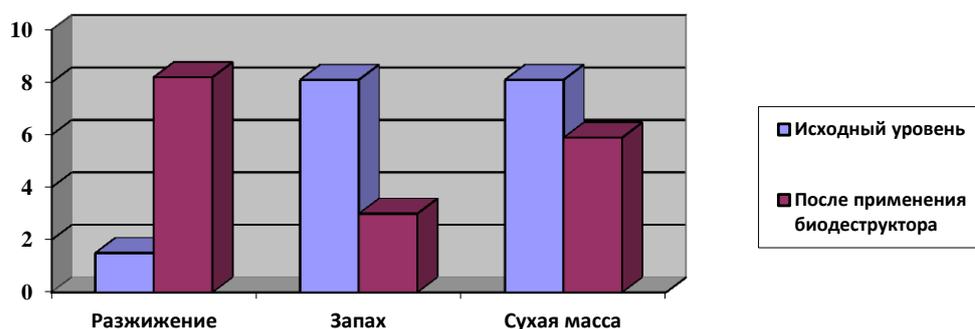


Рисунок 1 - Диаграмма динамики биодеструкции жировой массы в сутки

На данной диаграмме изображена динамика жируловителя без добавок с биологическими реагентами. В резервуар засыпается биологическая добавка с микроорганизмами, которые питаются жирами. Жировые соединения в процессе поглощаются полностью и затем образуются нейтральные отходы. Остатки жизнедеятельности микроорганизмов оседают на дно и с поступлением нового объема стоков цикл очищения повторяется до того момента, пока уровень не достигнет нормы, после чего аппарат чистят. Несмотря на вынужденную очистку, которая выполняется заметно реже, чем в других модификациях, жир не оседает на дно и не происходит процесс гниения, что не влечет за собой неприятных запахов.

Классификация по конфигурации

- сепараторы вертикального расположения – универсальны в применении, из-за своих габаритов могут находиться как в помещении, так и в грунте. Обслуживание этого аппарата происходит через верхнюю часть в техническом колодце (крышку). Основное преимущество такой

конфигурации это компактные габариты и небольшие габариты, и охват территории при его установке.

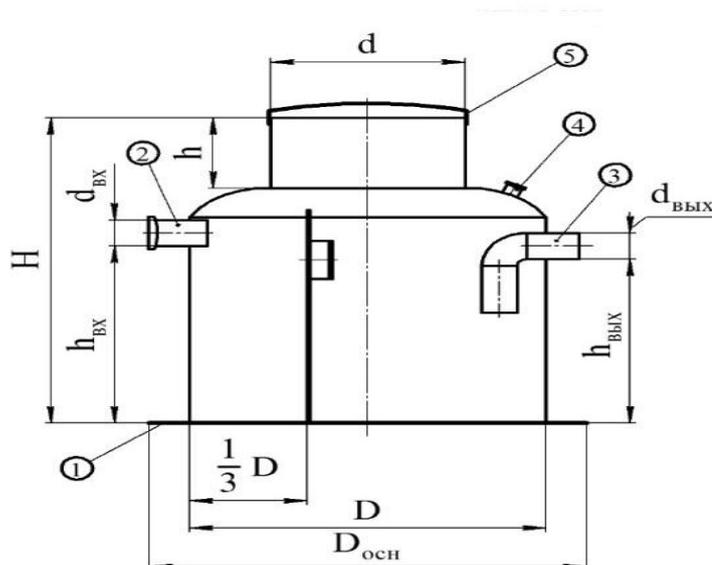


Рисунок 2 – Агрегат с вертикальным расположением

*1-основание; 2 – подводная труба; 3 – выходная труба; 4- труба вентиляционная;
5 – крышка стеклопластиковая.*

Таблица 3 – Параметры вертикального агрегата

| Производительность, л/с | Масса, кг | Диаметры $d_{\text{вх}}, d_{\text{вых}}$, мм | Габариты $D * L$, мм | Толщина стенки, мм |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1 | 50 | По тех. заданию 110/160/200/250 | 1100*1300 | 5,0 |
| 2 | 75 | | 1100*1500 | |
| 3 | 95 | | 1100*2200 | |
| 4 | 110 | | 1400*1820 | |
| | 110 | | 2000*1300 | |
| 5 | 120 | | 1400*2060 | |
| | 130 | | 2000*1420 | |
| 7 | 130 | | 1400*2100 | |
| 7 | 140 | | 2000*1520 | |
| 10 | 220 | | 2000*2100 | |
| 15 | 320 | 2400*2200 | 7,0 | |

- сепараторы горизонтальной конфигурации отличаются объёмными габаритами и устанавливаются в грунт. Крупный габарит является основной недостаток, но небольшая высота способствует полному погружению в грунт.

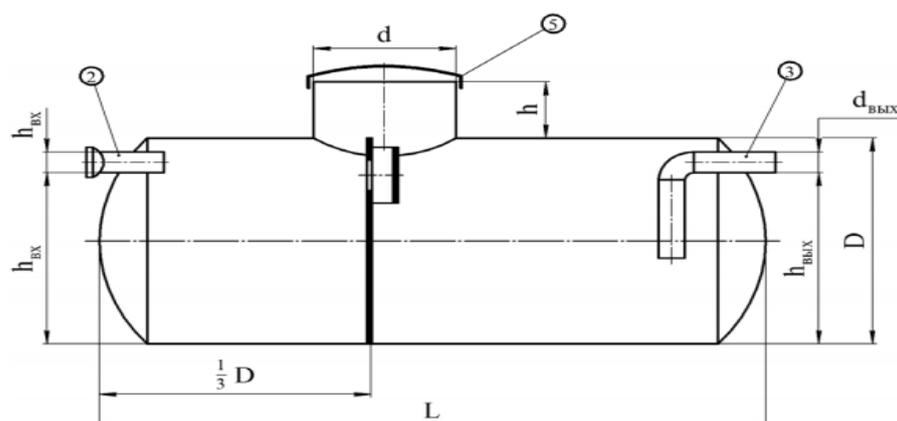


Рисунок 3 – Агрегат с горизонтальной конфигурации

*1 – Основание; 2-подводящая труба; 3- выходная труба; 4-труба
вентиляционная; 5-крышка стеклопластиковая.*

Таблица 4 – Параметры горизонтального аппарата

| Производительность, л/с | Масса, кг | Диаметры $d_{вх}d_{вых}$, мм | Габариты $D*L$, мм | Толщина стенки, мм |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 2 | По тех. заданию 110/160/200 | 65 | 1100*1800 | 5 |
| 3 | | 95 | 1100*2300 | |
| 4 | | 110 | 1100*2800 | |
| 5 | | 110 | 1100*3300 | |
| 7 | | 140 | 1400*2400 | 5,5 |
| 10 | | 150 | 1400*3400 | 6,0 |
| 15 | | 220 | 1400*5300 | 8,0 |
| 20 | | 350 | 1400*8000 | 10,0 |
| 25 | | 850 | 2000*5700 | 12,0 |
| 30 | | 1020 | 2000*7300 | 14,0 |

2.6 Техническая характеристика установленного на предприятии жироуловителя Серии СПБ 1,5-100 Стандарт

Общие сведения.

Жироуловители модельного ряда СПБ 1,5-100 устанавливаются на предприятиях для очистки водостоков, загрязненных жирами растительного и животного происхождения, маслопродуктами во многих учреждениях общественного питания, в частности в кондитерских производствах в соответствии с ГОСТ РФ 50763-95 и СНиП 2.04.01-85. Аппарат используется

как стартовая очистка и надежно защищает бытовые канализации от загрязнений.

Корпус жиросепаратора СПБ выполнен из нержавеющей стали.

Климатическое исполнение: УХЛ-4 по ГОСТ 15150-69.

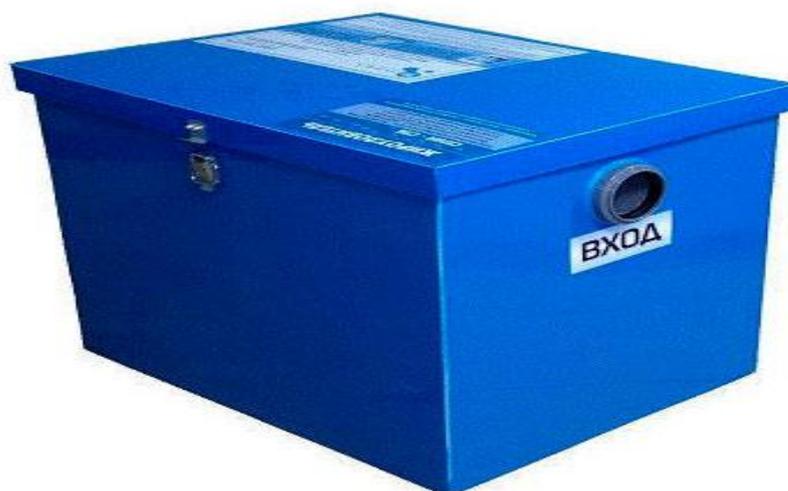


Рисунок 4-Жиросепаратор серии СПБ 1,5-100

Сам жиросепаратор представляет собой герметичную двухкамерную конструкцию, внутри которой две полые емкости. Сепараторы, с объемом сброса более 40 литров производятся с ребрами жесткости по верхнему параметру, что гарантирует максимальную жесткость корпуса и полное прилегание уплотнителя, препятствующее проникновению запахов наружу и для удобства в обслуживании.

На рисунке 5 изображены схема цехового жиросепаратора серии «Стандарт»:

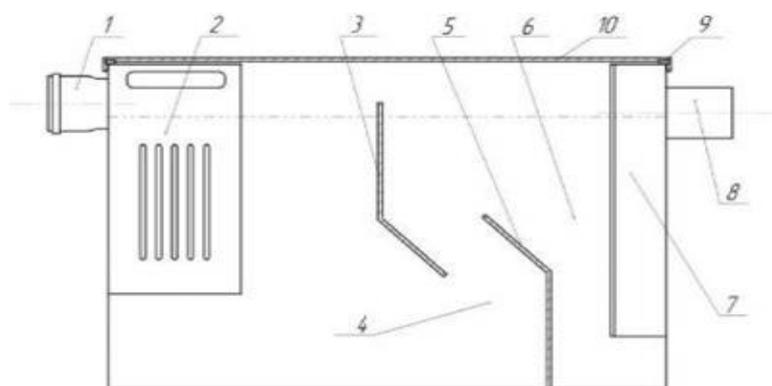


Рисунок 6 – Схема жиросепаратора СПБ 1,5-100

1- входной патрубок; 2- съемный лоток для сбора крупного мусора; 3- сепарационная пластина №1; 4- камера сепарации; 5- сепарационная пластина №2; 6- камера отстаивания; 7- распределительный карман; 8- отводящий патрубок; 9- резиновый уплотнитель; 10- крышка.

Загрязненные стоки проходят через входной патрубок 50 или 110 мм в съемный лоток, где начинается отделение от крупного мусора. Затем поток попадает в первичную камеру сепарации, где осаждаются мелкие твердые частицы и укрупняются неэмульгированные жиры и масла.

В камере отстаивания частицы окончательно отделяются от воды за счет того, что неэмульгированные жировые продукты, обладают меньшей, относительно воды, массой. Очищенная в последней стадии вода через распределительный карман, предотвращающий проникновению жировых остатков в канализацию, по отводящему патрубку поступают в общую канализацию. А во второй камере, происходит вторичное или окончательное отстаивание стоков, вытесненных потоком из первой, где эмульгированные вещества переходят в естественное (неэмульгированное) состояние. Жировая масса, скопившаяся на поверхности воды во второй камере, постепенно уплотняется. Образуется плотная жировая масса, удобная для очистки.

Технические данные жиросепаратора марки СПБ 1,5-100 приведены в таблице 4.

Таблица 4- Параметры жиросборителя СБП 1,5-100

| Параметры | Габариты |
|---------------------------------------|-----------------|
| Длина, см | 770 |
| Ширина, см | 520 |
| Высота, см | 420 |
| Производительность, м ³ /ч | 1,5 |
| Пиковый сброс, л | 100 |
| Диаметр патрубков, мм | 50 или 110 |
| Эффективность по жирам | До 90% |

Монтаж оборудования должен выполняться специалистом, имеющим соответствующую квалификацию.

2.7 Биопрепараты для жиросборителя

С установкой жиросборителя связан целый ряд проблем:

- своевременная и регулярная очистка от скоплений нерастворившихся жиров;
- образование запахов гниения и разложения вблизи жиросборителя;
- недостаточная степень очистки сточных вод;
- засорение канализационных стоков;
- утилизация жировых отходов.

Комбинирование биопрепаратов вместе с жиросборителем значительно улучшает эффект очистки, а также сэкономят средства и время.

2.7.1 Биопрепараты BionexGT

Микробиологический препарат, содержащий 8 штаммов факультативно-анаэробных микроорганизмов, которые способствуют к расщеплению жировых макромолекул до более простых веществ, устраняют патогенную микрофлору и снижают уровень загрязнения в производственных сточных водах, а также препятствуют образованию

жировых скоплению на поверхностях систем сепараций и насосного оборудования.

Состав препарата данной марки исключает химические компоненты и не оказывает агрессивного действия на оборудование, содержит только биологические микробные вещества, которые полностью биоразлагаемы без вреда окружающей среде.

Температура хранения должна быть в пределах от -17°C до $+30^{\circ}\text{C}$ при влажности воздуха до 60%; температура транспортировки должна быть в пределах от -26°C до $+35^{\circ}\text{C}$, Влажность воздуха не более 70%.Срок действия 1 таблетки BionexGrease WT-Tab около 20–25 календарных дней для жиरोуловителей и систем сепарации жировых отходов объемом до 100 литров.

2.7.2 Биопрепараты «Стимул.Живая экология»

Также состоят из полностью биологических микроорганизмов.

Высококонцентрированный препарат разработан специально для разложения больших объёмов жировых и других органических загрязнений в канализационных трубах и сточных водах.

- жиरोуловители производительностью $0,5-1,5\text{м}^3/\text{час}$ – 1 мерная ложка 3 раза в неделю;
- жироуловители производительностью $1,5-3,0\text{м}^3/\text{час}$ – 2 мерных ложки 3 раза в неделю;
- для обработки 50м трубы – 1 мерная ложка ежедневно.

Действие препарата основано на экстракте дерева юкки, что нейтрализует процессы гниения и разложения жировых остатков, из-за связывающей активности компонентов экстракта юкки, также уменьшается количество аммиака, образующегося в канализационных системах, отстойниках, насосных станциях и т.п.

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ЖИРОВ

3.1 Патентный поиск

Для разработки технологического решения по очистке сточных вод пищевой производств и сфер общественного питания был проведен патентный поиск по данным в Интернете.

Объектом исследования является олеофильный фильтр, устанавливаемый непосредственно в жируловитель для полного расщепления жиров и предотвращение попадания жировых отходов в водосток.

Исследуемая тема индексируется согласно международной патентной классификации (МПК) по последующим классам:

C02F 3/12, C02F 3/30, C02F 3/34, C02F 101/16, C02F 101/30, C02F 3/02, C02F 3/12, C02F 3/02, C11B 13/00, C02F 1/40, C12N 11/02, C02F 3/34, C11B 3/00, C11D 13/00.

Таблица 6 – Результат патентного поиска

| Номер документа | Название документа | Авторы | Характеристика |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| №RU94038094 | Автоматический сепаратор жиров | Бобылёв Андрей Олегович (RU), Кузнецов Максим Александрович (RU), Кузнецов Александр Иннокентьевич (RU) | Автоматический сепаратор жиров включает корпус и патрубки для подвода водожировой массы и слива очищенной воды. Технический результат применения заявляемого технического решения заключается в создании эффективного автоматического сепаратора жиров, простого в изготовлении, эксплуатации и ремонте. |
| №RU2315102 | Иммобилизованный биокатализатор для биологической очистки жиросодержащих сточных вод и способ его получения | Ефременко Елена Николаевна (RU), Сенько Ольга Витальевна (RU), Лозинский Владимир Иосифович (RU), Спиричева Ольга Васильевна (RU), Варфоломеев Сергей Дмитриевич (RU) | Изобретение относится к биотехнологии, а именно к иммобилизованным биокатализаторам, с помощью которых осуществляют биологическую очистку жиросодержащих сточных вод предприятий пищевой промышленности. Иммобилизованный биокатализатор содержит биомассу микроорганизмов-продуцентов внеклеточных липаз, полимерный носитель на основе поливинилового спирта (ПВС) и водную фазу, причем в качестве биомассы иммобилизованный биокатализатор содержит клетки мицелиального гриба, а в качестве полимерного носителя - криогель ПВС. |
| №RU 2183662 | Способ очистки воды от растворенных и нерастворенных примесей | Балаев И.С., Демина Н.С. | Для осуществления способа исходную воду подают в противоточный фильтр в направлении сверху вниз через плавающий слой инертного материала и загрузку, содержащую слой ионита, и расположенный непосредственно над ним дополнительный фильтрующий слой. В качестве фильтрующего материала используют инертный полимер с плотностью больше 1 г/см ³ , но меньше плотности используемого ионита и с гранулометрическим составом 0,5-2,5 мм. |

Продолжение Таблицы 6

| | | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| №RU 94038094 | Способ нейтрализации растительных масел и жиров с получением концентрата натриевых мыл | Стопский В.С., Фридман И.А. | Целью изобретения является снижение расхода реагентов и потерь нейтрального жира , а также исключение образования жиросодержащих сточных вод. Поставленная цель достигается тем, что растительные масла и жиры нейтрализуют водным раствором гидроксида натрия в присутствии натриевых солей серной или фосфорной кислот или их смеси. Сущность заявляемого способа заключается в формировании в процессе нейтрализации жира структурированного осадка натриевых мыл , что достигается цементирующим действием сульфата или гидрофосфата натрия, образующих кристаллогидраты (например $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), являющиеся центрами осаждения мыл . |
| № RU155952 | Установка для биологической очистки сточных вод | Шнитов Сергей Александрович (RU), Носов Алексей Михайлович (RU) | Полезная модель относится к устройствам многоступенчатой очистки бытовых и близких к ним по составу промышленных сточных вод и может быть использована в коммуникационном хозяйстве и на промышленных предприятиях. Биофильтр оснащен неподвижно закрепленной затопленной загрузкой для прикрепленной микрофлоры. |

При обработке данных патентного поиска были разработаны технологические решения для данной дипломной работы.

На основе свойств патентов №RU 2206520, №RU 94038094, №RU155952 была установлена следующая последовательность технологии очистки сточных вод на предприятии.

3.2 Разработка технологических решений биологической очистки воды в жируловителе

Установка данного жируловителя с применением биопрепарата с применением биопрепарата BionexGT не обеспечила полное расщепление жиров, следовательно, это не удовлетворяет требования по выбросам воды в канализационный водосток.

Период эффективного действия 1 таблетки BionexGrease WT-Tab составляет 20–25 календарных дней для жируловителей и систем сепарации жировых отходов объемом до 100 литров, биопрепарат погружается напрямую в 1 отсек жируловителя, и из-за регулярного потока воды не дает максимальную очистку воды, так как вымывается.

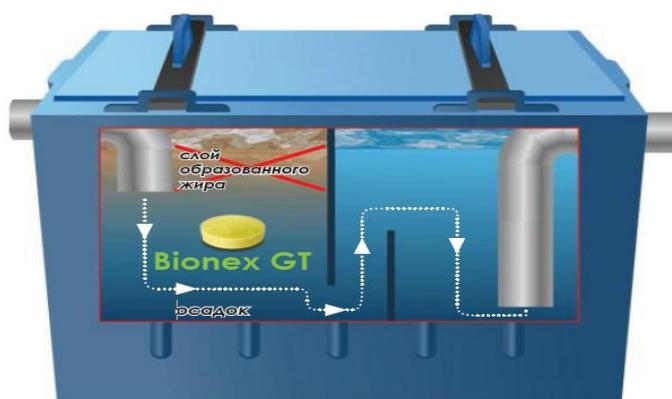


Рисунок 7 – Применение таблетированного биопрепарата Bionex GT

Чтобы снизить затратность на частое обновление биореагента, необходимо выполнить модернизацию жируловителя. Для этого необходимо установить сорбционный биофильтр для фиксации биореагента,

препятствующий проходу через него жиров. Соответственно, оставшиеся грубодисперсные остатки, которые не очистились данным биореагентом, как альтернативный метод утилизации жиров, следует подвергнуть реакции гидролиза с добавлением глицерина для получения хозяйственного мыла.

При проектировании сорбционного биофильтра были поставлены следующие требования:

- универсальность и простота в обслуживании;
- мобильность и возможность переноса оборудования на другой жироуловитель;
- материал, сходный по свойствам к корпусу аппарата, т.е. антикоррозионный и стойкий к агрессивным средам;
- невысокая стоимость.

3.3 Производительность предлагаемого жироуловителя

Для анализа эффективности данной марки жироуловителя следует рассчитать производительность, которая рассчитывается по формуле (1):

$$NS = Q \cdot kt \cdot kd \cdot kr(1)$$

где:

NS-производительность жироуловителя;

Q – максимальный расход сточных вод л/с;

kt – коэффициент температуры $<60^{\circ}\text{C} = 1, >60^{\circ}\text{C} = 1,3$

kd - коэффициент плотности жира $<90\text{г/см}^3 - 1, >90\text{г/см}^3 - 2$

kr – коэффициент применения моющих средств применяются – 1,3
не применяются – 1.

Определение максимального объёма стоков на предприятии определяется по следующей формуле (2):

$$Q = M \cdot V \cdot / (3600 \cdot t) \quad (2)$$

где:

M – количество продукции в сутки;

V – объём сточной воды на единицу продукции;

t – средняя продолжительность рабочего дня.

Для рассматриваемого предприятия расчёт будет такой:

$$Q = 100 \cdot 5 / (3600 \cdot 12) = 0,012 \text{ л/с}$$

$$NS = 0,012 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot 1,3 = 0,039 \text{ л/с}$$

3.3.1 Экономическое обоснование предлагаемого проекта

Годовой календарный фонд рабочего времени:

$$T_{\text{кал.}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ ч.} \quad (3)$$

где:

24 часа - количество часов в сутках.

Номинальный фонд времени:

$$T_{\text{ном.}} = 12 \cdot 365 = 4380 \text{ ч.} \quad (4)$$

где:

12 часов – количество часов работы производства в сутки

Не взяты в учет праздничные и выходные дни, так как кондитерская «Вкусная История» работает ежедневно, без праздничных и выходных дней.

Эффективный фонд рабочего времени:

$$T_{\text{эф.}} = T_{\text{кал.}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{рег}} \quad (5)$$

где:

$T_{\text{рем}}$ - время на ремонт в год. Возьмем 4% от $T_{\text{ном.}}$.

$T_{\text{рег}}$ - время на регенерацию в год.

$T_{\text{рег}} = 1/3 \cdot T_{\text{ном.}}$, т.к. установка подвергается регенерации примерно через каждые 30 часов работы, а регенерация длится 15 часов:

$$T_{\text{эф.}} = 8760 \text{ ч} - 0,04 \cdot 8760 \text{ ч} - 1/3 \cdot 8760 \text{ ч} = 5489,6 \text{ ч/г.}$$

3.3.2 Производственная мощность аппарата очистки

Вычисляется по формуле (6):

$$ПМ = q \cdot T_{\text{эф}} \quad (6)$$

где:

q - пропускная способность жируловителя в м³/час.

q не известно, но необходимо учесть время на ремонт и регенерацию.

Следовательно, простаивая определенное время без работы, затем установка должна очищать большие объемы сточных вод в единицу времени (те, которые скопились за время простоя + вновь поступившие).

Для нахождения q надо знать объем сточных вод в год ($V_{\text{ст.вод}}$) и $T_{\text{эф}}$ для сепаратора.

$$q = V_{\text{ст.вод}} / T_{\text{эф}} \cdot K_n \quad (7)$$

где

$K_n = 1,11$ – коэффициент, учитывающий непредвиденные обстоятельства.

$$V_{\text{ст.год}} = V_{\text{ст.сут}} \cdot T_{\text{ном}} \quad (8)$$

где:

$V_{\text{ст.сут}}$ - поступающий объем сточных вод в сутки на очистку.

По данным кондитерской, объем сточных вод, поступающий на очистку в сутки равен $0,9 \text{ м}^3$, следовательно, в год:

$$V_{\text{ст.год}} = 0,9 \text{ м}^3 / \text{сут} \cdot 365 = 328,5 \text{ м}^3$$

$$q = 328,5 \text{ м}^3 / 5489,6 \text{ ч} \cdot 1,11 = 0,06 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$\text{ПМ} = 0,06 \cdot 5489,6 = 329,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для определения степени нагруженности установки для очистки сточных вод определим $K_{\text{исп}}$:

$$K_{\text{исп}} = V_{\text{ст.год}} / \text{ПМ} \quad (9)$$

$$K_{\text{исп}} = 328,5 \text{ м}^3 / 329,4 \text{ м}^3 = 0,9$$

Исходя из полученного значения, очистное сооружение соответствует данному предприятию и справится с установленным объемом сточных вод.

3.3.3 Затраты на биореагенты для очистки

Годовой расход реагентов определяется по формуле 10:

$$P_{\text{год}i} = N_{ri} \cdot V_{\text{год}} \quad (10)$$

где:

N_{ri} - норма расхода материала или вещества на м^3 сточных вод,

$V_{\text{год}}$ - годовой объем сточных вод.

Затраты определим по формуле 11:

$$Z_{mi} = P_{годi} \cdot Цi(11)$$

где:

$Ц_i$ - цена i -го вида вещества (материала)

Вычисления в таблице 5

Таблица 5- Затраты на биореагенты

| Наименование материала | $Ц_i$, руб./кг | $Н_p$, кг/м ³ | $P_{годi}$, кг | Z_{mi} , т. руб. |
|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| Биопрепарат Bionex GT | 590 | 0,05 | 18,25 | 10767,5 |
| Живая экология. Стимул | 1850 | 0,02 | 7,3 | 13505 |

3.4 Биофильтр

Исходя из данных требований и на основании проведенного патентного обзора, были разработаны следующие технологические решения. За прототип были принят следующий патент RU155952 «Установка для биологической очистки сточных вод».

После поступления в жируловитель сточных вод кондитерского предприятия будет первая стадия очистки: отделение грубодисперсных жиров и мелкодисперсных (рис. 8).



Рисунок 8 – Устоявшаяся жировая масса, поделенная на грубодисперсные и мелкодисперсные жировые остатки

Предлагается модернизировать существующую установку по очистке сточных вод от жиров (жироловушку) на основе размещения во втором отсеке после механического отделения грубодисперсных жиров биофльтрационного модуля для наращивания биоплёнки и биологической очистки мелкодисперсных жиров в результате биодеструкции жировых загрязнений.

Таким образом, новая модель установки будет иметь 2 отделения в которых вода будет проходить две стадии очистки:

1 стадия (1 блок) – механическая очистка от грубодисперсных жиров, извлечение жиров и дальнейшая их переработка в жировом котле.

2 стадия (2 блок) – стадия биологической очистки. На пути стока размещается и закрепляется биофильтр – картридж с полимерной загрузкой на который предварительно нанесён выбранный биопрепарат с биодеструкторами жиров. Биофильтр оснащен неподвижно закрепленной затопленной загрузкой для прикрепленной микрофлоры.

Мелкодисперсные частицы жировых загрязнений будут проходить через предлагаемый биофильтр, который в себя включает полимерную загрузку с таблетками биореагента BionexGT, где происходит биодеструкция жировых частиц микроорганизмами.

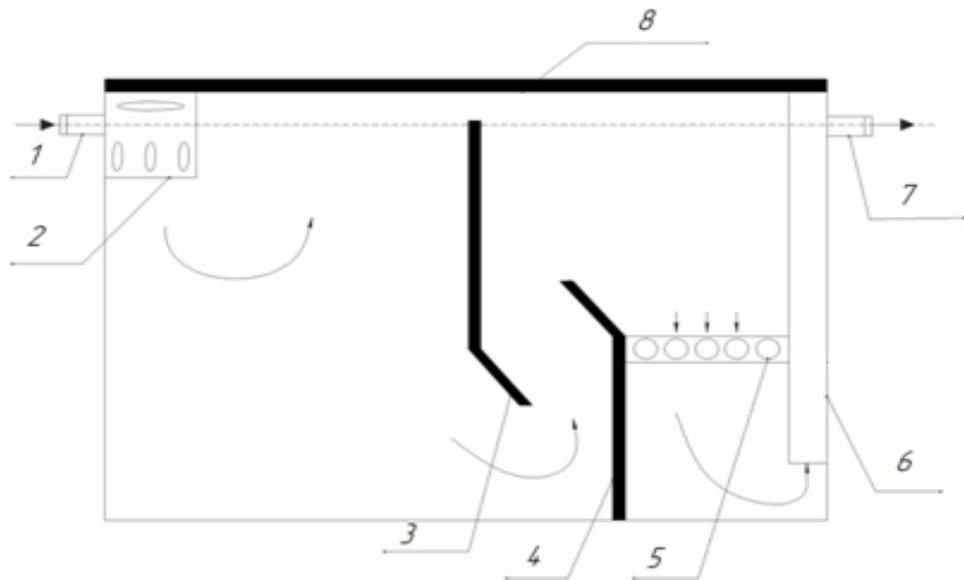
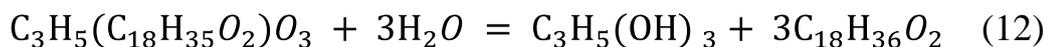


Рисунок 9 – Жироуловитель с установленным фильтром

1-входной патрубком; 2 – съемный лоток для сбора крупного мусора; 3- сепарационная пластина №1; 4- сепарационная пластина №2; 5- биофильтр; 6 – распределительный карман; 7- отводящий патрубок; 8 – крышка.

В результате действия этого фильтра, который выполняет биологическую доочистку с помощью микроорганизмов биопрепарата *BionexGT*, происходит разложение жиров. Первая стадия деструкции - гидролиз, осуществляется ферментом липазой.



| | |
|------------|-------------|
| Тристеарин | стеариновая |
| глицерина | кислота |

В последующей стадии олеофильные микроорганизмы, поглощают жиры и образуются нейтральные безопасные вещества. Промежуточные продукты в конечном счете окисляются до CO_2 и H_2O .

Оборудование для биологической очистки воды от жиров

Биоагрузка выполнена в виде листов плоской формы, состоящих из массива переплетенных между собой волокон прочного полимера. Эффективная технология фильтрации обеспечивает значительный свободный

объем (достигающий 94 %) и возможность очищать максимальное количество стоков.

Материал – носитель биоплёнки для биофильтра. Наименование FSM460, материал – полиэтилен. Удельная площадь поверхности $460 \text{ м}^2/\text{м}^3$, диаметр волокна 0,45 – 1.9 мм, свободный объём 94 %.

Преимущества биологической очистки с помощью биофильтра

- экологическая безопасность;
- продолжительный срок службы;
- большая удельная площадь поверхности, обеспечивающая эффективную очистку стоков ($460 \text{ м}^2/\text{м}^3$ в модификации FSM460);
- простота регенерации — все, что нужно сделать, это продуть биофильтр мощным воздушным потоком, встряхнуть или ополоснуть под струей воды (в случае сильного загрязнения);
- простота установки — фильтры биологической очистки имеют жесткую структуру и не нуждаются в индивидуальном каркасе при установке в емкости.

Принцип действия биофильтра

Биопленка, состоящая из микроорганизмов, самостоятельно наращивается на листах фильтра при внесении биопрепарата или размещения таблетки. Благодаря близкому расположению волокон образуется равномерное течение, позволяющее быстро нарастить необходимое количество биомассы.

Таким образом, достигается высокая степень биологической очистки стоков.

Во втором блоке очистки воды от жиров предлагается установить фильтрационную камеру и вставить один или несколько полимерных фильтров с биоагрузкой (рис. 10). Благодаря последовательной установке листов с различной плотностью, возможно, добиться эффективной очистки без образования засоров и анаэробных участков. Фильтры могут устанавливаться в однокамерных или многокамерных фильтрационных

камерах, что позволяет обеспечивать наиболее качественную биологическую очистку от мелкодисперсных жиров.

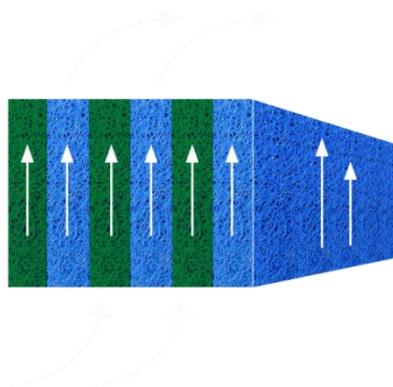


Рисунок 10 – Полимерная загрузка биофильтра

3.5 Эффективность биофильтра

По формуле 1 установлена производительность жируловителя ($NS=0,039$ л/с).

После установки биофильтра производительность жируловителя с предлагаемым биофильтром будет уменьшена за счет коэффициента трения $K= 0.95$:

$$NS = Q \cdot kt \cdot kd \cdot kr \cdot K = 0,012 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 0,95 = 0,037 \text{ л/с}$$

3.6 Утилизация нерастворенных и грубодисперсных жировых остатков

Ежедневная очистка жируловителя необходима для предотвращения перезагрузки жируловителя и масса отходов порядка 1,5-2,0 кг, по сравнению с общими отходами это очень малый вес по сравнению с общим объемом отходов со всего города.

В г.о. Тольятти около 1100 предприятий общественного питания [65]. Объемы отходов напрямую связаны с объемом выпускаемой продукции, а они в свою очередь зависят от многих факторов (количества посадочных мест, размеров предприятий, вида выпускаемой продукции).

На предприятиях с приготовлением напитков : кафетерии, бары, кофейни в своем производстве не используют в большой мере жировые

продукты, исключением является молочный жир, который не дает большие загрязнения, не удовлетворяющие ПДК, следовательно, могут пренебречь установкой очищающего оборудования. Предприятия с малой производительностью, использующие продукты с низким содержанием жира: кафе, буфеты, закусочные – если не используют фритюрные оборудования, то допустимо использование бытовых небольших жируловителей. Предприятия, где вся продукция идет с применением жировых продуктов – столовые, рестораны изготавливают мясные и рыбные продукты; изделия, приготовленные во фритюрнице и т.д., вынуждены столкнуться с проблемой масштабного выброса жиров в водосток, поэтому устанавливают профессиональный агрегат, включающий отдельно жируловитель, отдельно отстойник.

Таблица 6 – Содержание жировых остатков после очистки жируловителя [42]

| | Предприятие | | | |
|--------------------------------------------|-------------|---------|----------|----------|
| | Бар | Кафе | Ресторан | Столовая |
| Содержание остаточных жиров, кг/сут | 0,025-0,1 | 1,0-2,5 | 5-10 | 10-25 |

Объем жируловителя регулярно пополняется новыми загрязненными стоками, и микроорганизмы могут успеть переработать определенную часть до того, как поступят новые. Остается и часть грубодисперсных. Для этого, как альтернативный метод утилизации жировых остатков предложено получение мыла или технических жиров из жировых остатков. Данный метод гарантирует снижение расхода реагентов и потерь нейтрального жира, после деструкции микроорганизмами, а также исключение образования жиросодержащих сточных вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе была рассмотрена проблема очистки сточных вод от жировых соединений на предприятии ИП Коршункова Е.И. кондитерская «Вкусная История». Проблема становится все более актуальной из-за увеличения объема производства и реализации кондитерских изделий, как следствие, увеличения отходов. На территории г. о. Тольятти нет предприятий, которые осуществляют прием рассмотренных отходов, поэтому остро встает вопрос об утилизации остаточных жиров, изъятых из жиρούловителя. Были проанализированы методы очистки с помощью жиρούловительной установки серии СПБ 1,5-100 и биопрепарата BionexGT и «Стимул. Живая экология».

В ходе работы был проведен анализ проблемы загрязнения сточных вод жирами в сфере общественного питания и пищевой промышленности. Рассмотрены существующие технологии по очистке сточных вод от жиров.

На основе анализа литературных источников и патентного поиска оптимальных методов и оборудования очистки сточных вод на предприятиях пищевой промышленности были разработаны и предложены для предприятия ИП Коршункова Е.И. кондитерская «Вкусная История» технологические решения по модернизации существующей системы очистки стоков. На основе анализа предложено модернизировать установку жиρούловителя, включив в имеющуюся установку блок биофильтрации для биологической очистки от мелкодисперсных жиров сточных вод.

В результате модернизации предлагается с минимальными экономическими затратами получить максимальный экологический и ресурсосберегающий эффекты, которые рассчитаны с учетом объемов потребления объема воды на территории данного предприятия. В результате внедрения предлагаемых технологических решений снизится вредное воздействие от сточных вод пищевого предприятия на окружающую среду, из отходов жиров образуются новые продукты при минимальных затратах на

обработку. Внесения биопрепарата на биофильтр снизит энергозатратность процесса очистки и повысит его эффективность.

Предложенные решения смогут снизить объем отходов жировых остатков от предприятий общественного питания. Осуществляя эффективную очистку жиросодержащих сточных вод предприятия «Вкусная История» снизится антропогенная нагрузка на территорию г. о. Тольятти, уменьшится первоначальный объем образовавшихся отходов, снизятся экономические расходы эксплуатации биореагентов, так как фиксация фильтром биореагента не позволит вымываться микроорганизмам, что заметно отразится на частоте использования препарата BionexGT и качестве очистки стоков. Грубодисперсные остатки жировых отходов будут использоваться для приготовления хозяйственного мыла.

Таким образом, намеченные задачи выполнены, поставленные цели достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алферова, А.А. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. - М.: Стройиздат, 1987.- 352 с.
2. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 159 с.
3. Асонов, Н.Р. Микробиология. — М.: Агропромиздат, 2003. — 351 с.
4. Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования : учебник / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. - Москва : Дашков и К, 2003. - 279 с.
5. Бабенков, Е. Н. Очистка воды коагулянтами. - М.: Наука, 1997. - 137 с.
6. Безбородов, А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза. – М.: Агропромиздат, 1991. – 238с
7. Беззубов, Л.П. Химия жиров. — М.: Пищепромиздат, 1956. — 227 с.
8. Березин, В.М. Правила безопасной работы с химическими веществами в высших и средних специальных заведениях. – М.: Химия, 1989. – 62 с.
9. Березов, Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. - М.: Медицина, 1998. –704 с.
10. Беспамятнов, Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Химия, 1987. - 375 с.
11. Бородатый, И.Т. Методическое руководство по анализу природных и сточных вод. - Чел.: Южно-Уральское кн. Изд., 1973. - 178 с.
12. Брагинский, Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности // Гидробиологический журнал.- 1985.- т. 21.- №6.- С. 65-74.
13. Валова, В. Д. Основы экологии : учеб. пособие / Валова (Копылова) В. Д. - Изд. 5-е, перераб. и доп. - Москва : Дашков и К°, 2005. - 264 с.

14. Василенко, А.И. ,Василенко А. А. Проектирование канализации населенных мест - Киев, Будивельник, 1967
15. Ветошкин, А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 397 с.
16. Верболович, П.А. и др. Лекции по отдельным разделам биологической химии / П.А.Верболович, Н.Р.Аблаев, М.И. Гуськов – Алма-Ата: Наука, 1985. - 156 с.
17. Возная, Е.Ф. Химия воды и микробиология. - М: Высшая школа, 1979.
18. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии.– М.: Химия, 1987.– 516 с.
19. Гвоздяк, П.И. Возможности и перспективы биологической очистки воды. — Киев: ИКХихв, 1998. — 138 с.
20. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества Классификация и общие требования безопасности.
21. ГОСТ 12.2.003-91 Оборудование производственное Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 17.0.0.02-79 Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы.
23. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества
24. Гриневич, А.Г., Босенко А.М. Техническая микробиология. – Минск: Высш. шк, 1986. – 168с.
25. Дамбиев, Ц.Ц. Охрана окружающей среды на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности за рубежом. — Улан-Удэ, ВСГТУ. —54 с.
26. Дженсон, Р., Брокерхоф Х. Липолитические ферменты. - М.: Мир, 1978.- 396 с.
27. Дроздов, М.С., Материнская Н.П. Практикум по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1987. – 308 с.

28. Евилевич, А.З. Утилизация осадков сточных вод. - М.: Стройиздат, 1989.-158 с.
29. Жироотделитель. Заявка 2682945 Франция, МКИ5 C02 F 1/40 / BialenJ.- P., Bientalt V., Pont-AMongon(S. A.L. № 9113208: Заявл.25.10.91.Опубл.30.4.93.
30. Жироуловитель. Заявка 4112502 ФРГ, МКИ5C02 F 1/40, E 03 F 5/16 / GrefracfsHeinslosen.- №4112502.9.; Заяв.17.4.91. Опубл. 22.10.92.
31. Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод. - М.: Химия, 1996. - 345 с.
32. Журавлева, Л.Л. Очистка сточных вод химических производств на модульно-кассетных биофильтрах // Экология и промышленность России. - № 5. -2004. - С.20-22
33. Инженерная экология : [учебник] / под ред. В. Т. Медведева. - Гриф МО. - Москва :Гардарики, 2002. - 867 с.
34. Карпинский, А. А. Новые достижения в технологии сбраживания осадков сточных вод. - М.: Стройиздат, 1999. - 215 с.
35. Клепиков, А. И. Очистка промышленных сточных вод. - Чел.: Челябинская городская типография № 1, 1975.-8 с.
36. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / Под ред. О.А. Юшманова. - М.: Агропромиздат, 1985.
37. Кореневский, В. И. Фильтры для очистки сточных вод // ЭЖиП: Экология и промышленность России. – 2002. - № 10. – С. 6-8.
38. Кузнецова, Г.Н. Новый эффективный реагент для очистки сточных вод // Мясная индустрия. — 1997. - №2. - С.17-18.
39. Кунц, К.К. Возрастные особенности липидного состава // Биохимия. – 1999.- т.64 - вып.5.- С. 652-655.
40. Кучеренко, Н.Е., Васильев А.Н. Липиды. – Киев: Вицашк., 1985. – 247с.
41. Кушелев, В. П.Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами / В. П. Кушелев. - Москва : Химия, 1979. - 240 с.

42. Лоренц, В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. – Киев:Издательство «Будивельник» : - 1972.
43. Лурье, Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод. - Изд. 3-е. М.: Химия, 2001. - 168 с.
44. Магарил, Е.Р. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Е. Р. Магарил, В. Н. Локкет. - Гриф УМО. - Москва : КДУ, 2008. - 460 с.
45. Максимовский, Н. С. Очистка сточных вод. - М.: Стройиздат, 1961. - 193 с.
46. Мелешкин, М. Т. Промышленные отходы и окружающая среда / М. Т. Мелешкин, В. Н. Степанов. - Киев : Наукова думка, 1980. - 179 с.
47. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / под ред. С. В. Белова. - Москва: Высш. шк., 1993. - 264 с.
48. Петров, К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., стер. - СПб: Химия, 1998. - 352 с.
49. Постановление Правительства РФ № 461 от 16.06.2000 "О Правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение"
50. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. - М.: Минздрав, 2001.
51. Сборник методик по расчёту объёмов образования отходов. - СПб.: 2000.
52. Соколов, В.Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. - М.: Стройиздат, 1992.
53. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту
54. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л.П. Пааль, Я.Я. Кору, Х.А. Мельдер и др. — М.: Высшая школа, 1994. - 336 с.

55. Туровский, И.С. Обработка осадков сточных вод М.: Стройиздат.- 1984
56. Тютюнников, Б.Н. Химия жиров. — М.: Колос, 1992. — 376 с.
57. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"
58. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления"
59. Шевцов, В.Н. Развитие биологических методов очистки производственных сточных вод / В.Н.Шевцов // Водоснабжение и санитарная техника, 2004, N2. С.30-33
60. Langtangen, H.P. A Primer on Scientific Programming with Python. – Springer, 2012. – Vol. 6. —830 p. – (Texts in Computational Science and Engineering).
61. Langtangen, H.P. A Primer on Scientific Programming with Python. – Springer, 2012. – Vol. 6. —830 p. – (Texts in Computational Science and Engineering).
62. The Otelfinger aquaculture proekt: Recycling of nutrients from waste water in a temperate climate. 1002564, Германия, StaudenmannJ, Jungeberberovic R, 2003.
63. Effekts of n-hexadecane and PM-100 clay on trichloroethylene degradation by Burkholderiacepatica. French W.T., Brown L.R. № 031185, 2002
64. Reinigungfetthaltiger Abwasser der Frostfischindustrie nut thermophilen Mikroorganismen. Reimann J, Gotsche A. Chem-Ind-Techn, 2002, №5, s634
65. <http://tolyatti.spravka.today/rubric/obschestvennoe-pitanie>