

ствии электролитов (KSCN или NH<sub>4</sub>Cl) может вызывать нарушение структуры воды. О значительном деструктурирующем воздействии анионов электролитов на воду, сопровождающемся изменением теплового движения молекул воды, дефективностью их упорядочения в более крупные агрегаты и др., что создает в водной среде пустоты значительного размера, указывается в [7]. Разрушение ассоциатов может обеспечить более высокую скорость миграции органического вещества в растворе, что и наблюдается в системах при добавлении электролитов.

Из результатов эксперимента следует важное с практической точки зрения заключение: присутствие в растворе неорганических электролитов увеличивает скорость процесса массопереноса фенола, что способствует интенсификации процесса очистки сточных вод.

В результате проведенных исследований получены адсорбционные и кинетические параметры, необходимые для оптимизации промышленного

адсорбционного фильтра и непрерывного режима очистки органоминеральной смеси от фенола.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. 168 с.
2. Передерий М.А., Суринова С.И. Основные области использования адсорбентов, полученных из ископаемых углей. Химия твердого топлива. 1997. №3. С.56.
3. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. Л.:Химия, 1984. 216 с.
4. Moreno-Castilla С. Adsorption of organic molecules from aqueous solutions on carbon materials / Carbon. 2004. V.2. P. 83-94
5. Синоков В.В. Структура одноатомных жидкостей, воды и водных электролитов. М.:Наука.1976. 256 с.
6. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. М.: МГУ. 1987. 247 с.
7. Кирш Ю.Э. Особенности ассоциации молекул воды в водно-солевых и водно-органических растворах / Журн. Прикл.химии.1999. Т.72. Вып.8. С.1233-1246.

УДК 536.42

## ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

М. А. Полетаева, О.С.Осадчая, Н.А.Рузаева

*В работе проведен анализ системы водоотведения молочного комбината г.Барнаула. Проанализированы качественные показатели сточных вод предприятия и возможность раздельной очистки стоков. Предложены направления реорганизации системы водоснабжения и водоотведения с раздельной очисткой сточных вод различного происхождения и возвратом части очищенных вод. Проведены экспериментальные исследования по очистке посолочного рассола.*

*Ключевые слова: очистка рассола, ультрафильтрация, сточные воды молочных предприятий*

Алтайский край является **крупнейшим в стране производителем молока** и занимает третье место в России по его валовому надю. Основными потребителями молока-сырья являются молокоперерабатывающие предприятия края. Цельномолочная продукция, масло, сыры, являются полноценными продуктами питания, потребляемыми ежедневно.

Предприятия молочной промышленности края в полной мере обеспечивают население молочной продукцией. На протяжении последних лет потребление молочных продуктов в регионе значительно превышает показатель, сложившийся в среднем по стране.

Так, в 2010 году потребление молока составляло: по России – 262 кг в год на одного человека, в Алтайском крае – 330 кг/год•чел. [1].

Молочная промышленность края представлена предприятиями по производству животного масла, цельномолочной продукции, молочных консервов, сухого молока, сыра, брынзы, мороженого, казеина и другой молочной продукции. Особой популярностью среди молочных продуктов пользуются сыры, при производстве которых наиболее ценные пищевые компоненты молока концентрируются с формированием специфических вкусовых и ароматических соединений. Кроме того в сырном зерне образуется широкий спектр

биологически активных веществ, полезных для человека микроорганизмов, что обуславливает также диетические и лечебно-профилактические свойства сыров.

Помимо основного производственного оборудования (пастеризаторы, охладители, сепараторы, нормализаторы и т.д.), молочные заводы оснащены системами холодного и горячего водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, кондиционирования.

В молочном производстве основными видами сточных вод являются производственные (около 70%) и хозяйственно-бытовые (около 30%). Стоки образуются в процессе переработки молока, мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары и производственных помещений. При производстве твёрдых сортов сыра образуется два основных вида сточных вод: молочная сыворотка и отработанный посолочный рассол, которые на большинстве предприятий Алтайского края повторно не используются. В результате образуются высококонцентрированные стоки, содержащие нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жира, растворимый молочный сахар, растворы белковых веществ, моющих и дезинфицирующих средств. При нерациональной организации водоотведения на предприятии в стоках могут также содержаться нефтепродукты.

Сточные воды, сбрасываемые в систему канализации г.Барнаула должны соответствовать требованиям, установленным Постановлением администрации Алтайского края № 2557 от 30.08.2010 «Об утверждении порядка взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации г. Барнаула».

В таблице 1 приведено содержание основных загрязняющих веществ, поступающих в канализационную сеть г.Барнаула от одного из молочных предприятий г.Барнаула. Как видно из таблицы содержание жиров, хлоридов, фосфатов, взвешенных веществ превышает установленные нормативы, при этом превышение показателя БПК<sub>5</sub> отмечается более, чем в 20 раз.

В сточных водах, образующихся на всех этапах технологического процесса содержатся жиры и белки, наличие которых объясняется их присутствием в основном сырье – молоке. Хлорид-ионы попадают в сточные воды с посолочными рассолами, фосфаты и СПАВ – при промывке оборудования от моющих и дезинфицирующих средств. Превышение показателя БПК обуславливается

высоким содержанием органических соединений.

Сточные воды предприятий молочной промышленности в случае сброса их в водоемы без предварительной очистки оказывают негативное воздействие на их состояние. На биохимическое окисление органических соединений сточных вод потребляется большое количество кислорода, что может привести к деградации водоёма.

При анализе системы водопотребления и водоотведения предприятия были выделены основные проблемные моменты и выдвинут ряд предложений по реорганизации этих систем и очистке сточных вод.

Основная трудность в решении проблемы очистки стоков связана с тем, что существующая система водоотведения предполагает совместный сбор проливов и переливов с полов в основных цехах, вспомогательных помещениях, а также в гараже и на станции приема сырого молока. Так, в сточные воды молочного комбината попадают загрязнения, характерные для поверхностного стока, что усложняет технологическую схему очистки.

Для предотвращения попадания нефтепродуктов в обобщенную систему канализования предлагается организовать отдельный сбор и очистку стоков от участка приёма молока и мойки автомобилей.

Молочная сыворотка на предприятии не перерабатывается и вместе с общим стоком поступает в общую канализационную сеть. Поэтому одним из способов уменьшения количества сточных вод предприятия и снижения содержания в них жиров и белков предлагается переработка подсырной сыворотки методом сушки или сгущения.

Целесообразно проводить регенерацию отработанных рассолов, чтобы сократить расходы свежей воды и поваренной соли, необходимой для его приготовления.

В последнее время, по данным российских ученых наибольшую актуальность приобретает метод очистки рассолов от посторонней микрофлоры и прочих загрязнений с использованием процесса ультрафильтрации (УФ).

Мембранная фильтрация является эффективным средством поддержания рассола на высоком санитарно-гигиеническом уровне. Использование УФ-методов является перспективным энергосберегающим направлением восстановления эксплуатационных свойств рассолов. Очистку можно осуществлять непрерывно в течение суток, при этом энергетические затраты при использовании

Таблица 1 – Параметры сточных вод, направляемых в канализационную сеть г.Барнаула

Параметры	Фактическое значение	Норматив
1.РН	9-10	6,5-8,5
2.Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	2,5	1,3
3.Жир, мг/дм <sup>3</sup>	30	15
4.Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	600	230
5.Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	160	75
6.Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	12-13	2
7.БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	900	40
8.Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	6,02	14
9.СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,42	1,8

мембранных способов примерно в 10 раз ниже, чем при тепловом способе пастеризации [2]. Такой рассол можно не менять в течение нескольких лет.

На кафедре ХТиИЭ АлтГТУ им.И.И.Ползунова была создана ультрафильтрационная установка для очистки сырных рассолов, позволяет изучать процесс регенерации рассолов, как в лабораторных, так и в полупромышленных условиях. Основным элементом данной установки является ультрафильтрационная трубка, выполненная из органопластика, на внутреннюю поверхность которой нанесена мембрана [3]. Площадь поверхности фильтрования составляла 0,01 м<sup>2</sup>, в качестве материала мембран выбраны полисульфон (ПС), полиэфирсульфон(ПЭС), поливинилхлорид (ПВХ) и фторопласт (Ф).

Объектом исследований являлся посолочный рассол ванн соления сыра. Контроль эффективности процесса ультрафильтрации осуществляли по содержанию в рассоле жиров, белков, сухого остатка, взвешенных веществ и солесодержанию. Концентрацию белка в рассоле определяли методом формольного титрования, концентрацию жиров - методом Зайченко, содержание сухого вещества - выпариванием, концентрацию соли вычисляли через плотность рассола [4].

Эксперимент по очистке рассола проводили при рабочем давлении 0,2 МПа и температуре 15°С. Результаты пилотных испытаний установки показали, что эффект очистки рассола от жиров и белков составляет, соответственно 99,8% и 99,3% для мембран типа ПЭС и Ф. Для мембран типа ПС и ПВХ эффект очистки по жирам составил 98,9%, а по

белкам – 99,4%. Взвешенные вещества в фильтрате отсутствовали.

Содержание сухого вещества в рассоле снизилось с 210,8 мг/л до 187,2 мг/л, при этом солесодержание раствора изменилось незначительно. Качество полученного при УФ-очистке рассола соответствует санитарно-гигиеническим нормативам и требованиям технологии, что позволяет вернуть его в производство.

Результаты полученных экспериментальных исследований легли в основу разработки технологии очистки посолочных рассолов сыроваренного завода производительностью 1,25 м<sup>3</sup>/час.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Постановление Администрации Алтайского края «Об утверждении ведомственной целевой программы «Развитие молочной промышленности Алтайского края» на 2012-2016 годы №729 от 14.12.2011
- 2.Мордвинова В. Посолка полутвердых сыров: технология производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.produkt.by/Science/print/165>.
- 3.Андреанов А.П., Первов А.Г. Методика определения параметров эксплуатации ультрафильтрационных систем очистки природных вод // Мембраны, 2003, №2 (18) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/journals/membranes/18>
4. Себекина А.Ю. Химия и физика молока: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 260303 - Технология молока и молочных продуктов / Алт.гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008 - 86с.