

02.00.04

Н634

Контрольный  
экземпляр

На правах рукописи

НИКОЛАЕНКО ЕЛЕНА ВАЛЕНТИНОВНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОЦЕССАХ УТИЛИЗАЦИИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ  
СТОЧНЫХ ВОД

Специальность 02.00.04 – “Физическая химия”

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Челябинск – 1999

Южно-Уральский  
гос. университет  
НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА

Научный  
отдел

Работа выполнена на кафедре "Общей и инженерной экологии" Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск).

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор,  
действительный член РАЕН Сухарев Ю.И.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,  
член-корреспондент РАЕН Мочалов В.В.,  
кандидат технических наук  
Бакунин В.А.

Ведущее предприятие – АОЗТ институт "ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПРОМ-СТРОЙПРОЕКТ".

Защита диссертации состоится 19 мая 1999 г., в 14 часов, на заседании диссертационного совета Д 053.13.03 по специальности 02.00.04 – "Физическая химия (технические науки)" в Южно-Уральском государственном университете по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЮУрГУ.

Автореферат разослан 17 апреля 1999 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук, профессор



Б.Р. Гельчинский

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В настоящее время одной из важнейших проблем современности является рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. В связи с интенсивным загрязнением природной среды промышленными предприятиями, особое значение приобретает создание новых прогрессивных технологий, обеспечивающих очистку промышленных стоков до предельно допустимых концентраций.

Принимая во внимание реально существующую социально-экономическую ситуацию в нашей стране, следует признать, что в настоящее время наиболее целесообразным является создание и внедрение локальных цеховых очистных технологических схем и установок.

Решение этой задачи необходимо осуществлять, используя экологически чистые процессы и технологии. В настоящее время наиболее эффективными и прогрессивными в технологии очистки сточных вод являются методы электрохимической обработки.

Установки по реализации этих методов достаточно компактны и высокопроизводительны, а процессы управления и эксплуатации сравнительно просто автоматизируются. Кроме того, электрохимическая обработка при правильном ее сочетании с другими способами позволяет успешно очищать сточные воды от ряда примесей различного состава и дисперсности.

Наносимый экологический и экономический ущерб, нерешенные теоретические вопросы и отсутствие эффективных практических решений утилизации подмыльного шелока, а также недостаточность освещения этого вопроса в патентной и технической литературе делают разработку технологии утилизации подмыльного шелока актуальной задачей.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка на основе физико-химических методов очистки безотходной технологии утилизации подмыльного шелока.

Для решения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Выполнить анализ существующих методов очистки жиродержащих сточных вод для выявления наиболее эффективных применительно к подмыльному шелоку.
2. Исследовать закономерности влияния основных факторов процесса электрофлотации на эффективность извлечения жировых загрязнений, устано-

вить теоретические зависимости и определить оптимальные условия процесса обезжиривания подмыльного щелока методом электрофлотации.

3. Определить количество и основные характеристики извлекаемых из подмыльного щелока веществ и установить возможность их использования в качестве вторичного сырья в основном производстве мыла.

4. Разработать безотходную технологическую схему утилизации подмыльного щелока с использованием электрофлотационной технологии.

5. Определить технико-экономическую целесообразность предлагаемых решений и внедрить результаты исследований в производство.

Научная новизна полученных результатов заключается:

- в установлении закономерностей эффективного извлечения солей жирных кислот методом электрофлотации из сточных вод мыловаренного производства;

- математическом описании процесса эффективного извлечения солей жирных кислот методом электрофлотации, получении уравнения, позволяющего определить оптимальные условия процесса и разработке компьютерной программы для решения данного уравнения.

Практическая значимость полученных результатов состоит в: разработке безотходной технологии утилизации подмыльного щелока (приоритет технических решений которой подтвержден тремя патентами РФ) с возвратом в основное производство наиболее ценных извлеченных компонентов; определении оптимальных параметров электрофлотационного процесса, позволяющих рассчитывать и проектировать очистные сооружения; разработке технологического регламента по очистке подмыльного щелока, использованного при проектировании очистного оборудования; внедрении результатов работы на Троицком жировом комбинате Челябинской области.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- теоретическое и экспериментальное обоснование возможности применения электрофлотационной технологии для утилизации жиросодержащих сточных вод мыловаренного производства;

- математическая модель электрофлотационного процесса очистки жиросодержащих сточных вод мыловаренного производства и программа расчета оптимальных условий;

- технологическая схема утилизации жиросодержащих сточных вод мыло-

варенного производства с использованием утилизируемых продуктов в качестве вторичного сырья в основном производстве мыла.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на всероссийской конференции "Перспективные химические технологии и материалы" Пермского государственного технического университета, 1997 г., международном симпозиуме "Чистая вода России-97" Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург), 1997 г., первом всероссийском межвузовском научном молодежном симпозиуме "Безопасность биосферы-97" Уральского государственного технического университета (г. Екатеринбург), 1997 г., научно-практической конференции "Десятилетие природоохранной службы Российской Федерации. Проблемы. Решения. Перспективы" государственного комитета по охране окружающей среды Челябинской области (г. Челябинск), 1998 г., межрегиональной специализированной выставке "Экология-98", проводимой администрацией г. Челябинска, 1998, научно-технических семинарах Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск), 1996...1999 г.г.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 3 патента Российской Федерации и 2 отчета по НИР, прошедших госрегистрацию в ВИНТИ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация, общим объемом 149 страниц, состоит из введения, 5 глав, 3 приложений, содержит 29 рисунков, 22 таблицы. Список использованных источников включает 129 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены ее цели и задачи. Отмечено, что современное состояние окружающей природной среды требует создания комплексных, безотходных технологий утилизации жиросодержащих сточных вод.

В первой главе диссертации дан анализ и характеристика объекта исследования – сточных вод мыловаренного производства, показаны условия их образования в производственном процессе.

Отмечено, что подмыльный щелок, являясь отходами мыловаренного производства, представляет собой самый загрязненный вид стоков масложировой промышленности.

Подмыльный щелок содержит растворенное мыло преимущественно низкомолекулярных жирных кислот, значительное количество глицерина, поваренной соли, содопродуктов (в свободном и связанном виде). На одну тонну готового 60 % мыла образуется 500...800 кг подмыльного щелока.

Анализ физико-химических свойств подмыльного щелока показал, что его специфические загрязнения по фазово-дисперсному состоянию можно разделить на четыре группы (табл.1).

Таблица 1

Классификация загрязнений подмыльного щелока  
по физико-химическим свойствам

Фазовая характеристика	Группы загрязнений			
	Неоднородные (гетерогенные) системы		Однородные (гомогенные) системы	
	1	2	3	4
Физико-химическая характеристика	Грубые взвеси, суспензии	Коллоидные соединения	Молекулярнорастворимые вещества	Вещества, распавшиеся на ионы
Характерные загрязнения	Механическая примесь	Нейтральный жир	Мыла, глицерин	Сода, хлориды, сульфаты
Размер частиц, м	более $10^{-7}$	$10^{-7} \dots 10^{-8}$	$10^{-8} \dots 10^{-9}$	$10^{-9} \dots 10^{-10}$

Каждая из представленных в таблице групп обладает своими специфическими свойствами и требует определенных условий для извлечения. Кроме того, основная масса содержащихся в подмыльном щелоке веществ после их извлечения может быть использована в основном производстве в качестве вторичного сырья.

Приведен анализ существующих методов очистки жиросодержащих сточных вод. Показано, что перспективными и наиболее эффективными для очистки жиросодержащих сточных вод являются флотационные методы.

Флотационные методы очистки позволяют сократить продолжительность

процесса удаления загрязнений, снизить расход реагентов, упростить стадию переработки шлама и извлечения из него ценных компонентов. Флотация, как метод очистки, может быть применена как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами. Сочетание реагентной обработки сточных вод с последующей флотацией дает наиболее эффективные результаты. Из всех методов флотационной очистки наиболее приемлемым для обезжиривания подмыльного шелока является электрофлотация, позволяющая получить высокий эффект обезжиривания.

Во второй главе рассмотрены теоретические предпосылки использования электрофлотации для утилизации подмыльного шелока. Анализ теоретических работ показал, что основными факторами влияющими на процесс являются плотность тока ( $i$ ), температура обрабатываемой жидкости ( $T$ ), pH среды и продолжительность обработки ( $t$ ). Однако существующие теоретические разработки не позволяют для каждого конкретного вида обрабатываемой жидкости определить ни количественного влияния каждого из указанных факторов, ни, тем более, их взаимного влияния на процесс извлечения загрязнений. Поэтому для управления процессом электрофлотационной очистки требуется проведение специального научного исследования, учитывающего особенности физико-химического состава конкретного вида обрабатываемой жидкости.

Проведенный анализ существующих электрофлотационных аппаратов показал, что они достаточно просты и несложны в обслуживании. Регулирование степени очистки жидкости производится путем изменения только одного параметра (плотности тока). Отсутствие вращающихся частей в рабочей зоне аппаратов гарантирует надежность их работы и исключает перемешивание обрабатываемой жидкости и измельчение содержащихся в ней взвешенных частиц.

Для очистки подмыльного шелока от жировых загрязнений наиболее приемлемой конструкцией является электрофлотатор с секционированием рабочей емкости, который был принят за основу и доработан с учетом особенностей состава сточных вод мыловаренного производства.

В третьей главе приведены методики исследования и аппаратурное оформление экспериментальной части работы. В данном разделе для подмыльного шелока определялись:

- эффективность применения электрофлотации для его обезжиривания,
- зависимость степени извлечения жировых загрязнений (солей жирных

кислот и нейтрального жира) от основных параметров процесса (продолжительности обработки, плотности тока на электродах, pH среды и температуры подмыльного щелока);

– оптимальные условия электрофлотационного извлечения жировых загрязнений;

– характеристики и свойства образующейся в процессе флотации пены.

Исследования проводились в два этапа. На первом этапе исследовались кинетика процесса электрофлотации и степень влияния каждого из основных факторов процесса на эффективность извлечения загрязнений. Все исследования проводили сериями по каждому из основных факторов процесса с целью получения достоверных результатов. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики. Аппроксимация средне-статистических точек выполнена с использованием стандартного программного приложения для персонального компьютера «Microsoft Origin» и представлена в виде графиков на рис.1...4.

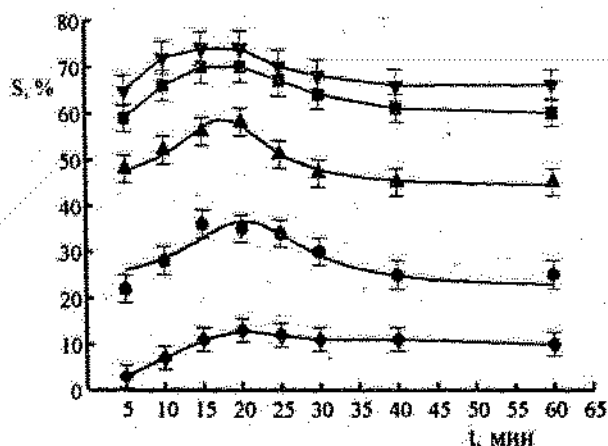


Рис. 1. Зависимость степени извлечения жировых загрязнений от продолжительности обработки подмыльного щелока в электрофлотаторе при различных значениях pH:

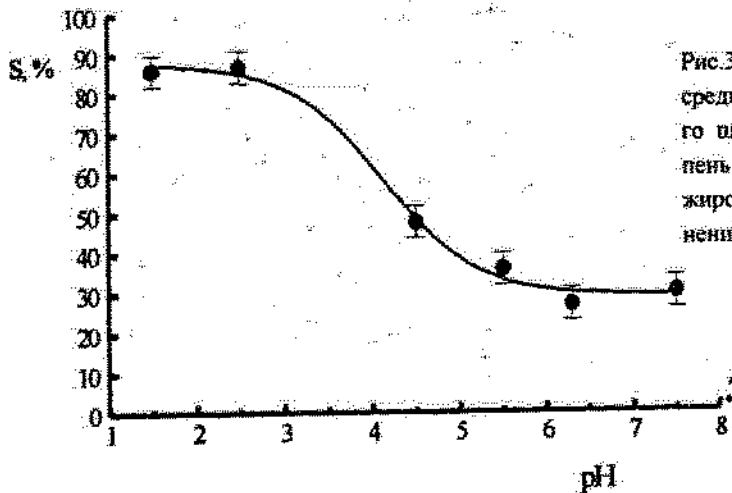
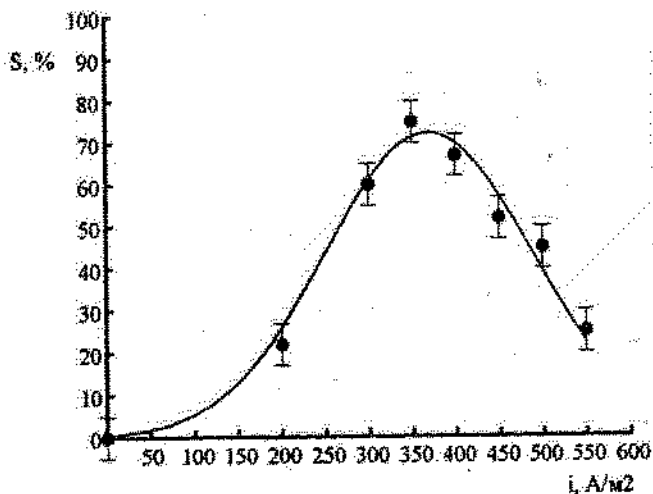
▽ – pH = 2; ■ – pH = 3;  
▲ – pH = 4,5;  
● – pH = 6; ◆ – pH = 8

Исследованиями влияния продолжительности обработки подмыльного щелока на степень извлечения загрязнений установлена неравномерность процесса извлечения жировых загрязнений. Это объясняется тем, что по окончании процесса флотации загрязнений и формирования на поверхности жидкости слоя пены, начинается истечение межпленочной жидкости. При этом происходит вымывание части прикрепленных к пузырькам газа частиц, которые вновь за-



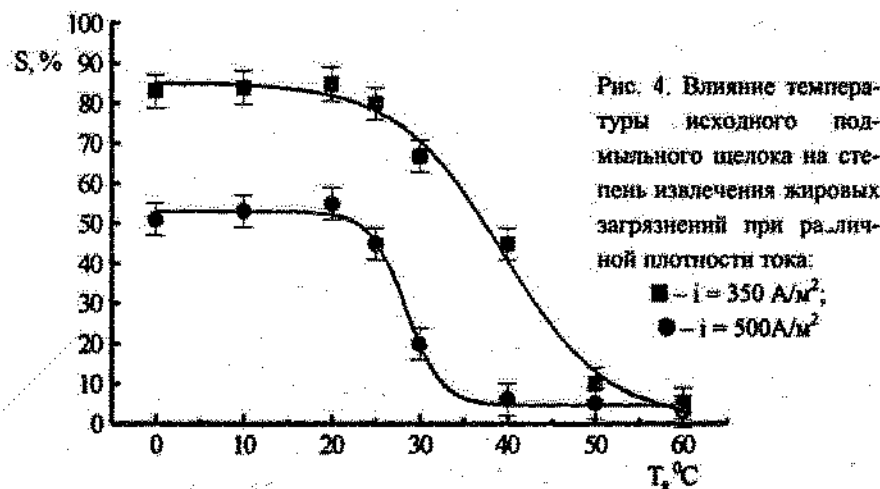
грязиют обезжиренный щелок, т.е. происходит «осыпание» пены. Это приводит к ухудшению качества очищенной воды в интервале.

Проведенные исследования показали, что в целях предотвращения вторичного загрязнения подмыльного щелока оптимальная продолжительность пребывания щелока во флотаторе должна быть не более 15...20 мин.



Исследование влияния плотности тока ( $i$ ) на степень извлечения загрязнений ( $S$ ) из подмыльного щелока показало, что её оптимальные значения находятся в интервале 330...380  $\text{mA}/\text{cm}^2$ .

При плотностях тока меньше указанного интервала выделение газовых пузырьков недостаточно. Повышение плотности тока сверх указанного интервала приводит к бурному выделению газовых пузырьков и возникновению турбулентных потоков, что ухудшает процесс извлечения жировых загрязнений.



Исследования влияния pH среды подмыльного щелока показали, что оптимальным значением, при котором достигается наибольшая степень извлечения ( $S$ ) жировых веществ из подмыльного щелока, является  $\text{pH} \leq 3,0$ .

Объясняется это качественным составом подмыльного щелока, основную массу жировых загрязнений которого составляют соли жирных кислот (ПАВ). В нейтральной и щелочной средах, при исходной концентрации гомологической смеси мыла выше 4 г/л, которая значительно превышает критическую концентрацию мицеллообразования, подмыльный щелок содержит лишь незначительное количество неассоциированных молекул ПАВ, являющихся поверхностно-активными. Основное количество молекул ПАВ находится в ассоциированном состоянии, образуя пластинчатые мицеллы, которые являются поверхностно-неактивными образованиями и, следовательно, не адсорбируются на поверхности раздела фаз "жидкость-газ". В кислой среде соли жирных ки-

слот (мыла) гидролизуются с образованием жирных кислот согласно уравнению:



Жирные кислоты мало растворимы в воде и плотность их колеблется от 850 до 920 кг/м<sup>3</sup>, при смешивании с водой они всплывают на поверхность.

Исследования влияния температуры (Т) подмыльного щелока показали, что наибольший эффект обезжиривания достигается при температуре подмыльного щелока ниже 30 °С. Увеличение температуры исходного подмыльного щелока выше 30 °С вызывает резкое снижение степени извлечения жировых загрязнений (S) из-за плавления жирных кислот, которое приводит к образованию эмульсии, мало разделяемой электрофлотационным методом. Кроме того, с повышением температуры увеличивается растворимость жирных кислот в воде, что значительно уменьшает адсорбцию их на границу раздела фаз.

На втором этапе определяли оптимальные значения основных факторов процесса электрофлотации при их совместном влиянии. Исследования проводили методом математического планирования эксперимента с использованием аппарата теории вероятностей. В эксперименте использовался натуральный подмыльный щелок Троицкого жирового комбината. В работе был применен экономичный метод построения композиционного плана (КПХ), предложенный Х. Хартли, который основан на использовании в качестве ядра плана наименьшей возможной регулярной реплики от полного факторного эксперимента (ПФЭ) типа 2<sup>k</sup>. Использование такого плана особенно эффективно для k = 4, где экономия опытов наиболее значительна, а точность определения линейных коэффициентов в смешанных группах достаточно высока.

Проведенные исследования позволили получить описание функции отклика в виде математической модели, связывающей параметр оптимизации с контролируемыми факторами, т.е. величинами, воздействующими на исследуемый процесс:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & 88,256 - 2,206x_3 - 2,561x_4 + 9,410x_1x_2 - 2,156x_1x_4 + 2,375x_2x_4 - \\ & - 1,394x_1^2 - 1,680x_2^2 - 4,329x_3^2 - 4,535x_4^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Полученное уравнение регрессии, при уровне значимости 0,05, адекватно отражает результаты эксперимента и является математической моделью процесса электрофлотационной очистки подмыльного щелока.

Из уравнения регрессии видно, что зависимость эффекта обезжиривания от контролируемых факторов имеет нелинейный характер, о чем свидетельствует

наличие показателей степени у кодовых величин.

Значения pH ( $x_3$ ) и температуры ( $x_4$ ) подмыльного щелока являются доминирующими факторами, определяющими степень извлечения жирных кислот. Кроме того, pH является самоопределяющим фактором, а эффект взаимодействия его с другими исследуемыми параметрами отсутствует. Полученное уравнение свидетельствует о взаимном влиянии остальных трёх факторов – продолжительности обработки ( $x_1$ ), плотности тока ( $x_2$ ) и температуры подмыльного щелока.

Определение оптимальных условий процесса электрофлотации связано с решением уравнения (1), представляющего собой полином второго порядка. Для этого была разработана специальная компьютерная программа на языке "Borland Turbo C++". Задача в программе решается методом Ньютона для систем нелинейных уравнений. Результаты расчёта показали, что оптимальными параметрами процесса электрофлотации являются: время обработки  $t = 15$  мин; плотность тока  $i = 345 \text{ A/m}^2$ ; реакция среды pH = 2,3; температура обрабатываемого щелока  $T = 13^\circ\text{C}$  при этом достигается 90% - ая степень извлечения жировых загрязнений, что на 10...15% больше, чем при проведении пассивных экспериментов по отдельным факторам.

Анализ полученного при электрофлотационной обработке подмыльного щелока флотоконцентрата показал, что по своему составу он аналогичен сырью для производства мыла и поэтому может быть использован в основном производстве без дополнительной обработки.

В четвертой главе представлена разработанная технология утилизации подмыльного щелока, прошедшая промышленные испытания и внедренная на АООТ "Троицкий жировой комбинат" Челябинской области.

Полученные в результате многофакторного эксперимента данные о взаимодействии факторов, определяющих процессе удаления жировой фракции (солей жирных кислот) из подмыльного щелока, позволили обоснованно подойти к разработке технологической схемы утилизации (рис.5).

Расчитанные значения pH = 2,3 и температуры  $T = 13^\circ\text{C}$  позволили обеспечить условия эффективного обезжиривания подмыльного щелока электрофлотационным методом. Извлеченные электрофлотацией жирные кислоты возвращаются в основное производство мыла в качестве вторичного сырья.

Дальнейшая утилизация подмыльного щелока заключалась в извлечении из него хлорида натрия, который возвращается в качестве технического продукта в процессе производства мыла для отсолки мыльного ядра.

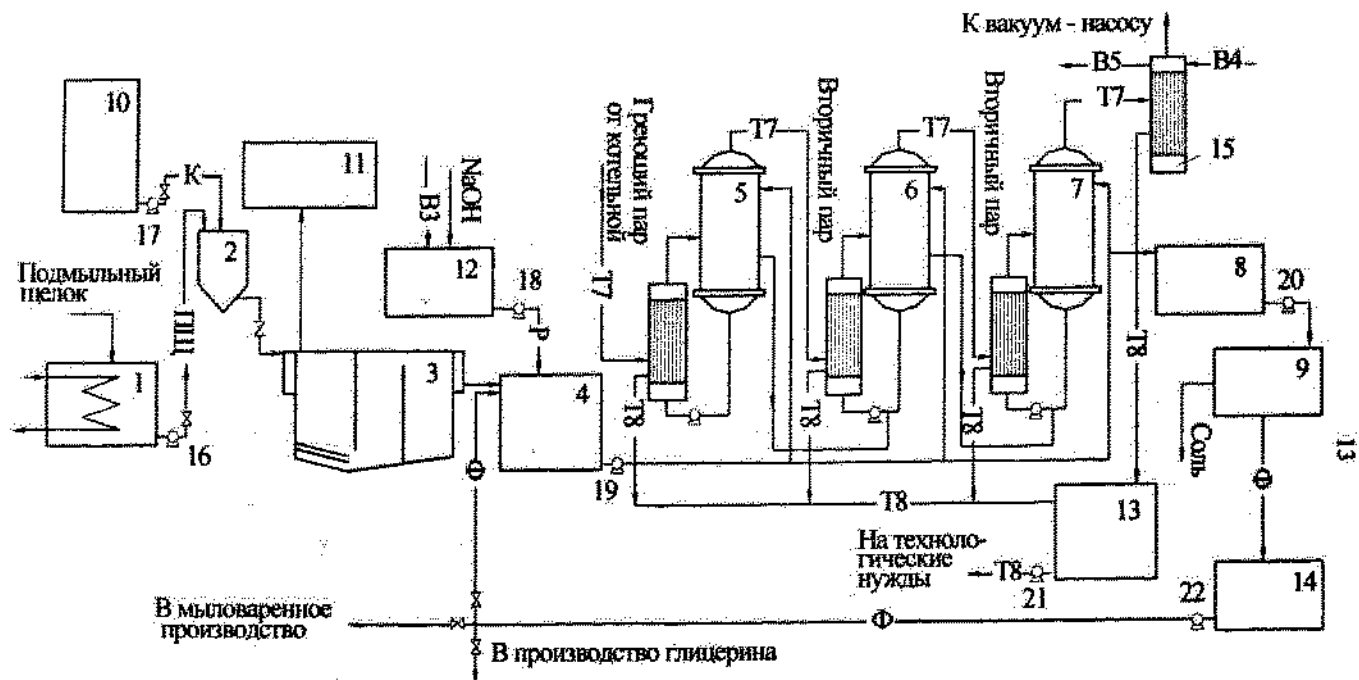


Рис. 5. Технологическая схема утилизации подмыльного щелока:

1 – жироловка; 2 – смеситель; 3 – электрофлотатор; 4 – ёмкость для сбора очищенного щелока и его нейтрализации; 5, 6, 7 – трехкорпусная выпарная установка; 8 – ёмкость для сбора упаренного раствора; 9 – центрифуга; 10 – ёмкость для соляной кислоты; 11 – ёмкость для флотошлама; 12 – бак для раствора NaOH; 13 – ёмкость для сбора конденсата; 14 – ёмкость для сбора фугата; 15 – конденсатор; 16, 19, 20, 22 – канализационный насос; 17, 18 – насос – дозатор. Обозначение трубопроводов: ПЩ – трубопровод подачи подмыльного щелока; К – кислотопровод; Р – трубопровод подачи раствора NaOH; Ф – трубопровод транспортировки фугата

Таким образом, разработанная схема утилизации подмыльного щелока включает выделение жировых веществ при электрофлотации, получение технического хлорида натрия путем выпаривания и возврат выделенных веществ в производство мыла.

В пятой главе представлена технико-экономическая оценка разработанной технологии утилизации подмыльного щелока. Расчет технико-экономических показателей разработанной технологии утилизации подмыльного щелока произведен на примере АООТ "Троицкий жировой комбинат" Челябинской области, где было произведено ее внедрение.

Расчет экономической эффективности от внедрения технологии утилизации подмыльного щелока производили по формуле:

$$Э = \sum Э_i - З, \quad (2)$$

где  $Э_i$  – эффект  $i$ -го вида от предотвращения потерь;  $З$  – годовые эксплуатационные расходы.

Суммарный экономический эффект от предотвращенных потерь определяли как

$$\sum Э_i = Э_э + У, \quad (3)$$

где  $Э_э$  – внутрипроизводственный экономический эффект, возникающий за счёт снижения себестоимости основной продукции при утилизации отходов (снижение текущих затрат на транспортировку и содержание отвалов, амортизационные отчисления, зарплаты и пр.);  $У$  – экологический эффект от утилизации отходов, выраженный в снижении экономического ущерба окружающей среде за счёт высвобождения земельных площадей, снижения выбросов вредных компонентов.

Для определения суммарных затрат выполнен укрупненный расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат, необходимых для утилизации подмыльного щелока в количестве  $50 \text{ м}^3/\text{сут.}$  ( $18250 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

Технико-экономический расчет показал, что предлагаемая технология утилизации подмыльного щелока имеет значительный предотвращаемый экономический ущерб от сброса сточных вод, который составил 773,8 тыс.руб. в год. Экономический эффект от использования отходов в качестве вторичного сырья составил 1026,4 тыс.руб/год. Годовой экономический эффект от использования безотходной технологии составил (в ценах 1998 г.) 732,198 тыс.руб., а срок окупаемости очистных сооружений – 1,9 года.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного экспериментального исследования установлено, что подмыльный шёлк, являющийся отходами мыловаренного производства, содержит следующие основные группы загрязнений: грубые взвеси, коллоидные соединения, молекулярно-растворимые вещества, вещества, распавшиеся на ионы. В силу различия свойств перечисленных загрязнений, выделение их из подмыльного шёлка возможно лишь комбинированным использованием различных физико-химических методов, среди которых наиболее эффективным и производительным является электрофлотация.

2. В результате проведенного исследования определены основные факторы, влияющие на эффективность электрофлотационной обработки подмыльного шёлка, которыми являются – продолжительность электрофлотации ( $t$ ), плотность тока ( $i$ ), активная реакция среды (pH) и температура шёлка ( $T$ ). Получена математическая модель процесса электрофлотации, описывающая зависимость степени извлечения жировых загрязнений от основных факторов.

3. Для решения полученной математической модели электрофлотационного процесса разработана компьютерная программа, которая позволила установить оптимальные значения параметров обработки при их совместном влиянии: продолжительность электрофлотации  $t = 15$  мин; плотность тока  $i = 345$  А/м<sup>2</sup>; активная реакция среды pH = 2,3; температура подмыльного шёлка  $T = 13$  °С. Проведенные эксперименты и промышленные испытания подтвердили адекватность полученной математической модели реальному процессу.

4. В результате проведенного экспериментального исследования установлены характеристики образующейся в процессе электрофлотации пены, которые показали возможность её использования в качестве вторичного сырья в основном производстве мыла без предварительной обработки.

5. По результатам исследования разработана технологическая схема утилизации подмыльного шёлка, обеспечивающая полную переработку подмыльного шёлка и повторное использование ценных компонентов, содержащихся в нем. Основными стадиями утилизации являются: отстаивание-охлаждение подмыльного шёлка и возврат извлеченного мыла в основное производство; подкисление; электрофлотационное извлечение жирных кислот и возврат их в основное производство; нейтрализация обезжиренного шёлка; получение при помощи выпаривания из обезжиренного шёлка поваренной соли и возврат ее в основное производство хозяйственного мыла. Приоритет технических решений, разработанных для утилизации подмыльного шёлка, подтвержден тремя патентами РФ.

6. В результате выполненных исследований разработана безотходная технология утилизации подмыльного щелока, который является отходами мыловаренного производства жировых комбинатов. Экономический эффект от снижения себестоимости основной продукции (хозяйственного мыла) за счет возврата в основное производство выделенных из подмыльного щелока ценных компонентов, составил в ценах 1998г. – 1026 тыс. руб./год. Предотвращаемый экономический ущерб от сброса неочищенных сточных вод составил 773,8 тыс. руб. в год. Технико-экономическая оценка разработанной технологии показала, что суммарный экономический эффект от ее использования составляет 732 тыс. руб./год, а срок окупаемости капитальных вложений – 1,9 года.

7. Результаты выполненных исследований внедрены на жировом комбинате и мясокомбинате города Троицка Челябинской области и использованы институтом "Челябинский Промстойпроект" для проектирования очистного оборудования.

**Основные положения диссертации опубликованы  
в следующих работах:**

1. Сухарев Ю.И., Гофман В.Р., Николаенко Е.В. Перспективные направления технологии очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий // Депонированные рукописи. – М.: ВИНТИ, № 1154–В95, 1995.
2. Сухарев Ю.И., Гофман В.Р., Николаенко Е.В. Электрофлотационная технология переработки углеводородосодержащих сред // Перспективные химические технологии и материалы: Тез. докл. – Пермь: Пермский гос. техн. ун-т, 1997.
3. Сухарев Ю.И., Гофман В.Р., Николаенко Е.В. Разработка безотходной технологии очистки подмыльного щелока // Чистая вода России – 97: Тез. докл. – Екатеринбург: Уральский гос. техн. ун-т, 1997.
4. Сухарев Ю.И., Гофман В.Р., Николаенко Е.В. Утилизация подмыльного щелока с использованием физико-химических методов // Безопасность биосферы – 97: Тез. докл. – Екатеринбург: Уральский гос. техн. ун-т, 1997.
5. Очистка сточных вод предприятий масложировой промышленности / Ю.И.Сухарев, В.Р.Гофман, Е.В.Николаенко, Ю.В.Матвейчук. – Челябинск: Изво ЮУрГУ, 1998.
6. Патент РФ № 2096338 С 02 F 1/465. Способ очистки подмыльного щелока / Ю.И. Сухарев, В.П. Банных, В.Р. Гофман, Е.В. Николаенко. – М.: Роспатент, 1997.
7. Патент РФ № 2093476 С 02 F 1/465. Способ очистки сточных вод, со-



державших масла и жиры / Ю.И. Сухарев, В.Р. Гофман, Е.В. Николаенко. – М.: Роспатент, 1997.

8. Создание установки для очистки сточных вод ТОО “Надежда-92”. Отчет о НИР. – М.: ВИНТИ, № 01980004874, 1995.

9. Создание и освоение на Троицком жировом комбинате промышленной технологии очистки сточных вод. Отчет о НИР. – М.: ВИНТИ, № 01980004875, 1995.

10. Сухарев Ю.И., Гофман В.Р., Николаенко Е.В. Утилизация масложировых отходов промпредприятий // Десятилетие природоохранной службы Российской Федерации. Проблемы. Решения. Перспективы: Тез. докл. – Челябинск: Госкомитет по охране окружающей среды Челябинской области, 1998.

11. Исследование процесса электрофлотации жиров из сточных вод / Ю.И. Сухарев, В.Р. Гофман, Е.В. Николаенко и др. // Известия Челябинского научного центра УрОРАН. – 1999. – Вып.1.

12. Оптимизация процесса утилизации жиров / Ю.И. Сухарев, В.Р. Гофман, Е.В. Николаенко и др. // Сборник научных трудов. – Екатеринбург. – Из-во Уральского гос. тех. университета, 1999.

13. Утилизация подмыльного щелока на Троицком жировом комбинате / Ю.И. Сухарев, В.Р. Гофман, Е.В. Николаенко и др. // Строительство и образование: Сборник научных трудов. – Екатеринбург. – Из-во Уральского гос. тех. университета, 1999.

НИКОЛАЕНКО ЕЛЕНА ВАЛЕНТИНОВНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОЦЕССАХ УТИЛИЗАЦИИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ  
СТОЧНЫХ ВОД

Специальность 02.00.04 — "Физическая химия"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Издательство Южно-Уральского государственного  
университета

---

ДР N 020364 от 10. 04. 97. Подписано в печать 13.09.98. Формат  
60 \* 84 1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1.  
Тираж 80 экз. Заказ 92/145.

---

УОП Издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76.