

967

КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*

Ильичев Александр Филиппович

РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ КОПТИЛЬНОГО  
ПРЕПАРАТА "АМАФИЛ"

Специальность 05.18.12 - Процессы и аппараты пищевых производств

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Калининград – 1999

к



Работа выполнена в Научно-производственном объединении "Рыбтехцентр"  
г. Калининграда

Научный руководитель:

- кандидат технических наук,  
доцент Фатыхов Ю.А.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук,  
профессор Тишин В.Б.

- кандидат технических наук  
доцент Глазунов Е.А.

Ведущая организация:

- Атлантический научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океано-  
графии (АтлантНИРО).

Защита состоится 26 мая  
специализированного Совета К 117.06  
кандидата технических наук при Мурман-  
ском государственном университете по адресу: 183010, г. Мурманск

С диссертацией можно ознакомиться

в библиотеке специализированного  
Совета. Отзывы на автореферат, заверенные  
экземплярах, по указанному адресу  
специализированного Совета.

Автореферат разослан 23

Ученый секретарь специализированного  
совета к.т.н., доцент

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Коптильный препарат "Амафил" имеет актуальное значение в масштабах промышленного производства и применения, если принять во внимание его достоинства:

- качество продукции (пресервы и консервы рыбные в масле), одобренное на дегустациях местного уровня (НПО "Рыбтехцентр", Балтийский РКК, институт "АтлантНИРО", ПО "Калининградрыбпром") и в Министерстве рыбного хозяйства СССР;

- возможность выпуска пищевой продукции с применением препарата в широком ассортименте (пресервы, консервы, соленая и провесная рыба, печеная рыба, сало, колбасы, мясокопчености);

- отсутствие в препарате канцерогенных веществ;

- возможность производства препарата на предприятиях пищевой промышленности;

- возможность использования при производстве препарата вместо древесины других видов растительного сырья (соломы злаковых растений, шелухи семечек подсолнуха);

- экономичность способа производства препарата (не более 500 кВт · ч энергозатрат на 1 м<sup>3</sup> препарата).

Освоение препарата пищевой промышленностью предполагает использование специальных устройств (аппаратов-гидротермализаторов, аппаратов-ароматизаторов растительного масла, аппаратов-растворителей поваренной соли в препарате). Конструкторская разработка указанных аппаратов представляет собой проблему, решение которой предложено в данной работе.

**Цель работы.** Целью является разработка базисной технологии производства коптильного препарата "Амафил", расчет и конструирование специальных аппаратов, выработка рекомендаций по применению препарата при производстве продуктов со вкусом и запахом копчености.





“Амафил”. Утверждены технические условия на копильный препарат и технологическая инструкция по его производству. Утверждены технические условия на пресервы рыбные с применением препарата “Амафил” и технологическая инструкция по их приготовлению. На применение препарата в пищевой промышленности получены соответствующие сертификаты. В настоящее время спроектированы и изготовлены первые гидротермолизаторы для пищевых предприятий Калининградской области. На предприятии ООО “Рыбком-сервис плюс” (г.Калининград) введен в промышленную эксплуатацию аппарат-гидротермолизатор производительностью  $0,1 \text{ м}^3$  препарата “Амафил” за рабочую смену. Предприятие выпускает три вида продукции с применением препарата: рыба соленая в ведрах, рыба провесная, пресервы рыбные. Все виды продукции пользуются повышенным спросом как на местном рынке, так и за рубежом.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации докладывались и были одобрены на: научно-технической конференции “Пути экономии ресурсов при технологической обработке рыбы и рыбопродуктов” (Калининград, 1987), отраслевом совещании по вопросам создания и эксплуатации копильного оборудования (Мурманск, 1990), 2-й областной научно-практической конференции “Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России” (Калининград, 1996), международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию пребывания университета на Калининградской земле и 85-летию рыбохозяйственного образования в России (Калининград, 1998).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано восемь печатных работ и получено два авторских свидетельства СССР.

**Объем работы.** Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Общий объем работы составляет 170 страниц машинописного текста, в том числе 12 рисунков, 10 таблиц, 98 наименований литературы и 56 страниц приложений. Приложения содержат материалы по санитарно-гигиенической оценке препарата “Амафил”, по химсоставу препарата, по расчету процессов и аппаратов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение** содержит обоснование актуальности темы, цель работы и задачи по разработке, производству и применению копильного препарата “Амафил” в пищевой промышленности.

**В первой главе** изложены преимущества бездымного копчения пищевых продуктов. Определены основные принципы получения копильных препаратов на водной основе:

- принцип пропускания копильного дыма через воду;
- принцип пропускания перегретого пара через древесные опилки с последующей конденсацией образовавшегося “копильного пара”;
- принцип составления копильного препарата из отдельных химических веществ.

Отмечено, что в основе производства препарата “Амафил” заложен новый принцип, а именно: принцип пропускания воды при температуре 433 К и выше через измельченную древесину.

Изложены способы получения отечественных копильных препаратов. Препараты “ВНИИМП”, “Вахтоль”, “МИНХ” и “ВНИРО” получают путем пропускания дыма через воду. При этом вода, содержащая вещества дыма, неизбежно становится, как и дым, токсичной и канцерогенной. Указанные препараты по существу отличаются друг от друга разнообразием операций очистки от вредных примесей. Например, при производстве препарата “ВНИИМП” дымосодержащая вода подвергается очистке, состоящей из пяти операций (нейтрализация щелочью, перегонка, адсорбция, десорбция, конденсация). При производстве препарата “Вахтоль” очистка дымосодержащей воды насчитывает четыре операции (отстаивание, фильтрация, перегонка, конденсация). При производстве препарата “ВНИРО” используют три операции (фильтрация, отстаивание, вторичная фильтрация), чтобы получить “рафинированный конденсат дыма”, т.е. очищенную от твердых включений дымосодержащую воду.



Изложены способы применения коптильных препаратов:

- способ внесения препарата в объект обработки;
- способ погружения (иммерсии) объекта обработки в препарат или в коллоидный (крахмальный) раствор из препарата;
- способ опрыскивания объекта обработки душированным или диспергированным препаратом;
- способ обработки объекта в парах препарата.

Определены цель работы и конкретные задачи исследования.

Во второй главе изложен способ получения коптильного экстракта, составляющего основу препарата "Амафил".

Древесину (опилки, стружку, дробленку, щепки) помещают в воду, которую нагревают в замкнутом объеме. С увеличением температуры нагрева в воде с нарастающей интенсивностью происходит термическое разложение древесины (гидротермолиз) и одновременное поглощение (экстракция) водой продуктов разложения. Давление в замкнутом объеме возрастает за счет давления водяного насыщенного пара, расширения воды и образующихся при гидротермолизе газов. Конец гидротермолиза определяют по темнобуromу цвету древесины – внешнему признаку ее обугливания. В результате получают коптильный экстракт, выливаемый из охлажденного объема. Способ реализуется в аппарате-гидротермолизаторе (ГТЛ), экспериментальная конструкция которого представлена на рис. 1. Аппарат состоит из цилиндрического корпуса 1 с теплоизоляцией 2 на внешней поверхности. В нижней части корпуса располагаются трубчатый электронагреватель (ТЭН) 3 и сливной кран 4. Поверхность корпуса покрывает рубашка охладителя 5. В верхней части корпуса размещается перфорированная кассета 6 с измельченной древесиной. Корпус закрывается крышкой 7, на которой установлены термометр 8, электроконтактный манометр 9 и предохранительный клапан 10.

Изложены методы определения технологических параметров процесса гидротермолиза (период выстоя ГТЛ, доза бикарбоната натрия в коптильном экстракте, соотношение масс сухой древесины и воды, содержание коптильных компонентов в препарате в зависимости от заданной температуры нагрева ГТЛ,

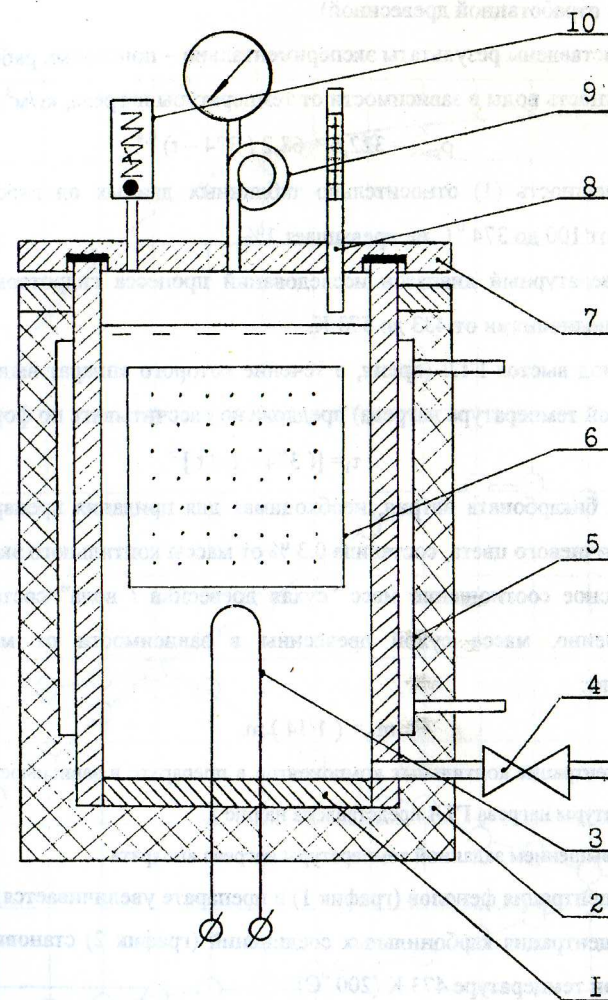


Рис. 1. Экспериментальный аппарат-гидротермолизатор



соотношение объемов измельченной и цельной древесины, потеря копильного экстракта с отработанной древесиной).

Представлены результаты экспериментально – поисковых работ.

Плотность воды в зависимости от температуры нагрева, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_{\text{расч}} = 322,6 + 68,2 (374 - t)^{0,4}. \quad (1)$$

Погрешность (1) относительно табличных данных плотности воды в диапазоне от 100 до 374 °С не превышает 1%.

Температурный диапазон исследований процесса гидротермолиза был определен величинами от 433 до 573 К.

Период выстоя ГТЛ (время, в течение которого аппарат выдерживается при заданной температуре нагрева) предложено рассчитывать по формуле, ч:

$$\tau_1 = [(374 - t) / t]^3. \quad (2)$$

Доза бикарбоната натрия, необходимая для придания препарату устойчивого коричневого цвета, составила 0,3 % от массы копильного экстракта.

Базисное соотношение масс “сухая древесина / вода” составило 1/14. Соответственно, масса сухой древесины в зависимости от массы воды составила, кг:

$$m_d = (1/14) m. \quad (3)$$

Концентрация копильных компонентов в препарате в зависимости от заданной температуры нагрева ГТЛ представлена на рис 2.

С повышением заданной температуры нагрева аппарата

- концентрация фенолов (график 1) в препарате увеличивается;
- концентрация карбонильных соединений (график 2) становится максимальной при температуре 473 К (200 °С);
- концентрация кислот (график 3) становится максимальной при температуре 538 К (265 °С);
- суммарная концентрация копильных компонентов (график 4) стремится к пределу, равному 1,2 %.

Отмечено, что предельная величина 1,2 % остается неизменной при увеличении массы древесины по отношению к массе воды, а также при проведении 10-кратного гидротермолиза препарата со свежей древесиной.

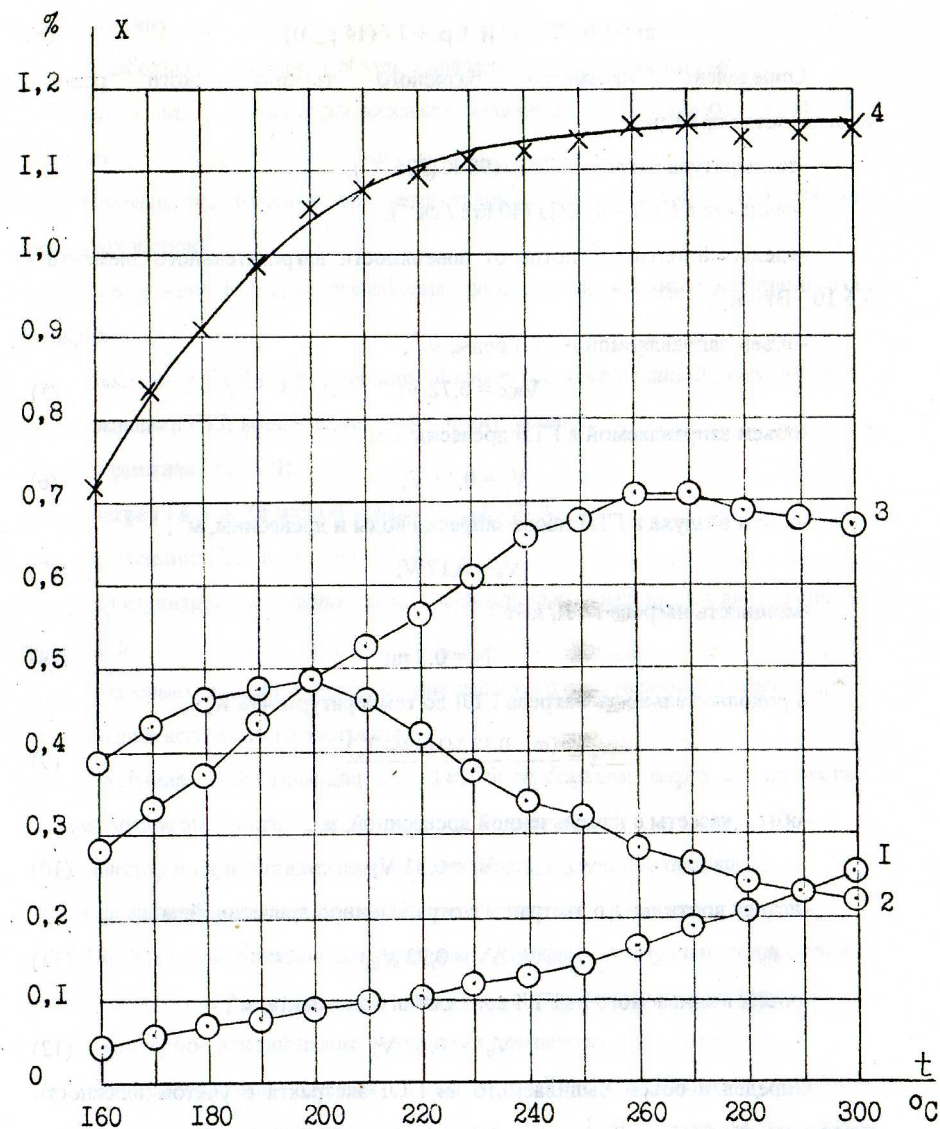


Рис.2. Содержание копильных компонентов в препарате «Амафил» в зависимости от заданной температуры нагрева ГТЛ



Определена масса заправляемой в ГТЛ воды, кг:

$$m = (0,97 V) / [(1/\rho_t + 1 / (14 \rho_d))]. \quad (4)$$

Определены параметры базисного технологического режима производства препарата:

-температура нагрева ГТЛ – 498 К (225 °С);

-давление в ГТЛ – 4 МПа (40 кгс / см<sup>2</sup>);

-удельный тепловой поток от поверхности нагревательного элемента - 3,5 10<sup>4</sup> Вт / м<sup>2</sup>;

-объем заправляемой в ГТЛ воды, м<sup>3</sup>,

$$V_{H_2O} = 0,72 V; \quad (5)$$

-объем заправляемой в ГТЛ древесины, м<sup>3</sup>,

$$V_d = 0,11 V; \quad (6)$$

-объем воздуха в ГТЛ после заправки воды и древесины, м<sup>3</sup>,

$$V_b = 0,17 V; \quad (7)$$

-мощность нагрева ГТЛ, кВт

$$N = 0,3 m; \quad (8)$$

-продолжительность нагрева ГТЛ до температуры 498 К, ч,

$$\tau = \frac{(m + 0,12 M)(498 - T_n)}{774 N}; \quad (9)$$

-объем кассеты с измельченной древесиной, м<sup>3</sup>,

$$V_k = 0,33 V; \quad (10)$$

-потеря коптильного экстракта с отработанной древесиной, м<sup>3</sup>,

$$\Delta V = 0,92 V_d; \quad (11)$$

-объем выливаемого из ГТЛ коптильного экстракта, м<sup>3</sup>,

$$V_n = 0,62 V; \quad (12)$$

Определен объем выливаемого из ГТЛ экстракта с учетом влажности древесины, м<sup>3</sup>:

$$V_n = [0,62 + 0,0528 \omega / (1 - \omega)] V. \quad (13)$$

Отмечено, что использование древесных опилок в ГТЛ нежелательно по следующим причинам:

-наибольшие потери коптильного экстракта, смачивающего отработанную древесину;

-наибольший насыпной объем, определяющий объем кассеты;

-наибольшие загрязнения аппарата мельчайшими частицами обугленной древесины.

Наименьшие значения этих показателей достигаются при использовании древесных щепок.

Предложена базисная технология производства коптильного препарата "Амафил":

-закладка в ГТЛ перфорированной кассеты с измельченной древесиной;

-заправка ГТЛ водой до установленного уровня;

-герметизация ГТЛ;

-нагрев ГТЛ до базисной температуры 498 К;

-остывание ГТЛ в течение 0,5 ч;

-принудительное охлаждение коптильного экстракта до температуры 293 К;

-разгерметизация ГТЛ, извлечение кассеты с отработанной древесиной;

-вылив коптильного экстракта;

-частичная нейтрализация экстракта бикарбонатом натрия в количестве 0,3 % от массы экстракта;

-фильтрация нейтрализованного экстракта, получение препарата.

Органолептические показатели препарата.

По внешним показателям препарат "Амафил" прозрачен, коричневого цвета, с запахом чернослива, кисловатого вкуса с примесью легкой горечи.

Санитарно-гигиенические показатели препарата.

По заключению Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института онкологии им. проф. Н.Н. Петрова в препарате "Амафил" не обнаружены БаП (бенз/ а /пирен), НДМА (нитрозодиметиламины) и другие канцерогенные агенты.



Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определение периода выстоя гидротермализатора ( ГТЛ ) в зависимости от заданной температуры нагрева аппарата;
- определение диапазона рабочих температур ГТЛ;
- определение степени нейтрализации препарата бикарбонатом натрия;
- определение содержания основных копильных компонентов в препарате ( фенолов, карбонильных соединений, кислот ) в зависимости от заданной температуры нагрева ГТЛ;
- определение параметров базисного технологического режима производства препарата (соотношение масс древесины и воды, масса воды в ГТЛ, температура нагрева и давление в ГТЛ, удельный тепловой поток от нагревательного элемента ГТЛ, мощность и продолжительность нагрева ГТЛ);
- определение параметров измельченной древесины;
- определение объема кассеты с измельченной древесиной;
- определение потери препарата с отработанной древесиной;
- влияние влажности древесины на объем выливаемого из ГТЛ копильного экстракта;
- совокупность операций по базисной технологии производства препарата;
- методика расчета ГТЛ;
- конструирование ГТЛ;
- разработка нового способа ароматизации растительного масла;
- вывод формул для конструктивного расчета аппарата-ароматизатора растительного масла;
- методика расчета аппарата-ароматизатора;
- определение солёности продукта в таре в зависимости от объема заливаемой дозы водного насыщенного раствора поваренной соли;
- определение концентрации раствора в зависимости от насыпного объема поваренной соли при пропускании воды (препарата) через слой соли;
- определение величины насыпного объема поваренной соли в аппарате-растворителе;

-выработка рекомендаций по применению копильного препарата "Амафил" при производстве пищевой продукции со вкусом и запахом копчености.

Вопрос нанесения цвета копчености на поверхность продукта с использованием препарата остается нерешенным и в данной работе не рассматривается.

**Научная новизна.** Впервые исследован процесс термализации древесины в воде (гидротермализация) с целью получения копильного препарата. Установлено, что вода в процессе гидротермализации не является инертной средой, а продукты гидротермализации неидентичны продуктам сухой перегонки древесины. Установлено, что суммарное содержание копильных компонентов в препарате имеет предел, который по данным химического анализа составляет 1,2% от массы препарата. Теоретическими и экспериментальными методами установлены закономерности базисного процесса производства копильного препарата, отличающегося максимальной производительностью при наименьших значениях температуры и давления.

Впервые исследован процесс ароматизации растительного масла при всплывании пузырьков масла в копильном препарате. Теоретическими и экспериментальными методами установлены закономерности базисного процесса ароматизации масла, отличающегося максимальной производительностью при наименьшем отношении объемов "препарат / масло".

Теоретическими методами установлены закономерности:

-процесса законченного посола продукта в таре, выраженного в виде аналитической зависимости между начальной влажностью продукта, объемом тары, объемом наполняющего тару раствора поваренной соли в воде (препарате) и концентрацией соли в продукте;

-процесса пропускания воды через слой поваренной соли, выраженного в виде аналитической зависимости между насыпным объемом соли, расходом воды (препарата) и концентрацией соли в растворе.

**Практическая ценность.** Результаты работы послужили основой для создания технологии и техники по производству и применению копильного препарата



По заключению Центрального Ордена Ленина института усовершенствования врачей (ЦОЛИУВ) препарат "Амафил" по безвредности превосходит известные препараты "ВНИИМП" и "Вахтоль".

По заключению Атлантического научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) содержание токсичных металлов в препарате (медь, свинец, ртуть) в 10 и более раз меньше предельно допустимых концентраций (ПДК), утвержденных Минздравом СССР.

По заключению института АтлантНИРО копильный препарат "Амафил" не содержит метилового спирта.

Технологические показатели препарата.

Производство препарата "Амафил" может быть реализовано в аппаратах любой производительности в зависимости от масштабов копильного производства.

При производстве препарата "Амафил" вместо древесины можно использовать другие виды растительного сырья.

Препарат "Амафил" применяют, в основном, в соленом виде. Объекты обработки (рыба, мясо, сало) заливают препаратом с заданным содержанием поваренной соли. Применение препарата характеризуется совмещением операций посола и копчения.

Экономические показатели препарата.

Удельные энергозатраты на производство препарата "Амафил" в три раза меньше, чем при производстве препарата путем пропускания перегретого пара через древесные опилки.

Выбранная базисная температура нагрева ГТЛ (498 К) соответствует режиму максимальной производительности аппарата.

Из 1 м<sup>3</sup> древесины можно произвести 5,6 м<sup>3</sup> препарата.

Энергозатраты на производство 1 м<sup>3</sup> препарата не превышают 500 кВт·ч.

Физико-химические показатели препарата представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Физико-химические показатели копильных препаратов

Наименование показателя	Препарат "Амафил"	Препарат "Вахтоль"	Препарат "ВНИРО"
Массовая доля фенолов, %, не более	0,11	0,6	0,6
Массовая доля карбонильных соединений, %, не более	0,44	1,7	1,0
Массовая доля кислот, %, не более	0,57	3,5	2,2
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1,00	1,02	1,02
Массовая доля остатка от испарения, %, не более	0,84	1,5	4,0
Массовая доля метилового спирта, %, не более	нет	0,15	0,04
Содержание НДМА, мкг/кг	нет	-	0,78

В третьей главе изложены требования к конструкции ГТЛ:

-внутренний диаметр корпуса ГТЛ не должен превышать 0,15 м, чтобы аппарат не относился к объектам котлонадзора;



-конструкция ГТЛ должна обеспечивать размещение объемов воды, древесины и воздуха согласно (5), (6), (7);

-конструкция ГТЛ должна обеспечивать циркуляцию воды в аппарате за счет естественной конвекции;

-в качестве материала для изготовления ГТЛ необходимо использовать нержавеющую сталь 12Х18Н10Т;

-при конструировании ГТЛ рекомендуется использовать методику расчета, предложенную в данной работе.

Определена минимально допустимая рабочая длина ТЭНа при диаметре трубки 15 x 2, м:

$$l_r = 0,6 N_r. \quad (14)$$

Определены параметры циркуляционного потока воды в ГТЛ.

Массовая производительность циркуляционного потока, кг / с:

$$G = 0,0193 N. \quad (15)$$

Объемная производительность циркуляционного потока, м<sup>3</sup> / с:

$$Q = 2,33 \cdot 10^{-5} N. \quad (16)$$

Скорость потока воды в корпусе ГТЛ, м/с:

$$u = 2,97 \cdot 10^{-5} N / D^2. \quad (17)$$

Период циркуляции ГТЛ (время, в течение которого вся масса воды пройдет через ТЭНы аппарата), с:

$$T = 3,74 \cdot 10^4 V / N. \quad (18)$$

Определена продолжительность нагрева и остывания ГТЛ в зависимости от температуры нагрева при тепловых потерях аппарата 10 %.

Продолжительность нагрева, с:

$$\tau = [-4,4 \cdot 10^6 (m + 0,12 M) / N] \ln [1 - 9,52 \cdot 10^{-4} (T - T_0)]. \quad (19)$$

Продолжительность остывания, с:

$$\tau = [4,4 \cdot 10^6 (m + 0,12 M) / N] \ln [(498 - T_0) / (T - T_0)]. \quad (20)$$

Предложены конструкции ГТЛ.

Двухкорпусная конструкция ГТЛ производительностью до 30 кг копильного препарата за цикл представлена на рис. 3. Корпус аппарата состоит из труб 5 и 6, имеющих внутренний диаметр не более 0,15 м, соединительных

патрубков 11 — верхнего и нижнего, днищ 12 (2 шт.) и фланцев 4 (2 шт.). В нижнюю крышку 3 вставляются ТЭНы 2, рассчитанные на давление более 4 МПа. В трубе 5 размещается перфорированная кассета 8 с древесиной. Расположение ТЭНов на нижней крышке аппарата обеспечивает циркуляцию воды за счет естественной конвекции. Перед началом нагрева аппарата закрывается верхняя крышка, на которой установлен электроконтактный манометр 15. На верхнем днище 12 установлены термометр 14 и предохранительный клапан 13. Рубашка охлаждения 7 с верхним и нижним штуцерами 10 охватывает трубы 5 и 6 в средней их части. Обе трубы аппарата вместе с рубашкой 7 теплоизолируются минеральной ватой (на рисунке не показано). Через рубашку 7 пропущена цапфа 9, опирающаяся на станину 1 и позволяющая наклонять аппарат при выливе копильного экстракта.

Конструкция ГТЛ производительностью до 250 кг копильного препарата за цикл представлена на рис 4. Корпус аппарата состоит из двух труб 9, внутренний диаметр которых более 0,15 м, циркуляционных труб 2 и фланцев с крышками 3 (3 шт.). На нижней крышке аппарата установлены ТЭНы 10, рассчитанные на давление более 4 МПа. В горизонтальной трубе 9 размещается перфорированная кассета 8 с древесиной. Расположение ТЭНов на нижней крышке аппарата обеспечивает циркуляцию воды за счет естественной конвекции. Перед началом нагрева аппарат герметично закрывается боковой крышкой 4. На верхней крышке аппарата установлены электроконтактный манометр 7, термометр 6 и предохранительный клапан 5. Аппарат работает без рубашки охлаждения, так как предусмотрен вылив нагретого копильного экстракта через крышку 1 в ванну с охлажденным препаратом.

Аппарат теплоизолирован минеральной ватой (на рисунке не показано).

**Четвертая глава** посвящена вопросам применения препарата "Амафил" при производстве ароматизированного масла, растворов поваренной соли в препарате и пищевых продуктов

Предложен новый способ ароматизации растительного масла, отличающийся высокой производительностью и малой энергоемкостью.



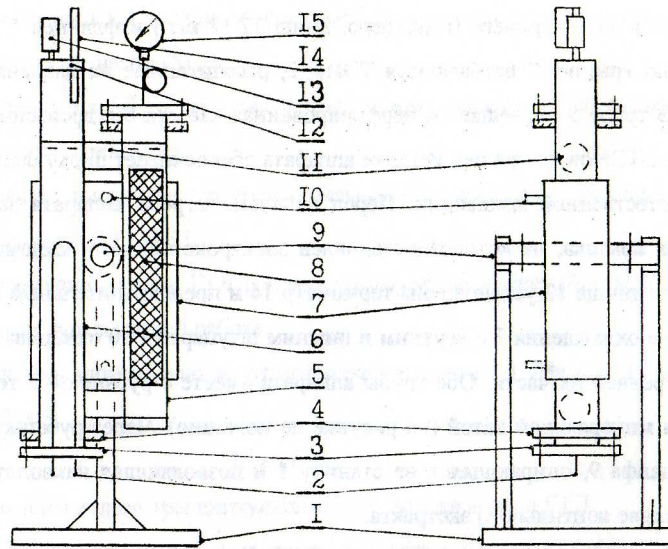


Рис.3. ГТЛ производительностью до 30 кг/цикл

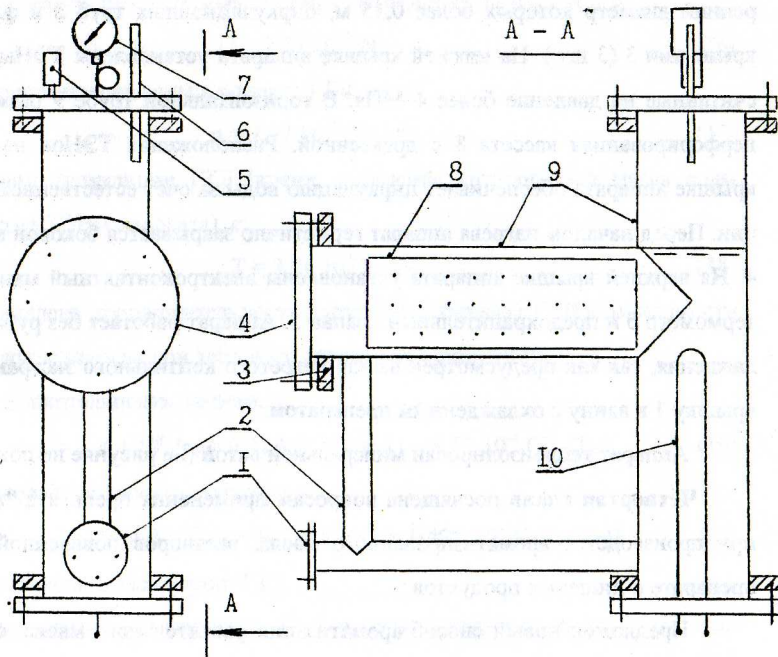


Рис.4. ГТЛ производительностью до 250 кг/цикл

К объему коптильного препарата снизу подводится масло. Поток масла проходит через перфорированную пластину с отверстиями диаметром 0,002 или 0,003 м. С поверхности пластины масло срывается в виде пузырьков и всплывает в препарате как фаза менее плотная (плотность масла –  $920 \text{ кг/м}^3$ ). Над поверхностью препарата образуется масляное пространство, из которого избыток масла поступает на отстаивание и фильтрацию. В процессе отстаивания отделяется препарат, смешавшийся с потоком масла. В процессе фильтрации масло очищается от шлама—продукта химического взаимодействия с препаратом. Очищенное масло поступает на вход насоса и вновь направляется в нижнюю часть объема коптильного препарата. Циркуляция масла через препарат продолжается до тех пор, пока содержание коптильных веществ в масле не приблизится к максимальному. При этом ароматизированное масло приобретает внешние признаки используемого коптильного препарата. При использовании препарата “Амафил” масло приобретает светлокоричневый цвет и запах чернослива.

Способ реализуется в устройстве, которое названо аппаратом — ароматизатором (рис 5). На рисунке позициями обозначены: вентили 1, 2, 3, 13, 15, 17; масляные пространства 4 и 8; перфорированная пластина 5; пузырьки масла 6; колонна с препаратом 7; бак с препаратом 9; отстойник 10; фильтр 11; отстой препарата 12; маслосборник 14; масляный насос 16.

Масло, ароматизированное коптильным препаратом “Амафил”, имеет показатели:

-массовая доля фенольных соединений, %	0,063;
-массовая доля карбонильных соединений, %	0,045;
-массовая доля кислот, %	0,093.

Определены формулы расчета базисного режима ароматизации масла.

Объем заправляемого в аппарат препарата,  $\text{м}^3$ :

$$V_n = 1,5 V_m. \quad (21)$$



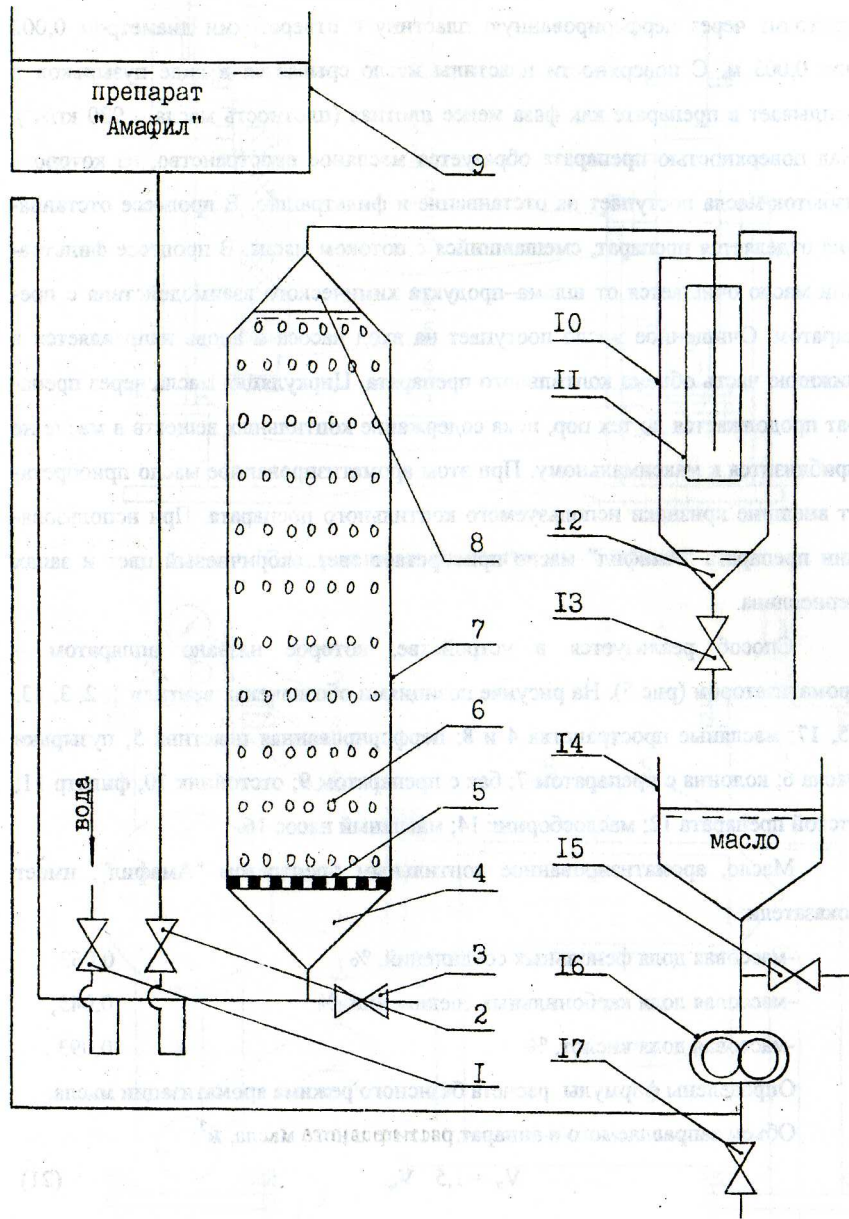


Рис.5. Аппарат-ароматизатор растительного масла

Число отверстий в перфорированной пластине, шт.:

при диаметре отверстий 0,002 м

$$Z_1 = 2 \cdot 10^6 \cdot Q; \quad (22)$$

при диаметре отверстий 0,003 м

$$Z_2 = 1,5 \cdot 10^6 \cdot Q. \quad (23)$$

Количество пузырьков масла в колонне аппарата, шт.:

при диаметре отверстия в пластине 0,002 м

$$k_1 = 4 \cdot 10^7 \cdot Q \cdot H; \quad (24)$$

при диаметре отверстий в пластине 0,003 м

$$k_2 = 3 \cdot 10^7 \cdot Q \cdot H. \quad (25)$$

Суммарный объем пузырьков масла в колонне аппарата, м<sup>3</sup>:

$$\Delta V = 10 \cdot Q \cdot H. \quad (26)$$

Суммарная площадь поверхности пузырьков масла в колонне аппарата, м<sup>2</sup>:

при диаметре отверстий в пластине 0,002 м

$$S_1 = 7,64 \cdot 10^3 \cdot Q \cdot H; \quad (27)$$

при диаметре отверстий в пластине 0,003 м

$$S_2 = 7 \cdot 10^3 \cdot Q \cdot H. \quad (28)$$

Продолжительность ароматизации масла, ч:

$$\tau = 9,45 \cdot 10^{-3} \cdot V_M / (Q \cdot H). \quad (29)$$

Внутренний минимально допустимый диаметр трубопровода масла, м:

$$d_{\min} = 0,8 \cdot \sqrt{Q}. \quad (30)$$

Мощность привода масляного насоса, Вт:

$$N_H = 14,2 \cdot 1 \cdot Q^2 / d^4. \quad (31)$$

Предложена формула для расчета солености продукта (рыбы, мяса) в таре в зависимости от начальной влажности продукта и объема заливаемого в тару насыщенного раствора поваренной соли, %:

$$c = 31,2 \cdot \omega \cdot V_p / [\omega \cdot (V - V_p) + 1,2 \cdot V_p]. \quad (32)$$



Определена концентрация поваренной соли в препарате (воде) в зависимости от насыпного объема соли, кг / м<sup>3</sup>:

$$c = 312 \cdot [1 - \exp(-0,5 \sqrt{312 \cdot Q})] \quad (33)$$

Предложена формула для расчета насыпного объема поваренной соли в зависимости от расхода препарата (воды) в аппарате – растворителе, м<sup>3</sup>:

$$V = 3,12 \cdot 10^3 \cdot Q \quad (34)$$

Предложена конструкция аппарата-растворителя поваренной соли в препарате (рис. 6). Через вентиль 6 препарат подается в аппарат. Через вентиль 1 в аппарат поступает воздух. Количество соли в аппарате поддерживается постоянным. Активная зона растворения соли располагается в месте поступления пузырьков воздуха из распределительной трубы 2. По мере растворения соли из препарата выделяются частички смолы. Эти частички вместе с пузырьками воздуха 3 поднимаются к свободной поверхности препарата, образуя слой пены 5. Пена удаляется с поверхности препарата вручную при помощи шумовочного устройства. Раствор препарата, близкий к насыщению, вытекает из патрубка 4, благодаря перепаду уровней в активной и выходной зоне аппарата.

Предложены технологии с применением копильного препарата "Амафил" при производстве: соленой рыбы в таре; провесной рыбы; печеной рыбы; пресервов с добавлением масла; консервов в желе; консервов в масле; копченого сала; сырокопченой колбасы; копченых окороков.

#### Условные обозначения

$t$  – температура, °C;  $T$  – температура, K;  $T_n$  – начальная температура, K;  $T_0$  – температура окружающей среды, K;  $m$  – масса воды в ГТЛ, кг;  $\rho$  – плотность воды при температуре  $t$ ;  $\rho_d$  – плотность сухой древесины, кг/м<sup>3</sup>;  $M$  – масса ГТЛ, кг;  $v$  – координата объема, м<sup>3</sup>;  $V$  – объем аппарата, м<sup>3</sup>;  $V_p$  – объемная доза насыщенного раствора поваренной соли в воде (препарате), м<sup>3</sup>;  $V_m$  – объем масла в аппарате-ароматизаторе, м<sup>3</sup>;  $\omega$  – влажность древесины, начальная влажность продукта, кг/кг;  $N$  – мощность ТЭНа, Вт;  $D$  – внутренний диаметр корпуса ГТЛ, м;  $Q$  – производительность масляного насоса, расход воды через слой поваренной соли, м<sup>3</sup>/с;  $H$  – высота объема препарата в колонне аппарата-ароматизатора, м;  $l$  – длина трубопровода масла, м;  $d$  – внутренний диаметр трубопровода, м.

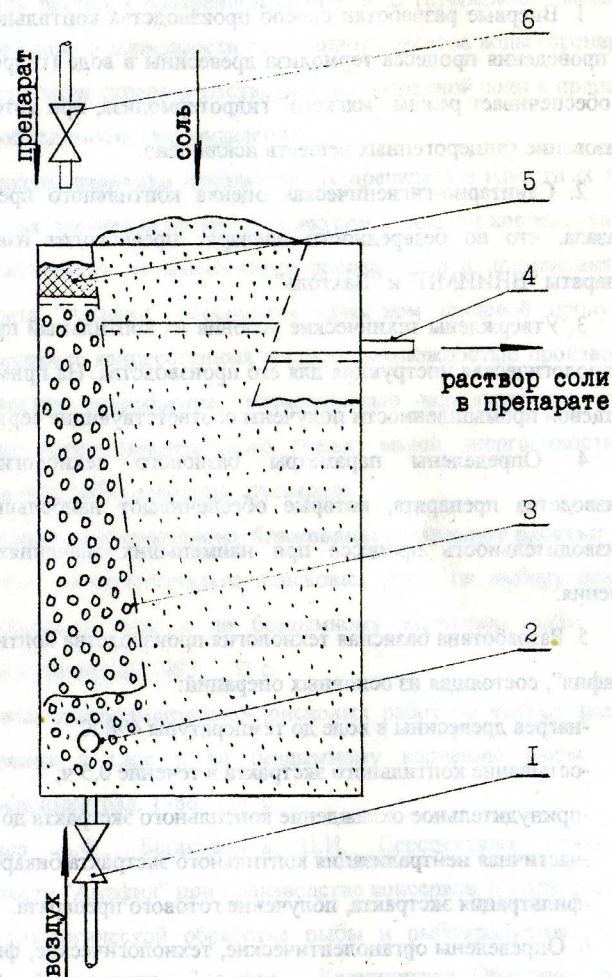


Рис. 6. Аппарат-растворитель поваренной соли в препарате



## ВЫВОДЫ

1. Впервые разработан способ производства коптильного препарата путем проведения процесса термоллиза древесины в воде (гидротермоллиза). Способ обеспечивает режим "мягкого" гидротермоллиза, при котором интенсивное образование канцерогенных веществ исключено.

2. Санитарно-гигиеническая оценка коптильного препарата "Амафил" показала, что по безвредности препарат превосходит известные в стране препараты "ВНИИМП" и "Вахтоль".

3. Утверждены технические условия на коптильный препарат "Амафил" и технологическая инструкция для его производства. На применение препарата в пищевой промышленности получены соответствующие сертификаты.

4. Определены параметры базисного технологического режима производства препарата, которые обеспечивают наибольшую циклическую производительность процесса при наименьших значениях температуры и давления.

5. Разработана базисная технология производства коптильного препарата "Амафил", состоящая из основных операций:

- нагрев древесины в воде до температуры 498 К;
- остывание коптильного экстракта в течение 0,5 ч;
- принудительное охлаждение коптильного экстракта до 293 К;
- частичная нейтрализация коптильного экстракта бикарбонатом натрия;
- фильтрация экстракта, получение готового препарата.

6. Определены органолептические, технологические, физико-химические и экономические показатели препарата.

7. Определены формулы для конструктивного расчета гидротермоллизатора (ГТЛ) – аппарата, реализующего процесс термоллиза древесины в воде. Предложена методика расчета ГТЛ. Предложены конструкции ГТЛ.

8. Предложен новый способ ароматизации растительного масла, отличающийся высокой производительностью и малой энергоемкостью. Предложена принципиальная схема аппарата-ароматизатора. Предложена методика расчета.

9. Определены формулы: солености продукта в зависимости от объема заливаемого в тару раствора поваренной соли в воде (препарате); насыпного объема поваренной соли в зависимости от заданного расхода воды (препарата). Предложена конструкция аппарата-растворителя поваренной соли в препарате, учитывающая необходимость смолоудаления.

10. Предложены варианты использования препарата в известных пищевых технологиях для получения продукта со вкусом и запахом копчености.

11. Перспективность промышленного производства и применения коптильного препарата "Амафил" обоснована качеством пищевой продукции, отсутствием в препарате канцерогенных веществ, возможностью производства препарата на местах потребления, возможностью использования вместо древесины других видов растительного сырья, малой энергоемкостью и, следовательно, низкой себестоимостью препарата.

### По содержанию диссертации опубликованы следующие работы:

1. Результаты экспериментально-поисковых работ по выбору режимов вяления и копчения в слое и по бездымному копчению рыбы. Отчет Техрыбпрома. – Калининград, 1985. – 51 с.

2. Результаты экспериментально-поисковых работ по выбору режимов вяления и копчения в слое и по бездымному копчению рыбы. Отчет Техрыбпрома. – Калининград, 1986. – 90 с.

3. Ильичев А.Ф., Багаутдинов И.И. Перспективы применения коптильной жидкости "Амафил" при производстве консервов. // Пути экономии ресурсов при технологической обработке рыбы и рыбопродуктов. Научн.-техн. конф., 1987 – Калининград. Тез. докл. – Калининград: Областное правление НТО пищевой пром., 1987. – С. 52.

4. АС 1386140 (СССР). Способ получения коптильной жидкости. / Ершов А.М., Ильичев А.Ф., Кравцов А.Д., Поротиков А.Г. – Опубл. в БИ, 1988, №13.

5. АС 1701234 (СССР). Способ получения коптильной жидкости. / Ильичев А.Ф., Останина Н.В. – Опубл. в БИ, 1991, № 48.



5. АС 1701234 (СССР). Способ получения копильной жидкости.  
/ Ильичев А.Ф., Останина Н.В. – Опубл. в БИ, 1991, № 48.

6. Лисовая В.П., Напалкова Л.А., Карелов А.В., Ильичев А.Ф. О возможностях использования копильного препарата “Амафил” при производстве малосолёных рыбных пресервов. // Технология деликатесных малосолёных пресервов и копченой рыбы. Тр. АтлантНИРО, 1991. –С. 101 -109.

7. Ильичев А.Ф., Горлатов А.С. Технология и техника получения копильной жидкости “Амафил”. Сб. научн. тр. КТИРПиХ “Совершенствование процессов, машин и аппаратов рыбообработывающих производств”, 1992. –С. 17-22.

8. Ильичев А.Ф., Бохан В.Н., Козарович Н.В. Технологические особенности натурального жидкого копильного препарата “Амафил” // Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России. 2-я обл. научн.-практ. конф. 4 – 7 июня 1996 г. Секция 3,8. Тез. докл. - Калининград, 1996. – С. 4.

9. Бохан В.Н., Ильичев А.Ф. Ноосферные технологии производства копильного препарата “Амафил” // Повышение эффективности оборудования пищевых производств: Сб. науч. тр. КГТУ. - Калининград, 1996. – С.102 – 104.

10. Ильичев А.Ф. Технология производства и применения копильного препарата “Амафил” // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф, посвященной 40-летию пребывания университета на Калининградской земле и 85-летию рыбохозяйственного образования в России. – Калининград, 1998. – С. 73.

*Ильичев*

Подписано к печати 14.04.99

Заказ 414 . Тираж 100 экз. Объем 1,0 уч.-изд.л.

УОП КГТУ

236000. Калининград, Советский проспект, 1