

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ЗАОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ОСЯТИНСКИЙ Анатолий Акимович

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ И СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ ТУЗЛУКА
В ЛИНИЯХ СМЕШАННОГО ПОСОЛА МЕЛКОЙ РЫБЫ
(Специальность № 05.02.14 - Машины и агрегаты
пищевой промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Москва - 1975

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ЗАОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ОСЯТИНСКИЙ Анатолий Акимович

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ И СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ ТУЗЛУКА
В ЛИРИЯХ СМЕШАННОГО ПОСОЛА МЕЛКОЙ РЫБЫ
(Специальность № 05.02.14 - Машины и агрегаты
пищевой промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Москва - 1975

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), в Керченском экспедиционном цехе Бердянского рыбокомбината и в Азово-Черноморском научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (АЗЧЕРНИРО).

Научные руководители:

1. Лауреат Государственной премии, кандидат технических наук А.В.Терентьев
2. Доктор технических наук, профессор С.Г.Дунин

Официальные оппоненты:

1. Лауреат Государственной премии, кандидат технических наук, профессор В.П.Зайцев
2. Кандидат технических наук А.В.Кардашев

Ведущее предприятие - Бердянский рыбокомбинат

Автореферат разослан "___" _____ 1975 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1975 г.

в _____ часов на заседании Ученого Совета Всесоюзного заочного института пищевой промышленности.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Письменный отзыв в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять в адрес института: г.Москва, 109803, ул. Чкалова, 75, ВЗИПП.

Ученый секретарь,

к.т.н., доцент В.Л.Прокофьев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Директивами XIII съезда КПСС предусмотрено увеличить производство пищевой рыбной продукции не менее чем на 47%, повысить ее качество и расширить ассортимент. Один из способов увеличения выпуска деликатесной соленой продукции состоит в использовании для этой цели хамсы и тюльки, составляющих основную массу в улове рыбы по Азово-Черноморскому бассейну.

Перевод посольного производства хамсы и тюльки на механизированные линии после в циркулирующих тузлуках требует решения задачи очистки тузлука и контроля его качества.

Задача очистки тузлука сложна, многогранна и распадается на ряд самостоятельных проблем: отделение относительно крупных механических загрязнений, очистка тузлука от дисперсной белковой взвеси и жира, снижение бактериальной обсемененности и т.д.

Применяемые в настоящее время способы очистки не позволяют эффективно удалить из рыбного тузлука диспергированную взвесь, хотя известно, что именно этот вид загрязнений способствует порче тузлуков и ведет к частой их замене. Это связано с большим расходом соли и дополнительными потерями белковых веществ.

Наличие в тузлуке нерастворенной белковой взвеси, определяющей оптические характеристики тузлука, способствует развитию микрофлоры, для которой белковые вещества являются питательной средой. Поэтому можно полагать, что удаление из тузлука взвеси ведет к его очистке, вернее осветлению. Решению этой задачи было посвящено данное исследование.

Цель работы. Разработка устройств и способов осветления тузлука от диспергированной взвеси в применении к линиям туз-

лучного посола мелкой рыбы и выдача рекомендаций для создания промышленной установки по осветлению тузлука для его длительного использования.

Общая методика исследований. Диссертация содержит результаты теоретических и опытно-производственных исследований.

Общая методика исследования заключалась в теоретическом решении рассматриваемого вопроса и последующей экспериментальной проверке полученных зависимостей и выдвинутых положений. Исследование применимости ультразвука для коагуляции взвеси проводилось с применением методов дробных факторных экспериментов и крутого восхождения. Для исследования вопроса о применимости гидроциклонов для осветления тузлука применялись математические методы отсеивающих экспериментов с обобщением известных исследований по гидроциклонной очистке. Экспериментальные исследования гидроциклонной обработки тузлука выполнены на моделях в производственных условиях.

Научная новизна. Разработан метод осветления тузлука с помощью адсорбента и гидроциклонной очистки, заложенный в основу предлагаемой технологической линии по очистке циркулирующего тузлука для его повторного использования в линиях смешанного посола мелкой рыбы. Определены условия, позволяющие очищать тузлук в режиме, близком к оптимальному.

Даны рекомендации по применению адсорбента - бентонита в производственных условиях.

Предложен и экспериментально проверен критерий очистки тузлука от белковой взвеси.

Практическая ценность. В результате проведенных исследований разработана схема непрерывной комплексной очистки отработанного тузлука линией смешанного посола мелкой рыбы, позволяющая очищать тузлук от белковой взвеси и повторно использовать

его для посола рыбы.

Реализация работы. Результаты работы в виде "Технологических требований к механизированной линии по непрерывной очистке тузлука" направлены в адрес ЦКБ "АЗЧЕРРЫБА" (Севастополь), АЗЧЕРНИРО (Керчь), Гипорыбпром (Москва), где используются при разработке нового оборудования для посола рыбы в циркулирующих тузлуках.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на коллоквиумах лаборатории механизации ВНИРО (1971-1973 г.г.), технической секции Ученого Совета ВНИРО (1973 г.), кафедрах "Технология и оборудование консервных производств" и "Пищевые машины" ВЗИП (1974 г.), Техническом совете ЦКБ "АЗЧЕРРЫБА" (1973 г.), конференциях молодых ученых АЗЧЕРНИРО (г. Керчь, 1973 г.), ВНИРО и ЦНИИТЭИРХ (г. Москва, 1974 г.), ПИРО (г. Мурманск, 1974 г.).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 5 работ.

Объем работы. Диссертация изложена на 148 страницах, в том числе содержит 22 рисунка, 15 таблиц. Список литературы включает 109 названий на русском языке и 40 на иностранных языках.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование адсорбирующего действия бентонита

Для исследования адсорбирующего действия на взвесь использовалась бентонитовая глина - аскангель. Выбор аскангеля был обусловлен его высокой гидратирующей способностью.

Исследования предусматривали выбор среды для приготовления дисперсии адсорбента, определение его оптимальных дозировок и концентрации дисперсии, выбор режима ввода в тузлук.

Исследование флокулирующего действия полиакриламида

Исследование применимости флокулянта - полиакриламида (ПАА)

предполагалось провести на двух видах ПАА - "Сепаране" АП-30 -анионного типа и ВА-2 - катионного типа. Предусматривалось определение оптимальной концентрации водного раствора флокулянта, его дозировок в тузлук, определение режима ввода в тузлук, совместное использование с адсорбентом.

Исследование применимости ультразвука для коагуляции

ВЗВЕСИ

Предусматривалось исследование коагулирующего действия тузлука как в результате непосредственно "озвучивания" тузлука, так и при ультразвуковой обработке в комплексе с вводом адсорбента или флокулянта.

Емкость с тузлуком помещалась в цилиндрическую ванну, наполненную водой. В дно ванны была вмонтирована пластина диаметром 300 мм, предназначенная для передачи акустической энергии от магнитострикционного преобразователя ПМС-6 в водную среду. Колебания создавались с помощью генератора УЗГ-2,5 мощностью в 2,5 кВт с рабочей частотой 20 кГц.

Программа исследований предусматривала: выбор условий передачи колебаний в тузлук, определение оптимального расстояния между источником колебаний и сосудом с тузлуком, определение оптимальной продолжительности "озвучивания" тузлука, выбор частоты и мощности ультразвуковых колебаний, проведение экспериментов по совместному применению ультразвуковой обработки с адсорбентом и флокулянтом.

Исследование применимости гидроциклонов для осветления

ТУЗЛУКА

Для исследования вопроса о применимости гидроциклонов для

осветления тузлука во ВНИРО были разработаны и изготовлены из оргстекла конические гидроциклоны, испытание которых велось на экспериментальном стенде.

Процесс гидроциклонной обработки жидкости характеризуется большим количеством факторов, которые в разной степени могут влиять на процесс. Известно, что эксперименты по поиску оптимальных условий протекания процесса теряют смысл, если в рассмотрение, из-за недостатка априорной информации, не включены одна или несколько переменных (факторов), ответственных за ход изучаемого процесса. Поэтому в экспериментах по гидроциклонной обработке тузлука было решено рассмотреть максимальное число независимых переменных, влияющих на процесс, и дать им предварительную оценку.

Все факторы были разбиты на ряд функциональных групп и рассмотрены в пределах этих групп. В тех случаях, когда априорная информация была недостаточной, проводились дополнительные исследования. В результате из взятых к предварительному рассмотрению 26 факторов, могущих влиять на осветление тузлука в гидроциклонах, к дальнейшему исследованию были отобраны 9 факторов, которым были присвоены индексы:

X_1 - дозировка адсорбента (в % от объема тузлука).

X_2 - время от введения адсорбента в тузлук до подачи тузлука на осветление в гидроциклон (сек).

X_3 - угол при вершине конуса гидроциклона (град).

X_4 - отношение высоты цилиндрической части корпуса гидроциклона к его диаметру.

X_5 - диаметр гидроциклона (м).

X_6 - схема осветления тузлука.

X_7 - разгрузочное отношение - отношение расхода через

верхний патрубок (осветленный туздук) к расходу через нижний патрубок (шлам).

X_8 - диаметр переливного патрубка, м.

X_9 - длина переливного патрубка, м.

При большом числе факторов, влияющих на исследуемый процесс, невозможно применение классического метода Гаусса-Зайделя, когда поочередно изменяется один параметр, а все остальные неизменны. В этом случае для получения, как минимум, пяти значений для каждого фактора, рассмотрение всех возможных сочетаний значений исследуемых факторов требует реализации $N = n^5$ опытов, где n - число рассматриваемых факторов.

Поэтому было решено провести отсеивающие эксперименты, предусматривавшие одновременное воздействие всех девяти факторов на параметр оптимизации Y , в качестве которого принималась величина светопропускания туздука. Интервалы варьирования значений девяти отобранных факторов даны в табл. I.

Таблица I.

Обозначение	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
Единица измерения	%	сек	град	-	м	-	-	м	м
Верхний уровень (+)	15	600	10	5	0,025	№1	12	0,006	0,012
Нижний уровень (-)	10	180	5	2	0,015	№2	5	0,004	0

Примечание: рассматривались 2 схемы гидроциклонной обработки туздука, которым условно были присвоены номера - № 1 и № 2.

Для проведения отсеивающих экспериментов нами применялся метод "случайного баланса", позволивший выделить немногие значимые факторы на "шумовом фоне", созданном остальными факторами, взятыми к рассмотрению.

Априорно предполагалось, что существенными могут быть некоторые факторы и их парные взаимодействия. Поэтому среди потенциально возможных факторов и взаимодействий необходимо было выделить доминирующие.

Отобранные к отсеивающим экспериментам 9 факторов были разделены на 3 группы, для каждой из которых была использована матрица полного факторного эксперимента типа 2^3 . Общая матрица планирования получена смешиванием трех одинаковых реплик типа 2^3 , одна из которых относилась к факторам X_1-X_3 , вторая - к факторам X_4-X_6 , третья - к X_7-X_9 . Смешивание реплик производилось с помощью таблицы случайных чисел. Для этого строки из каждой реплики объединялись вместе, образуя строку с 9 элементами. В соответствии с матрицей планирования проводились опыты. Результаты их оцениваются с помощью диаграмм рассеяния результатов наблюдений по отдельным факторам, каждый из опытов дублируется с тем, чтобы снизить вероятность возможной ошибки.

При обработке результатов используются обычные методы статистического анализа. При этом выделяются доминирующие факторы, влияющие на степень осветления туздука.

Для каждого из 9 исследуемых факторов строится своя диаграмма, по оси ординат которой откладываются точки усредненных выходных значений Y - результатов каждого из проведенных опытов. Эти точки разбиваются на 2 группы, соответствующие опытам, где данный фактор находится на нижнем ("-") или верх-

нем ("+") уровнях. Действие каждого фактора рассматривается вне зависимости от других факторов. Вводится понятие "вклад фактора", характеризующее эффект перехода соответствующего фактора с нижнего уровня на верхний. Значимые линейные эффекты выделяются визуально сравнением вкладов факторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований применимости адсорбента и флокулянта для осветления тузлука

Установлено, что независимо от массы вводимого в тузлук бентонита в сухом виде эффект адсорбции весьма незначителен. Адсорбирующие свойства бентонита наиболее полно проявляются при его использовании в виде водной дисперсии. Применение для приготовления дисперсии адсорбента тузлука или хлорированной морской воды малоэффективно ввиду слабого набухания бентонита в растворах соли - тузлуке и морской воде.

Определялась оптимальная концентрация бентонита в водной дисперсии. При этом дозировка бентонита менялась в пределах $\pm 20\%$ к массе жидкой среды. Установлено, что наибольшее набухание имеет место в дисперсиях концентрациях 10% .

Установлено, что количество вводимого адсорбента существенно влияет на эффективность осветления тузлука, причем оптимальная дозировка адсорбента зависит от вида высаливаемой рыбы и составляет для хамсового тузлука $7,5-10,0\%$ от объема тузлука, а для тлечного - $15,0-20,0\%$ или в пересчете на сухой бентонит - соответственно $0,75-1,00\%$ и $1,50-2,00\%$.

Исследовалась применимость флокулянтов для осветления тузлука. При этом концентрация флокулянта в растворе изменялась в пределах от $0,1$ до $0,5\%$, а его дозировка в тузлук - от 1 до 50 миллиграмм флокулянта (сухого продукта) на литр

тузлука, флокулянт вводился в тузлук как одновременно с адсорбентом, так и спустя $60-500$ с после ввода адсорбента.

Установлено, что в тузлуке, обработанном только флокулянтом, осадок не выпадает. В тузлуке, обработанном флокулянтом совместно с адсорбентом, скорость выпадения осадка и его объем практически не отличались от этих величин в образцах, обработанных только адсорбентом. Следовательно, можно утверждать, что флокулянт не оказывает воздействия на взвешенные вещества в тузлуке, что, вероятно, связано с высокой соленостью тузлука.

Исследование применимости ультразвука для осветления

тузлука

Установлено, что ультразвуковая обработка тузлука эффективна только при совместном применении ее с адсорбентом. В обработанном тузлуке содержание белковых веществ снижено до $0,67\%$ по сравнению с $1,42\%$ в исходном тузлуке. Светопропускание обработанного тузлука в $3-3,7$ раза выше, чем у исходного, неосветленного тузлука.

Наибольший эффект на процесс осветления тузлука оказывает дозировка дисперсии адсорбента. Оптимальной является дозировка адсорбента в пределах $4,5-6,0\%$ от объема тузлука при концентрации дисперсии адсорбента в 10% , т.е. расход собственно бентонита составляет $0,45-0,60\%$.

Длительность ультразвуковой обработки также влияет, хотя и в меньшей степени, чем количество введенного адсорбента, на параметр оптимизации - степень осветления тузлука. Обработка тузлука ультразвуком менее 45 с не обеспечивает должного эффекта осветления. Увеличение значения параметра оптимизации одним лишь удлинением времени ультразвуковой обра-

ботки малоэффективно. Поэтому оптимальной является ультразвуковая обработка тузлука продолжительностью 45-75 с.

В результате ультразвуковой обработки установлено уменьшение общего количества микроорганизмов в 1,8-3,5 раза, в том числе галофильных микроорганизмов в 1,2-1,6 раза. Следовательно, ультразвук оказывает подавляющее действие на состояние микрофлоры в тузлуке - часть ее погибает, часть выпадает в осадок вместе с адсорбированной взвесью. Влияние ультразвука на солелюбивые микроорганизмы меньше, чем на другие виды.

Ультразвуковая обработка тузлука с адсорбентом ведет к быстрому разделению фаз (с нескольких месяцев до 15-35 мин.), однако не позволяет решить вопрос удаления выпавшего осадка. Кроме того, применение этого способа требует сложного оборудования, высококвалифицированного обслуживающего персонала и значительных энергозатрат, что затрудняет возможность широкого внедрения в практику подобных методов в настоящее время.

Результаты исследований по применению гидроциклонов для осветления тузлука

На первом этапе отсеивающих экспериментов были выделены наиболее значимые линейные эффекты X_1 и X_5 (Рис.1А), оцененные на фоне, созданном всеми остальными факторами. Проверка по критерию Фишера указала на наличие и других значимых эффектов, для определения которых было продолжено исследование. Для этого корректировались результаты - исключалось маскировочное влияние факторов X_1 и X_5 . Поэтому от всех значений Y , соответствовавших опытам, где эффекты X_1 и X_5 находились на верхнем уровне, соответственно вычитались значения этих факторов со своими знаками. В результате был получен набор значений параметра оптимизации Y , рассматриваемый условно

как результат нового эксперимента. Под откорректированным значениям основных эффектов была построена диаграмма рассеяния (Рис.1Б), а также выделены 9 наибольших парных эффектов взаимодействия (Рис.1В). Количественную оценку давали наибольшему из откорректированных линейных эффектов X_7 и взаимодействию X_2X_4 . Значимым оказался лишь эффект X_7 .

Проведенная контрольная корректировка результатов (Рис.1Г) показала, что выделены все значимые эффекты и процесс отсеивания можно прекратить, отнеся все остальные потенциально возможные эффекты к "шумовому фону".

Результаты отсеивающих экспериментов позволили получить уравнение, адекватно описывающее процесс осветления тузлука в гидроциклонах с введением адсорбента и имеющее вид:

$$Y = 38,25 + 8,25X_1 - 5,75X_5 + 5,25X_7 \quad (I)$$

По оценке значимости коэффициентов регрессии можно сделать следующее заключение: абсолютная величина коэффициентов есть количественная мера их влияния на параметр оптимизации, т.е. на светопропускание тузлука. Из анализа уравнения (I) следует, что в наибольшей степени эффективность осветления тузлука определяется дозировкой адсорбента (X_1), диаметром гидроциклона (X_5) и разгрузочным отношением (X_7). При переходе от кодированных значений к их натуральным величинам следует, что в проведенных исследованиях наилучший результат достигнут при дозировке водной дисперсии адсорбента в количестве 15% от объема тузлука, обработке тузлука в гидроциклоне диаметром 0,015 м и разгрузочном отношении, равном 12:1, причем эффективность осветления тузлука повышается при увеличении количества вводимого адсорбента и разгрузочного отношения и уменьшении диаметра гидроциклона.

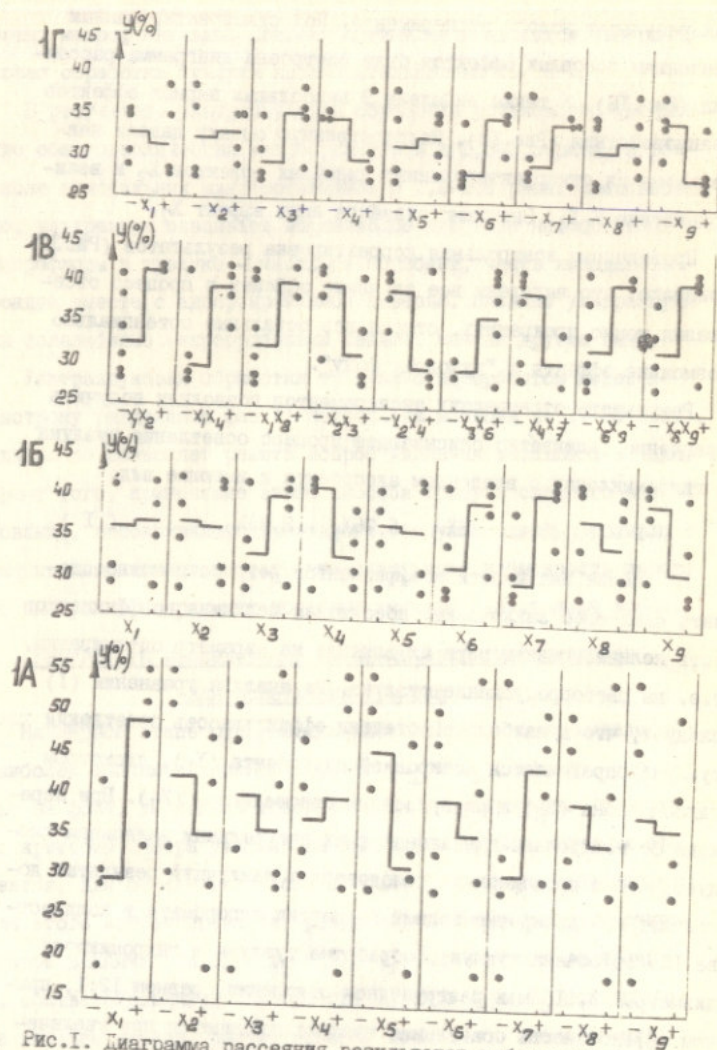


Рис.1. Диаграмма рассеяния результатов наблюдений / параметра оптимизации / по отдельным факторам в отсеивающих экспериментах

Результаты, полученные в отсеивающих экспериментах, были использованы в последующих исследованиях по оптимизации процесса и выбору схемы обработки тузлука. Поскольку в отсеивающих экспериментах ряд факторов оказался незначимым, то в последующих исследованиях их значениями задавались, фиксируя их на определенных уровнях.

Проведенные исследования показали, что эффективность очистки тузлука определяется в значительной степени условиями ввода в тузук бентонита и последующей гидроциклонной обработки. Поскольку в поверхностных слоях тузлука находится значительное количество взвешенных частиц белка и жира, то необходимо в первую очередь осветление этого тузлука. Поэтому нами была разработана и испытана схема обработки тузлука в 2 этапа. На первом этапе адсорбент без перемешивания вводится в тузук, в верхних слоях которого создается повышенная концентрация адсорбента. Это ведет к быстрому и полному осветлению верхних 30-35% тузлука, который может использоваться как заливочный или для посола после подкрепления.

На втором этапе имеет место интенсивное перемешивание оставшегося неосветленного тузлука с выпавшим в осадок на первом этапе адсорбентом и последующая гидроциклонная обработка. Во время перемешивания осуществляется вторичная адсорбция взвеси бентонитом, что сводит до минимума его потери.

Гидроциклонная обработка осуществляется по схеме, показанной на рис.2 и предусматривающей сперва обработку тузлука в гидроциклоне грубой очистки диаметром 0,1 м для отделения относительно крупных загрязнений. Затем тузук поступает на обработку в батарею микроциклонов диаметром 0,015 м. Количество параллельно питаемых гидроциклонов определяется общим

объемом тузлука, нуждающимся в очистке.

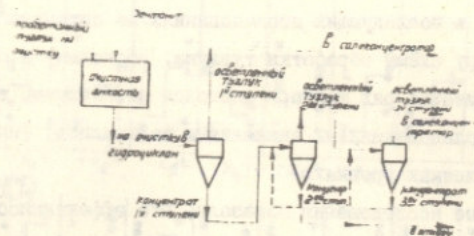


Рис.2. Схема гидроциклонной обработки тузлука

Схема очистки тузлука, подаваемого из гидроциклона грубой очистки, предусматривает последовательный процесс осветления в 3-х ступенях. При этом на первой ступени происходит ступенчатое осветление и разделение потока. В осветленный продукт направляется до 20% поступившего в ступень тузлука, в максимальной степени очищенного от взвеси, а через патрубок для шлама на вторую ступень подается остальной тузлук, в котором повышена концентрация взвеси. На второй ступени осветления верхний слив составляет до 85% от поступившего на ступень тузлука и направляется на дополнительную очистку в гидроциклоны третьей ступени, а шлам второй ступени сбрасывается или частично рециркулируется.

На третьей ступени очистки в верхний слив направляется также до 85% тузлука, поступившего со второй ступени, шлам рециркулируется, а осветленный продукт направляется на подкрепление в солеконцентратор.

Суммарный выход осветленного тузлука составляет до 77% от тузлука, направленного на гидроциклонную обработку. Кроме того, рециркуляция шлама также ведет к повышению выхода осветленного тузлука.

Установлено, что для тузлука с содержанием белковых веществ в пределах 0,8-1,5% имеет место линейная зависимость между светопропусканием тузлука и содержанием в нем белковых веществ. При этом минимальная величина светопропускания, соответствующая образцам с 0,8% белка, составляет около 45%. Дальнейшее увеличение светопропускания достигается при практически неизменном содержании белковых веществ в тузлуке, что связано, по нашему мнению, с удалением из тузлука диспергированных частиц небелкового происхождения, также влияющих на его оптические характеристики. Таким образом, при осветлении тузлука из него удаляется лишь часть белковых веществ, а именно диспергированная взвесь. Ценные белки, создающие "бу-кет" тузлука, остаются в нем.

Следовательно, величину светопропускания можно считать критерием очистки тузлука от белковой взвеси. Показателем удаления из тузлука диспергированной взвеси может быть величина светопропускания в 40-50% от светопропускания дистиллированной воды. Указанную величину можно принимать в качестве характеристики требуемого уровня осветления тузлука.

Экспериментальная проверка показала, что светопропускание верхних 30-35% тузлука, обработанных лишь бентонитом без перемешивания, достигает 80-85%, а верхнего осветленного тузлука после гидроциклонной обработки - 50-60% от светопропускания дистиллированной воды, т.е. отвечает требованиям, принятым нами в качестве характеристики требуемого уровня осветления тузлука.

На основании проведенных исследований во ВНИРО были разработаны технологические требования к механизированной линии по непрерывной очистке тузлука и проведен расчет конструк-

тивных и технологических параметров гидроциклонной установки.

Получена эмпирическая формула, позволяющая определить производительность гидроциклонов диаметром 0,015 м при давлении на входе до 0,5 МПа и имеющая вид:

$$Q = 42,0 \cdot d_i^2 \cdot \sqrt{\frac{P}{\rho}} \quad (2)$$

Для непрерывной очистки тузлука предлагается механизированная линия, обеспечивающая производительность 7,0-7,2 м³ в час, в том числе гидроциклонная установка рассчитана на производительность порядка 6,0 м³/час. Это достигается установкой в каждой из 3-х ступеней 24 микроциклонов диаметром 0,015 м, работающих параллельно и питаемых от одного трубопровода.

Такая производительность установки позволит в течение 13-14 часов обработать в гидроциклонной установке весь объем тузлука, находящегося в посольной ванне. Тем самым практически весь тузлук будет периодически очищаться и содержание в нем взвеси будет поддерживаться почти на неизменном уровне.

Подобрав соответствующее количество гидроциклонов в батареях, можно будет решать задачу осветления тузлука в тех масштабах, которые будут требовать специфика конкретного производства, но схема линии по непрерывной очистке тузлука останется в принципе неизменной.

Поскольку в батарейной гидроциклонной установке к микроциклонам разных ступеней выдвинуты дифференцированные требования, их конструкции также отличаются, однако поскольку микроциклоны третьей ступени работают в таком же режиме, что и циклоны второй ступени, а их производительность незначительно отличается от производительности циклонов второй ступени за счет рециркуляции части шлама, то для большей унификации конструкции было решено принять геометрические характеристи-

ки микроциклонов третьей ступени такими же, как и для второй ступени (табл. 2).

Таблица 2.

№ ступени	Производительность, м ³ /час	Угол конуса, град.	Диаметры отверстий			Длина	Длина
			шлам.	осветл.	вход.	цилиндр. части корпуса, м	погруж. патруб. ка, м
			м	м	м		
1 ступень	0,25	10	0,0055	0,0037	0,0025	0,075	0,0075
2 ступень	0,20	5	0,0025	0,0075	0,0045	0,030	0,010
3 ступень	0,17	5	0,0025	0,0075	0,0045	0,030	0,010

К 1975 г. по Азово-Черноморскому бассейну предусмотрен перевод всего посольного производства мелкой рыбы на механизированные линии тузлучного посола. Существующая схема посола не предусматривает осветления тузлука, в результате чего в нем накапливаются балластные вещества и повышается уровень бактериальной обсемененности. Это делает необходимым полную замену тузлука в посольной ванне как в период путины, так и после ее окончания. Поскольку на бассейне ежегодно 2 путины: весенняя и осенняя, каждая из которых длится около 2-х месяцев, то необходима замена тузлука не менее 4-х раз в год. Использование предлагаемого способа очистки тузлука позволит сохранять тузлук длительное время, лишь очищая и подкрепляя его. Предполагаемый экономический эффект от внедрения линии для непрерывной очистки тузлука составит около 6700 рублей в год на одну линию, а при оснащении всех 50 линий тузлучного посола мелкой рыбы конструкции Байяндина-Могилевского такими очистными установками суммарный экономический эффект составит более 330000 рублей в год лишь за счет снижения расхода соли. При этом в расчете экономической эффективности не учитывались

такие факторы как расход энергии и трудовые затраты, связанные с приготовлением нового тузлука при его многократной замене, а также снижение потерь белка из рыбы при длительном использовании осветляемого тузлука, обладающего "буке-том" и, как следствие этого, повышение качества выпускаемой рыбной продукции.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований разработан метод осветления тузлука с помощью адсорбента и гидроциклонной очистки, заложенный в основу предлагаемой технологической линии по очистке циркулирующего тузлука для его повторного использования в линиях смешанного посола мелкой рыбы.

2. Для осветления тузлука применен адсорбент - бентонитовая глина и даны рекомендации по применению адсорбента в производственных условиях. Установлено, что оптимальной является концентрация бентонита в водной дисперсии, равная 10%; дозировка дисперсии в тузлук зависит от вида тузлука и находится в пределах 0,75-2,00% в пересчете на сухой бентонит.

3. Изучена применимость флокулянтов для повышения эффективности адсорбции взвеси в тузлуке. Установлено, что применение в качестве флокулянта полиакриламида малоэффективно из-за высокой солености тузлука.

4. Исследовано применение ультразвука для осветления тузлука. Установлено, что ультразвук эффективен лишь при совместном применении с адсорбентом. При этом "озвучивание" тузлука в течение 45 - 60 секунд приводит к значительному ускорению седиментации взвеси и снижению бактериальной обсемененности тузлука. Однако применение ультразвука для

осветления тузлука не решает вопрос вывода осадка. Поэтому ультразвуковая обработка тузлука может быть лишь рекомендована в качестве бактерицидного средства.

5. Установлено, что процесс осветления тузлука эффективно проходит при комплексном применении адсорбции, позволяющей увеличить размеры частиц взвеси в тузлуке, и гидроциклонной обработки, позволяющей быстро выделить взвешенную фракцию. Основными факторами, определяющими эффективность осветления, являются диаметр гидроциклона и дозировка адсорбента.

6. Определены условия, позволяющие очищать тузлук в режиме, близком к оптимальному, и получено уравнение, описывающее процесс осветления тузлука в гидроциклонной установке с применением адсорбента и имеющее вид:

$$Y = 38,25 + 8,25X_1 - 5,75X_5 + 3,25X_7.$$

По значению коэффициентов данного уравнения можно судить о влиянии выделенных параметров на эффективность осветления тузлука.

7. На основе проведенных исследований предложена схема линии по непрерывной очистке тузлука и даны рекомендации по расчету оборудования и устройств этой линии, а также разработаны технические требования к опытно-промышленному образцу линии по непрерывной очистке циркулирующего тузлука.

8. Высокая экономическая эффективность предлагаемых очистных устройств и их рабочие характеристики создают предпосылки для внедрения в производство линий по непрерывной очистке тузлука.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1.0 применении бентонита и других средств для очистки туз-

луков. Труды ВНИРО. Т.88.М., ОНТИ ВНИРО, 1972.

2.Очистка хамсового тузлука линий смешанного посола.

ЦНИИТЭИРХ. Экспресс-информация "Технологическое оборудование", серия 4, выпуск 2 (дополнительный). М., 1973.

3.Применение гидроциклонов для очистки тузлуков линий смешанного посола мелкой рыбы. Журн. "Рыбное хозяйство", № 3, М., 1974.

4.Выбор показателей качества тузлука линий смешанного посола мелкой рыбы. ЦНИИТЭИРХ. Экспресс-информация "Обработка рыбы и морепродуктов", серия 3, выпуск 7.М., 1974.

5.О применении и синтетических флокулянтов для осветления тузлука. ЦНИИТЭИРХ. Экспресс-информация "Обработка рыбы и морепродуктов", серия 3, выпуск II. М., 1974.

Материалы диссертации докладывались и получили положительную оценку на:

1.Конференции молодых ученых АЗЧЕРНИРО (г.Керчь, 1973 г.).

2.Конференции молодых ученых ВНИРО и ЦНИИТЭИРХ (г. Москва, 1973 г.).

3.Конференции молодых ученых ПИНРО (г. Мурманск, 1974 г.).

4.Коллоквиумах лаборатории механизации ВНИРО (г. Москва, 1971-1973 г.г.).

5.Технической секции Ученого Совета ВНИРО (г.Москва, 1973г.)

6.Техническом совете ЦОКБ "АЗЧЕРРЫБА" (г.Севастополь, 1973 г.).

7.Заседаниях кафедр "Технология и оборудование консервных производств" и "Пищевые машины" ВЗИШ (г.Москва, 1974 г.).