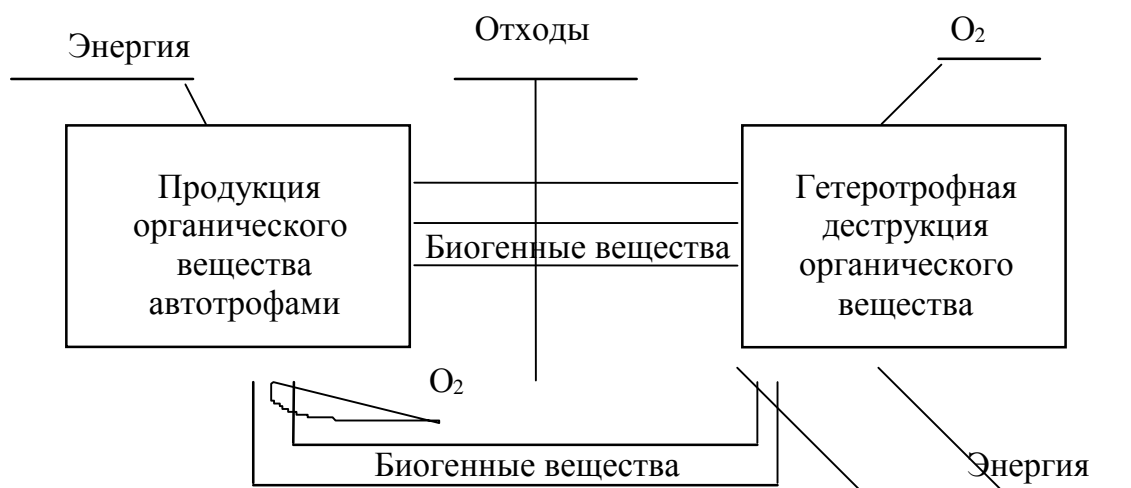


## Участие биогенных элементов в продукции и деструкции органического вещества



Таким образом, представленный теоретический обзор сведений о самоочищающей способности водоема позволяет сделать вывод о том, что сброс недостаточно очищенных сточных вод в водоем может нарушить его самоочищающую способность.

В связи с этим для обоснования необходимости совершенствования систем водоотведения на предприятиях молочной промышленности и строительства локальных очистных сооружений необходимо изучить степень антропогенной нагрузки на водоемы Брестской области со стороны предприятий этой отрасли.

Для чего выполнить мониторинг качества водоемов в створах до выпуска производственных сточных вод молокоперерабатывающих предприятий и после выпуска (в расчетных створах).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драчев С.М. Изменения химического состава и свойств воды р. Москвы в связи с загрязнениями и процессами самоочищения. Л. – Наука. – 1968.
2. Камшилов М.М. Буферность живой системы. – Журнал общей биологии. – 1973. – т.34. – № 2.0

3. Каплин В.Т., Панченко С.Е., Шлычкова В.Б. Влияние донных отложений на самоочищение водоемов от нелетучих фенолов и нафтолов. – Гидрохимические материалы, 1965, т.44.
4. Каплин В.Т., Семенченко Л.В., Иванов Е.Г. Распад фенольной смеси в природной воде (моделирование). – Гидрохимические материалы, 1968. – т.46.
5. Каплин В.Т., Криульков В.А., Перельштейн Е.И. О самоочищении природных вод от фенольных соединений и некоторых видов лигнитов. – В кн: Исследование в области водных проблем. М., Стройиздат, 1973.
6. Драчев С.М., Синельников В.Е. Современные проблемы санитарной охраны внутренних водоемов. – Вестник АМН СССР, 1967, № 8.
7. Козлова Н.М., Храмова Э.Е. Процессы бактериологического самоочищения в нижнем течении р.Москвы. – В кн: Процессы загрязнения и самоочищения р.Москвы. М., Стройиздат, 1972.
8. Львов А.П., Мороков В.В., Попов А.Н., Сапугольцев Н.П. Загрязнение и самоочищение р. Тагил в различные фазы ее водного режима. – Гидрохимия Урала, 1973, № 3.

УДК 628.356

Яромский В.Н., Сторожук Н.Ю.

## СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАХМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В последнее время во всех странах мира интенсивно увеличивается производство новых видов продукции, вырабатываемой из картофеля. Так, наблюдается тенденция к сокращению реализации картофеля в свежем виде и расширению производства продуктов питания из него. В этом перечне продуктов крахмал занимает значительное место. Его используют для приготовления киселей, пудингов, соусов, мороженого, кондитерских и колбасных изделий, медицинских препаратов. Кроме того, крахмал используется и в технических целях: для изготовления высококачественной бумаги, загустителя красок в текстильной промышленности, для производства строительных материалов и т.д.

Сточные воды картофелеперерабатывающих предприятий относятся к категории сильно загрязненных. Наиболее концентрированными стоками являются крахмальные с большим

количеством органических веществ, легко поддающихся загниванию. Кроме растворимых белков они содержат растворимые и нерастворимые углеводы в виде мелких зерен крахмала и волокон мезги, внутриклеточный сок и пенообразующие вещества. Они малопрозрачны, в свежем виде имеют слабощелочную или нейтральную реакцию, и в редких случаях - слабокислую. Разложение белков сопровождается выделением сероводорода.[1]

При переработке картофеля на крахмал образуются отходы в виде мезги и клеточного сока. Несмотря на многочисленные предлагаемые способы утилизации этих отходов, на сегодняшний день самыми рациональными являются: получение мезги для скармливания животным и использование полученного картофельного сока для полива сельскохозяйственных угодий. Однако, если мезга на всех заводах использу-

Сторожук Наталья Юрьевна. Аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплотехники БГТУ.

Брестский государственный технический университет (БГТУ). Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология

ется на корм, то картофельный сок в основном сбрасывается в водоемы, и поэтому каждый крахмальный завод имеет предписание природоохранных органов на закрытие производства

Необработанные стоки производства крахмала имеют следующие показатели:

БПК<sub>5</sub> - 4000-12000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;  
ХПК - 6000-18000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;  
хлориды - 140-200 мг/дм<sup>3</sup>;  
сульфаты - 200-800 мг/дм<sup>3</sup>;  
аммиачный азот - 10-30 мг/дм<sup>3</sup>;  
нитритный азот - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>;  
нитратный азот - 1-4 мг/дм<sup>3</sup>;  
рН - 6,3-6,4.

Приведенные показатели являются средними. Они могут колебаться в довольно широких пределах в зависимости от качества сырья, поступившего на переработку, количества воды и др. [2]

Сточные воды крахмального производства не содержат токсических веществ, однако, вследствие сильной загрязненности органическими веществами и большого их количества представляют серьезную опасность для окружающей среды. Эти воды не могут сбрасываться в реки и озера без предварительной очистки.

При переработке картофеля на крахмал и продукты питания (сухое картофельное пюре, картофель гарнирный, обжаренные и замороженные картофелепродукты) в соковые и сточные воды переходит до 5% сухих веществ, основную часть которых представляют органические вещества, присутствующие в них в виде частиц различной степени дисперсности и в растворенном состоянии. Извлечение этих веществ дает возможность, с одной стороны, получить дополнительный продукт и снизить себестоимость основной продукции, а с другой - уменьшить загрязнение окружающей среды. [3]

В соковых водах картофелеперерабатывающих заводов содержится до 1,4% белка. Для выделения белков используются методы осаждения их солями хлористого натрия, кальция и магния, серной или соляной кислотой, серноокислым аммонием, терморегуляции, коагуляции с помощью хитозана, осаждения лигносульфоновой кислотой, кроме того, применяют ионный обмен, мембранные процессы и др. Применение, например, термической коагуляции белка из картофельного сока на крахмальном заводе, перерабатывающем 100 т картофеля в сутки, позволяет выпускать 2,2 т/сут белкового продукта с содержанием сухих веществ 25%. В Германии выделенный после тепловой коагуляции белок картофеля используют для обогащения хлебобулочных изделий. [4]

В настоящее время предложено много способов очистки сточных вод пищевых производств, которые позволяют получить одновременно дополнительный продукт. Это относится к биологической очистке сточных вод, в основе которых лежит биохимическое окисление органических загрязнений живыми организмами в аэробных и анаэробных условиях.

Пригодность сточных вод для биологической очистки оценивается соотношением биохимической (БПК<sub>полн</sub>) и химической (ХПК) окисляемостей, которое должно быть равно 0,75, при этом достигается наиболее полная очистка. Это соотношение характерно для аэробных методов очистки. Эффективность очистки определяется соотношением поступивших в биохимический реактор (азротенк, метантенк) необходимых биогенных элементов - углерода, азота, фосфора. Установлено, что наиболее приемлимое или минимальное соотношение компонентов субстрата: БПК<sub>полн</sub> : N : P = 100 : 5 : 1. [5]

За рубежом и в странах СНГ довольно глубоко разработаны теоретические основы биологической очистки, различные технологические и инженерные решения по ее осуществлению. Так, американская фирма Colly Cooperative Co, которая

выпускает картофельный крахмал и картофелепродукты в замороженном виде для очистки отработанной воды применяет систему Biothane для анаэробной обработки. Под воздействием двух типов анаэробных бактерий биорасщепляющие элементы отработанной воды преобразуются в биогаз - смесь метана и двуокиси углерода. Метан составляет 78% общего потока газа и используется как источник тепловой энергии в сушилке для картофеля.

Анаэробную очистку сточных вод переработки картофеля с получением биогаза применяют в Германии. Завод при использовании анаэробной очистки получает более 1700 м<sup>3</sup> биогаза, при этом эффективность очистки составляет около 80%. [6]

Метод АНАМЕТ анаэробно-аэробной очистки сточных вод картофелеперерабатывающих предприятий заключается в следующем: на первой стадии часть загрязнений преобразуется при брожении в метан и СО<sub>2</sub>, на второй стадии - аэробной - удаляется остаток загрязнений. Особенность процесса - возврат анаэробного ила в аэробную обработку, что уменьшает объем ила, увеличивает выход метана. [7]

Для очистки сточных вод от органических загрязнений предложен способ с использованием в биореакторах носителя, на котором закреплены микроорганизмы, что повышает степень очистки. В качестве носителя применяются кордовые нити, обработанные водным раствором силикатов щелочных металлов. [8]

В ряде стран применяется метод VASB для высокоскоростной анаэробной очистки сточных вод в восходящем потоке с использованием взвешенного слоя активного ила. В отличие от обработки в ректорах с неподвижным или фиксированным слоем в данном случае специальный носитель для фиксации анаэробных бактерий не применяется. Взвешенный слой состоит из хлопьев или густок, образуемыми самими бактериями ( так называемая самоиммобилизация бактерий). В верхней части барботера имеется устройство для разделения газа, ила и воды. Образующийся газ используется для перемешивания слоя активного ила в реакторе. [9]

Проблема сточных вод в австрийской фирме Osterreichische Agrarindustrie решается следующим образом: из соковой воды получают белок по методу тепловой коагуляции, при этом количество азотсодержащих соединений уменьшается почти на половину, вся остальная соковая вода используется в качестве удобрения, что позволяет существенно снизить затраты на удобрения.

Финская фирма VMA AG выпускает установку для очистки сточных вод картофелеперерабатывающих заводов, которая позволяет очищать сточные воды, сбрасываемые в водоемы, до концентраций загрязнений, не превышающих допустимые нормы. Образующийся при этом крахмалистый ил предусмотрено использовать для приготовления смешанного полноценного корма, а биологический ил - для удобрения полей в сельской местности и при разбивке зеленых зон в городах. [10]

В последнее время ведутся исследования по применению в технологии очистки сточных вод пищевых производств мембранных процессов, а также ионного обмена. Так, применение пористых полиэтиленовых мембран толщиной 2,5 мм с порами размером 90 мкм для отделения биомассы при биологической очистке позволяет получить чистый эффлюэнт и обеспечить высокую концентрацию биомассы в реакторе. [11]

При обработке стоков крахмальных заводов проводились испытания различных мембран. Фильтрация на мембранных установках осуществлялась при подаче продуктов в фильтр под давлением до 45 бар. Кроме того, испытывалось влияние методов ультра-, гипер- и мембранной фильтрации на процесс последующего выделения белков из концентрата соковой воды. Сделан вывод о том, что метод мембранной фильтра-

ции может успешно применять для очистки стоков крахмальных заводов. [12]

Перечисленные выше методы имеют свои недостатки: большое энергопотребление, сложность в эксплуатации, большие капитальные затраты. Нашей кафедрой было проведено исследование стока крахмального производства на базе Бродницкого крахмально-спиртового завода (Ивановский район Брестской области), опробованы различные методы очистки сточных вод – флотация, сорбция, термокоагуляция, очистка на дисковых биофильтрах. В дальнейшем мы планируем продолжить исследования в этом направлении с целью создания экономичных и недорогих устройств для очистки сточных вод данного производства.

Проблема утилизации отходов и очистки сточных вод, образующихся при переработке картофеля, является наиболее актуальной. Многообразие предлагаемых способов свидетельствует о сложности этого процесса. Основная сложность заключается в том, что выделение различных групп веществ, входящих в состав сточных вод, осуществляют различными методами для извлечения взвешенных веществ применяют механические и физические методы: отстаивание, фильтрацию, сепарирование, центрифугирование, флотацию. Коагуляцией достигается значительное уменьшение количества бактерий, взвешенных веществ в стоках, частичное снижение нагрузки их по БПК. Для удаления органических растворимых веществ применяют в основном биологическую очистку (с аэрацией или в анаэробных условиях) с участие микроорганизмов. Для интенсификации биологической очистки все более широкое применение находят биосорбционные процессы. Ведутся исследования по применению для очистки сточных вод пищевых производств методов фильтрации через пористые перегородки - мембраны: ультрафильтрации, обратного осмоса и др. Создание новых прогрессивных технологий и оборудования - основные задачи, которые позволяют снизить загрязнение окружающей среды.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Опыт эксплуатации очистных сооружений на предприятиях пищевой промышленности БССР. Ф.Н. Юшкевич. Пи-

УДК 628.353

*Яромский В.Н., Ковальчук В.Л.*

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ДИСКОВОМ БИОФИЛЬТРЕ-ОТСТОЙНИКЕ

В последнее время одной из актуальных экологических проблем является проблема перестройки и совершенствования водохозяйственной деятельности всех отраслей промышленности, включая молочную. Это обусловлено, в значительной мере, ростом потребления воды на предприятиях, увеличением числа технологических операций, сложностью технологических процессов, сопровождающихся образованием побочного сырья, что несомненно ведет к увеличению объема и усложнению качественного состава сточных вод.

В связи с этим в настоящее время весьма актуальной является проблема разработки эффективных систем и сооружений по очистке производственных сточных вод предприятий молокоперерабатывающей промышленности.

Специалистами кафедры водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения (БГТУ) в 1994 году было разработано комбинированное сооружение - дисковый биофильтр-отстойник (ДБФО) (патент РФ № 2022939).

щевая промышленность: обзорная информация, Минск, 1976.

2. Эффективные способы использования отходов и очистки сточных вод при переработке картофеля и овощей. И.А. Давыденко, Г.Н. Пекур, Т.А. Лапко, А.В. Кашуба. Пищевая промышленность: обзорная информация, Минск, 1990.
3. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н.Самохина. М., 1981.
4. Опыт рационального использования отходов производства и побочных продуктов на пищевых предприятиях. В.К. Супрунчук, Н.П.Роменский и др. Пищевая промышленность: обзорная информация, ЦНИИТЭИпищепром. М., 1988, вып. 8.
5. Цыганков С.П. Биологическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. М.: Агрпромпиздат, 1988.
6. Анаэробная очистка сточных вод переработки картофеля. Umwelt magazin, 1988, № 16.
7. Анаэробно-аэробная очистка сточных вод картофелеперерабатывающих предприятий. Пищевая промышленность: экспресс-информ. АгроНИИТЭИПП. М., 1986, вып.5.
8. А.с. 1428713 СССР, МКИ С 02 F 3/34. Способ биологической очистки сточных вод от органических загрязнений.
9. Анаэробный метод обработки сточных вод во взвешенном слое. Суйсуку одаку кэпкю, Jap. J. Water Pollut Pes. 1987, № 11.
10. Установка для очистки сточных вод/ По материалам фирмы "Calvatek". Пищевая промышленность:Экспресс-информ. ЦНИИТЭИПП, М., 1986, вып. 4.
11. Применение пористых мембран для определения биомассы в процессах биологической очистки сточных вод. Process biochem, 1986.
12. Авдонин Д.Н. и др. Мембранные аппараты для очистки сточных вод. Повышение эффективности и надежности машин и аппаратов в основной химии: Тез. Докл. Всесоюз. Совещ. Сумы, 1986.

Данное сооружение предназначено для аэробной биологической очистки сточных вод, содержащих в своем составе органические загрязнения.

ДБФО (рис.1) состоит из двух основных частей: верхней, представленной погружным дисковым биофильтром, и нижней, представленной вертикальным отстойником, что позволяет в одном сооружении совмещать процессы биохимической очистки сточной жидкости фиксированным на поверхности вращающихся дисков биоценозом и отстаивания оторгнутой биопленки.

Дисковый биофильтр-отстойник работает следующим образом. Сточная вода по подводному трубопроводу 2 поступает в распределительный лоток 3, откуда перетекает в камеру биохимического окисления, отделенную от камеры отстаивания погружной перегородкой 4 и содержащую вращающиеся дисковые биофильтры 5. Вращение дисковых биофильтров, смонтированных на валах 6, осуществляется следующим

*Ковальчук Вячеслав Леонтьевич. Ассистент каф. водоснабжения, водоотведения и теплотехники БГТУ.*

*Брестский государственный технический университет (БГТУ). Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

*Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология*