

Автор ерр.
В 36

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ВЕРХИВКЕР Яков Григорьевич

УДК 664.8.036.5

ПАРОКОНТАКТНЫЙ НАГРЕВ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ
В СТЕКЛЯННОЙ ТАРЕ, КАК СПОСОБ ИНТЕНСИ-
ФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ

— Специальность 05.18.12 — процессы и аппараты пищевых
производств

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Одесса - 1983

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте продуктов детского питания и систем управления агропромышленными комплексами консервной промышленности и во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной и овощесушильной промышленности

Научный руководитель - доктор технических наук,
старший научный сотрудник
РОГАЧЕВ В.И.

Официальные оппоненты -- доктор технических наук,
профессор АМИНОВ М.С.,
- кандидат технических наук
ТИТОВА А.А.

Ведущее предприятие: Одесский ордена "Знак Почета" опытный консервный завод им.В.И.Ленина.

Защита состоится "3" июня 1983 г. в 13 час.
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одес-
ском технологическом институте пищевой промышленности имени
М.В.Ломоносова, 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "26" апреля 1983 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

А.Ф.Загибалов

ОНАХТ 04.07.11

Пароконтактный нагре



v014340

М

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Поставленная XXVI съездом КПСС и Продовольственной программой СССР на период до 1990 г. задача увеличения темпов развития производства готовых к употреблению продуктов, повышения качества продукции и внедрения непрерывных схем и интенсифицированных режимов производства требует разработки новых технических решений и изменения существующей технологии производства консервов.

Трудоемким и длительным процессом при производстве консервированных продуктов является стерилизация (пастеризация). Низкая начальная температура плодовоовощных продуктов гетерогенного состава (компоты, маринады и т.п.) приводит к развитию в банках с такими продуктами при их нагревании значительного давления, что не позволяет стерилизовать их в аппаратах без дополнительного давления.

Цель диссертации состояла в исследовании и обосновании технологических параметров пароконтактного нагрева плодов и овощей в таре, как способа, позволяющего вырабатывать плодовоовощные консервы гетерогенного состава на современном технологическом оборудовании - пастеризаторах непрерывного действия открытого типа.

Для осуществления этой цели было намечено решить следующие задачи: изучить факторы, влияющие на интенсивность повышения начальной температуры гетерогенных консервов и выбрать из них наиболее эффективные; определить тепловые характеристики пароконтактного нагрева плодов в таре; исследовать влияние такого способа нагрева на свойства стеклянной консервной тары, а также на микробиологическую обсемененность консервов и их качественные показатели; разработать режимы пастеризации плодовоовощных консервов гетероген-

Перечислет 19/8/84

Всероссийский технологический институт пищевой промышленности им. А. С. Лежневского
№ 014340

ного состава применительно к пастеризаторам непрерывного действия; разработать исходные требования на серийное проектирование аппарата для реализации способа пароконтактного нагрева и создать его экспериментальный образец; определить величину экономического эффекта от внедрения аппарата в народное хозяйство.

Объектами исследования являлись огурцы консервированные, компоты из вишен, слив, яблок и черешен в стеклянной таре типа I с диаметром венчика горловины 82 мм и емкостью от 0,5 до 3,0 литра. Исследования проводились в лабораториях ВНИИКИ "Консервпромкомплекс" и на Григориопольском консервном заводе.

Необходимая для работы информация была получена из отечественной и зарубежной научно-технической литературы, патентных и справочных материалов.

Н а у ч н а я новизна результатов исследований. На основе сравнительного анализа существующих технических решений показано, что наиболее эффективным способом повышения начальной температуры компотов и маринадов перед пастеризацией является пароконтактный нагрев плодов и овощей в таре. С помощью экспериментально-статистических методов исследованы тепловые характеристики этого способа и получены уравнения, описывающие закономерности прогрета плодов и овощей в среде насыщенного водяного пара. Определены теплофизические характеристики плодоовощного сырья. Исследовано влияние насыщенного водяного пара на термостойкость стеклянной консервной тары. Определены математические зависимости величин давления и вакуума, возникающих в банках с консервами, от условий фасовки продуктов, длительности пароконтактного нагрева и условий тепловой обработки.

П р а к т и ч е с к а я ценность работы. Предложены режимы тепловой обработки ряда плодоовощных консервов гетерогенного состава применительно к пастеризаторам непрерывного действия открытого типа. На базе рекомендаций работы создана техническая доку-

ментация на необходимое оборудование и осуществлено внедрение его в промышленность, при этом расчетный годовой экономический эффект от одного аппарата составляет 14,8 тыс.рублей. Оригинальность предложенных в работе решений подтверждается пятью авторскими свидетельствами на изобретения.

А п р о б а ц и я работы. Основные положения работы доложены на Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации продуктов (Одесса, 1975 г.), Республиканской конференции молодых ученых по химии и технологии растительного сырья, посвященной 60-летию советской пищевой промышленности (Тбилиси, 1977 г.), Республиканской научной конференции молодых ученых по вопросам пищевой промышленности, посвященной 110-летию со дня рождения В.И.Ленина (Тбилиси, 1980 г.), Заседании секции "Разработка новых методов консервирования пищевых продуктов" Научного совета по проблеме "Интенсификация биохимических и физических процессов производства, повышение пищевой полноценности продуктов питания" Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике (Москва, 1980 г.), Всесоюзной конференции по вопросам теории и практики пастеризации и стерилизации пищевых продуктов (Махачкала, 1981 г.), Республиканской научной конференции молодых ученых по актуальным проблемам пищевой промышленности II-й пятилетки, посвященной 60-летию Советской Грузии (Тбилиси, 1981 г.).

С т р у к т у р а и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы, содержащего 150 источников (в том числе 26 иностранных) и приложений.

Работа изложена на 143 страницах машинописного текста и содержит 44 рисунка и 21 таблицу. В приложении приведены исходные требования на проектирование серийного образца "Аппарата для на-

грева плодов в таре", акт производственной проверки опытного образца аппарата, документация проверки разработанных режимов пастеризации консервов, документация о внедрении аппарата в народное хозяйство, расчет экономической эффективности аппарата.

На защиту выносятся результаты исследования процесса пароконтактного нагрева плодов и овощей в стеклянной консервной таре, позволяющего вырабатывать компоты и маринады в пастеризаторах непрерывного действия открытого типа; результаты определения зависимостей величин давления и вакуума в консервах от условий фасовки и тепловой обработки; аппаратурное решение указанного процесса нагрева.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эффективность разработанного способа изучалась на лабораторном стенде и в производственных условиях на экспериментальном образце аппарата. Стенд состоял из паровой камеры, парогенератора, блока измерительных приборов и пульта управления. Тепловые измерения проводились хромель-копелевыми термопарами. Банка с плодами помещалась в паровую камеру и в ее полость подавался через сопло насыщенный водяной пар. Скорость перемещения пароподающего сопла могла варьироваться, что соответствовало изменению производительности промышленного аппарата.

Изучение влияния пароконтактного нагрева на термостойкость стеклянных банок проводили при помощи шлейфового осциллографа Н-700.

Разработка интенсифицированных режимов пастеризации консервов проводилась в соответствии с "Положением о разработке режимов пастеризации плодово-ягодных консервов в аппаратах непрерывного действия".

Апробация процесса в промышленных условиях осуществлялась на экспериментальном образце аппарата, установленном на Григо - риопольском консервном заводе. Аппарат работал в комплексе с пастеризационной установкой непрерывного действия А9 КСЖ.

Сравнительная оценка качества консервов проводилась по следующим показателям: содержанию сухих веществ, сахаров (общего количества и инвертного), витаминов С и В₁, растворимого и нерастворимого пектина, дубильных веществ; величине титруемой кислотности; величине оптической плотности растворов; содержанию воздуха в плодах; величине пластической прочности плодов; органо - лептическим свойствам.

Проводилось также микробиологическое исследование влияния пароконтактного нагрева на величину общей обсемененности продукта.

Результаты опытов обрабатывались на ЭЦВМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

I. Обоснование и экспериментальное исследование процесса пароконтактного нагрева плодов и овощей в стеклянной консервной таре

Основным процессом при производстве консервированных продуктов является стерилизация (пастеризация). В работе рассмотрены наиболее распространенные способы этого процесса и показано, что практически лишь тепловая стерилизация приемлема для инактивации микрофлоры компотов и маринадов (работы Б.Л.Флауменбаума, В.И.Рогачева, Ф.И.Когана и др.). Исследовавшиеся в работе продукты могут подвергаться тепловой обработке при температуре ниже 100°С. В связи с этим появляется возможность наладить выпуск консервов из них, используя пастеризаторы непрерывного действия без применения дополнительного давления, что значительно уменьшит затраты на производство.

Однако простому переходу к пастеризаторам непрерывного действия открытого типа при выработке компотов и маринадов препятствует то обстоятельство, что ввиду низкой начальной температуры продуктов возникает опасность нарушения герметичности банок с продуктом при проведении тепловой обработки консервов. Избежать этого можно двумя путями: эксгаустированием продуктов перед укупоркой тары; повышением начальной температуры продуктов.

Удаление воздуха из гетерогенных плодовоовощных продуктов, особенно из их твердой фазы, довольно затруднительно и требует длительного времени. Более простым является путь повышения начальной температуры продуктов перед проведением тепловой обработки.

В практике консервирования известны приемы повышения начальной температуры плодовоовощных продуктов гетерогенного состава, однако все они имеют те или иные недостатки.

На основе патентно-информационного исследования показано, что в случае производства компотов и маринадов в стеклянной консервной таре наиболее приемлем способ повышения начальной температуры продукта - пароконтактный нагрев плодов и овощей в таре, предложенный Ф.И.Коганом. Сущность способа состоит в следующем. Подготовленные для консервирования плоды или овощи укладывают в подготовленную для расфасовки тару и перед заливкой жидкой фазы осуществляют их нагрев конденсирующимся насыщенным водяным паром при температуре не выше 100°C . Подачу пара в банки производят с помощью сопел через горло банки. Это предопределило выбранное направление исследований, проведенных в настоящей диссертационной работе.

Определение тепловых характеристик пароконтактного нагрева плодов в таре. Для оценки эффективности теплового процесса устанавливалась зависимость среднеобъемной температуры гетероген-

ного продукта \bar{T} от длительности обработки плодов в таре насыщенным водяным паром ζ_n , размера тары, температуры жидкой фазы T_3 и размера плодов $D_{опр}$.

Из-за сложности критериального описания процесса пароконтактного нагрева было выполнено экспериментальное исследование изменения величины \bar{T} для выбранных видов консервированных продуктов в среде насыщенного водяного пара.

Прогреваемость единичных плодов. Для исследования прогреваемости единичных плодов и овощей в среде насыщенного водяного пара использовали образцы слив сортов "Ренклюд" и "Венгерка", огурцов, черешен и вишен. Для сравнения прогреваемости различных плодов экспериментальные данные обрабатывались в виде зависимости темпа нагрева образцов (m) от величины определяющего размера ($D_{опр}$). Полученные кривые представлены на рис. I. За определяющий размер принимался для сферических плодов (слива сорта "Ренклюд", черешня и вишня) диаметр образцов, а для эллипсоидных плодов (слива сорта "Венгерка", огурцы) - диаметр сферы, равновеликой по площади наружной поверхности образцов. Полученные зависимости позволили, используя метод регулярного теплового режима нагрева тел, определить значения коэффициентов температуропроводности образцов исследованных плодов для среднестатистических значений величины определяющего размера. Полученные данные приведены в табл. I.

Таблица I

Плоды	Определяющий размер, $D_{опр} \cdot 10^3, \text{м}$	Коэффициент температуропроводности, $a \cdot 10^6, \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$
Сливы :		
сорт "Венгерка"	27,9	0,139
сорт "Ренклюд"	34,5	0,079
Вишни	18,8	0,115
Черешни	20,3	0,093
Огурцы	51,6	0,162

Для объективной оценки правильности найденных коэффициентов температуропроводности нами был разработан способ определения теплофизических свойств материалов (а.с. СССР № 744298), базирующийся на отличных от методов регулярного теплового режима зависимостях. Полученные в результате экспериментов данные показали полную сходимость с данными таблицы I.

С практической точки зрения более важно, однако, знать прогреваемость в среде насыщенного водяного пара не единичного плода, а плодов, заполнивших банку.

На рис.2 приведены экспериментальные данные изменения среднеобъемной температуры слоя плодов (сливы сортов "Ренклюд" и "Венгерка", черешни и вишни) в стеклянной консервной банке I-82-I000 в зависимости от продолжительности вдувания насыщенного водяного пара. Кривые приведены для случая, когда в банку помещено заданное технологической инструкцией количество плодов (сливы - 0,673 кг, черешни - 0,716 кг, вишни - 0,693 кг).

Во всех случаях наблюдалось заметное увеличение среднеобъемной температуры слоя плодов, причем воздействие вдува пара ощущается уже начиная с десятой секунды. Сравнивая результаты экспериментов с данными В.И.Перепеки (ОТИХП), полученными при прогреве слоя плодов циркулирующим сиропом, можно отметить, что пароконтактный нагрев имеет преимущества даже при высоких значениях температуры циркулирующего через банку с плодами сиропа ($102 \pm 108^{\circ}\text{C}$) при таком способе интенсификации подвода тепла (рис.3).

Исследуя зависимости прогрева слоя плодов в среде насыщенного водяного пара, нами было отмечено то обстоятельство, что темп прогрева плодов зависит от способа укладки плодов в банке и от размеров отдельных плодов. В связи с этим были поставлены эксперименты по выявлению явного вида таких зависимостей. За характеристику способа укладки плодов в банке была принята вели-

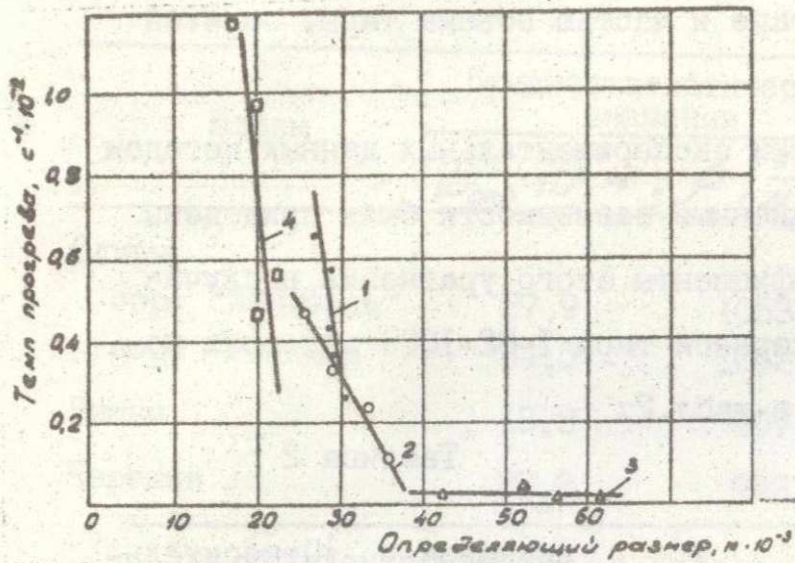


Рис.1. Зависимость темпа прогрева от величины определяющего размера единичного плода:
 1- слива сорта "Ренклюд";
 2- слива сорта "Венгерка";
 3- огурцы; 4- черешня, вишня.

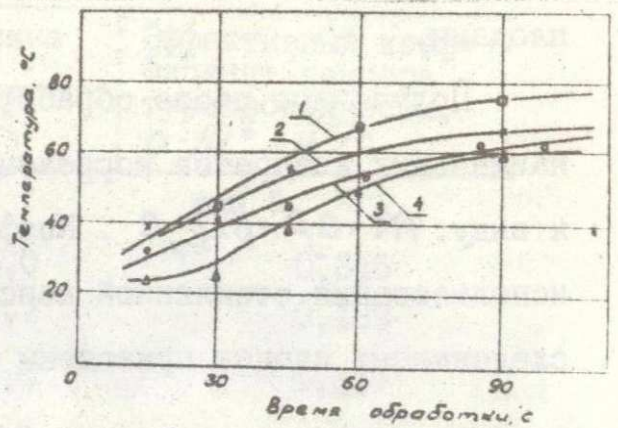


Рис.2. Прогреваемость плодов в среде насыщенного водяного пара, уложенных в тару I-82-I000:
 1- вишня;
 2- слива сорта "Венгерка";
 3- слива сорта "Ренклюд";
 4- черешня.

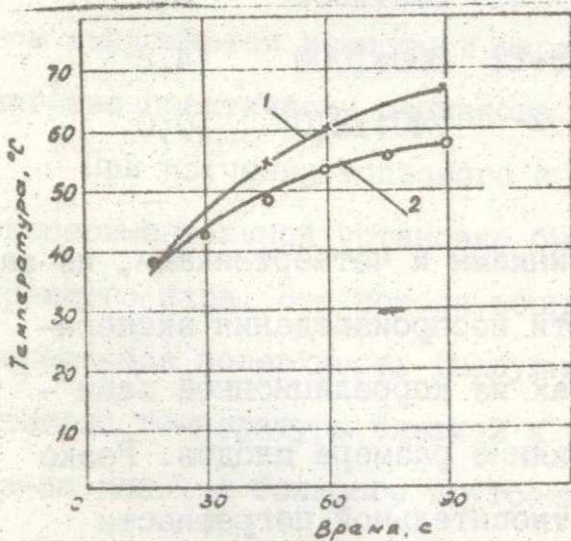


Рис.3. Прогреваемость сливы сорта "Ренклюд":
 1- пароконтактный нагрев;
 2- нагрев прокачиваемым сиропом при $T_3 = 102 + 108^{\circ}\text{C}$

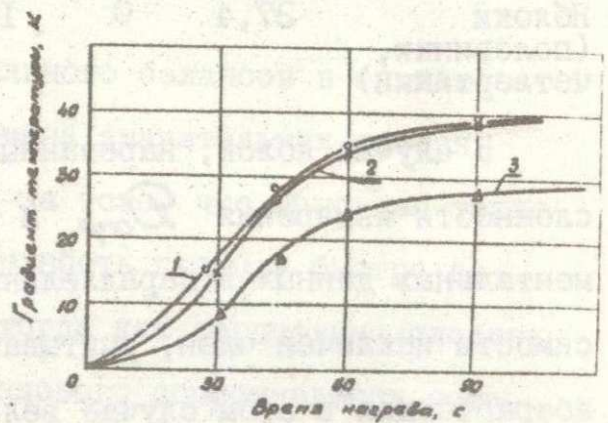


Рис.4. Влияние размера тары на эффективность пароконтактного нагрева плодов:
 1- стеклянная тара I-82-500;
 2- I-82-I000; 3 - I-82-3000.

чина насыпной плотности плодов ρ , определяемая как соотношение между массой плодов в таре и частью объема тары, занятой плодами.

Полученные после обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов корреляционные зависимости были приведены к виду: $m = a\rho^2 + bD_{опр} + c$. Коэффициенты этого уравнения в случае использования стеклянной консервной тары I-82-I000 для всех исследованных плодов приведены в табл.2.

Таблица 2

Плоды	$a \cdot 10^9$	b	$c \cdot 10^3$	Диапазон изменения		Относительная погрешность уравнений, %
				$D_{опр} \cdot 10^3$	$\rho, \frac{кг}{м^3}$	
Сливы						
сорт "Венгерка"	0,2	1,3	0,7	27÷40	1000÷1150	3,2
сорт "Ренклюд"	0,03	0,41	-11,3	30÷38	1000÷1150	5,4
Вишни	4,0	3,15	13,8	17÷21	800÷1000	3,5
Черешни	3,3	-3,26	73,3	18,5÷22	800÷1000	4,3
Яблоки (половинки, четвертинки)	37,4	0	18,8	-	740÷1210	10,0

В случае яблок, нарезанных половинками и четвертинками, из-за сложности измерения $D_{опр}$ и трудности воспроизведения экспериментальных данных в параллельных опытах из корреляционной зависимости исключен член, учитывающий влияние размера плодов. Резко возрастающая в этом случае величина относительной погрешности вычислений очевидно связана именно с этим обстоятельством.

Используя результаты экспериментов на модельных телах, были определены эффективные значения коэффициента температуропроводности плодов при среднестатистических значениях $D_{опр}$ и ρ . Полученные данные расчетов сведены в табл.3.

Таблица 3

Плоды	Среднестатистические значения		Эффективный коэффициент темпера- туропроводности, $\alpha \cdot 10^5, \text{ м}^2/\text{с}$
	$D_{\text{ср}} \cdot 10^3, \text{ м}$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	
Сливы			
сорт "Венгерка"	27,9	1053,0	0,345
сорт "Ренклюд"	34,5	1062,7	0,139
Вишни	18,8	907,0	0,117
Черешни	20,3	902,5	0,169

Для выявления влияния размера тары на эффективность процесса пароконтактного нагрева была поставлена серия опытов со сливами сорта "Ренклюд", уложенными в стеклянные банки I-82-500, I-82-1000 и I-82-3000. Как видно из рис.4, разница в достигаемом эффекте ощутима лишь при большом различии размеров используемой тары. Для тех же банок (I-82-500 и I-82-1000), в которых в основном выпускаются компоты и маринады, эффективность пароконтактного нагрева практически одинакова.

При изучении теплового и материального балансов в опытах на экспериментальной установке была отмечена значительная потеря греющего пара. Эта потеря возникла из-за того, что основная теплопередающая поверхность (наружная поверхность плодов) быстро достигала температуры близкой к 100°C , тогда как сердцевина плодов из-за наличия большого внутреннего теплового сопротивления оставалась холодной. Это привело к необходимости несколько модифицировать способ пароконтактного нагрева плодов в таре, сделав его импульсным.

Импульсный способ пароконтактного нагрева заключается в следующем. Периоды активного подогрева плодов, то есть периоды непосредственного вдува пара в полость банки, чередуются с периодами инерционного подогрева, когда вдув пара прекращается, а прогрев

плодов происходит за счет тепла, аккумулированного системой "банка-плоды". Этим достигается значительно более равномерный прогрев плодов по всему объему банки. При проведении экспериментов с применением импульсного пароконтактного нагрева в качестве объекта исследования использовались яблоки, нарезанные половинками и четвертинками, уложенные в банку I-82-1000 (рис. 5, 6 и 7). Кривые на каждом из этих рисунков отличаются друг от друга значением коэффициента импульсности нагрева φ , под которым понимается отношение времени активного подогрева к суммарному времени процесса пароконтактного нагрева. Абсолютные значения длительности периода активного подогрева за один цикл (τ_n) составляли 15, 30 и 45 секунд. Анализируя полученные зависимости, можно отметить, что для достижения какого-нибудь, наперед заданного, значения среднеобъемной температуры плодов, уложенных в банку, существует такой диапазон изменения величины φ , в пределах которого длительность активного подогрева меньше, чем необходимое время при непрерывном пароконтактном нагреве плодов. В связи с этим методом "базовой точки" нами была решена оптимизационная задача, которая показала в каких случаях экономически целесообразно использовать импульсный способ пароконтактного нагрева плодов в таре. Как это следует из приведенного на рис. 8 графика, положительный эффект (экономия затрат по сравнению с непрерывным вдувом пара в банку с плодами Δ) резко возрастает с увеличением достигаемого значения среднеобъемной температуры плодов, что согласуется с результатами экспериментов.

Исследование влияния пароконтактного нагрева на термостойкость стеклянной консервной тары. Используя известные из литературных источников соотношения по измеренным величинам температурных перепадов между внутренней и наружной поверхностями стеклянной консервной тары (ΔT), нами были рассчитаны значения

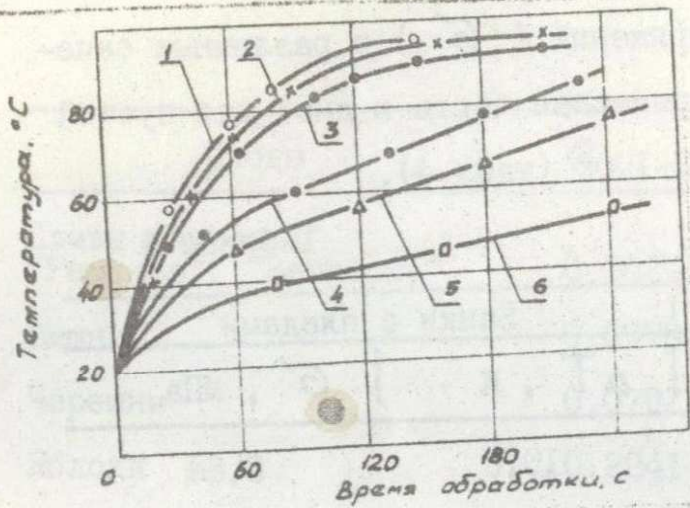


Рис.5. Импульсный нагрев плодов
 $\tau_n = 15$ с.

- 1- Коэффициент импульсности нагрева $\psi = 1$;
 2- $\psi = 0,75$; 3- $\psi = 0,5$;
 4- $\psi = 0,33$; 5- $\psi = 0,25$;
 6- $\psi = 0,19$.

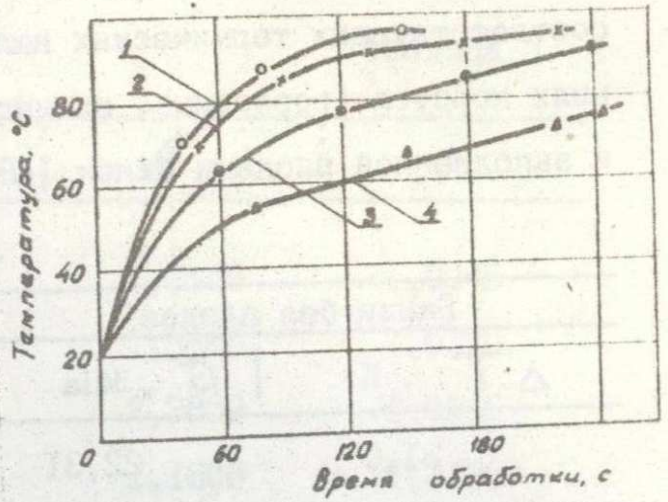


Рис.6. Импульсный нагрев плодов
 $\tau_n = 30$ с.

- 1- Коэффициент импульсности нагрева $\psi = 1$;
 2- $\psi = 0,67$; 3- $\psi = 0,5$;
 4- $\psi = 0,4$.

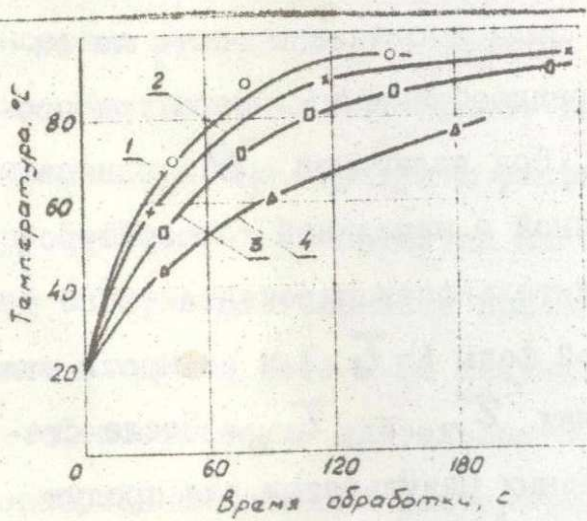


Рис.7 Импульсный нагрев плодов
 $\tau_n = 45$ с.

- 1- Коэффициент импульсности нагрева $\psi = 1$;
 2- $\psi = 0,75$; 3- $\psi = 0,6$;
 4- $\psi = 0,5$.

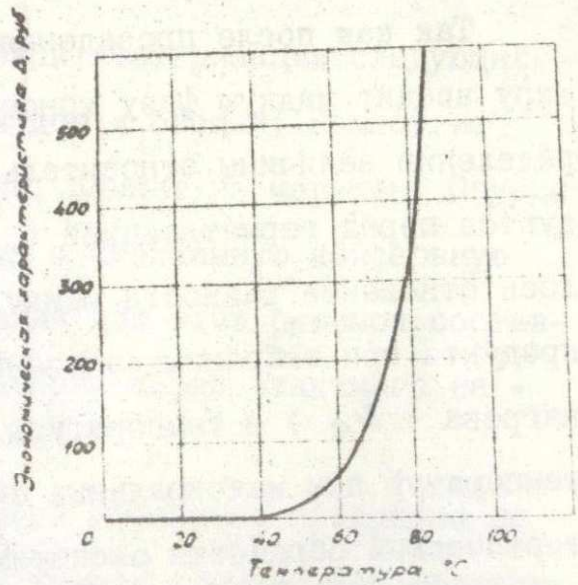


Рис.8. Зависимость экономической характеристики Δ от величины среднеобъемной температуры продукта при $\psi = 0,75 \div 0,77$.

соответствующих термических напряжений (σ) в различных сечениях корпуса (горловина, цилиндрическая часть и дно) для пустой и заполненной плодами банок I-82-I000 (табл.4).

Таблица 4

Банки без плодов		Банки с плодами	
ΔT , К	σ , МПа	ΔT , К	σ , МПа
31,0	22,31	10,0	8,64
33,0	23,75	12,0	9,00
35,0	25,19	13,0	10,10

Сравнение полученных величин термического напряжения с предельно допустимыми (для банки I-82-I000 $\sigma_{\text{пред}} = 12,2$ МПа) показывает, что в случае пароконтактного нагрева плодов в таре можно не опасаться термического боя стекла.

Так как после проведения пароконтактного нагрева плодов в тару вводят жидкую фазу консервов, были поставлены опыты по определению величины относительной среднеобъемной температуры продуктов перед герметизацией (θ). Под величиной θ понималось отношение разности между конечной и начальной температурой продукта при выбранных значениях длительности пароконтактного нагрева (τ_n) и температуры жидкой фазы (T_3) к разности этих температур при максимальных значениях τ_n и T_3 . После статистической обработки экспериментальных результатов для продуктов, помещенных в банки I-82-I000, были получены следующие корреляционные зависимости в виде $\theta = a b^{\tau_n} c^{T_3}$, при $0 \leq \tau_n \leq 120$ с и $70 \leq T_3 \leq 95$ °C. Коэффициенты a, b, c этого уравнения для всех исследованных плодов приведены в табл.5.

Для удобства вычислений величину τ_n следует подставлять в полученные зависимости в минутах. Относительная погрешность расчетов по приведенным уравнениям составляет $2 \div 4\%$.

Таблица 5

Плоды	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Сливы сортов "Ренклюд", "Венгерка"	0,0629	1,4549	1,0245
Вишни	0,0970	1,5680	1,0170
Черешни	0,0792	2,3859	1,0130
Яблоки	0,2241	1,1806	1,0130
Огурцы	0,1170	1,7000	1,0110

Полученные уравнения полностью характеризуют процесс парожидкостноконтактного нагрева и позволяют разрабатывать интенсифицированные режимы тепловой обработки консервов.

2. Разработка режимов непрерывной пастеризации консервов

Были разработаны режимы непрерывной пастеризации следующих консервов гетерогенного состава из плодов и овощей: Компот из слив, Компот из яблок, Компот из вишен, Компот из черешен; Огурцы консервированные. Продукты расфасованы в стеклянную консервную тару I-82-1000. Температура пастеризации для этих режимов составляет 95°C, а длительность предварительного пароконтактного нагрева плодов в таре - 60 секунд.

Сопоставление длительности тепловой обработки продуктов по разработанным режимам пастеризации (с учетом времени пароконтактного нагрева) с продолжительностью тепловой обработки этих консервов по действующим автоклавным режимам показало, что даже без учета времени загрузки и разгрузки автоклавных корзин разработанные режимы непрерывной пастеризации на 20 + 25% короче.

Исследовано также влияние пароконтактного нагрева плодов в таре на величины давления и вакуума, возникающие в консервах при тепловой обработке, а также на качественные показатели консервов и микробиологическую обсемененность продуктов.

Одесский технологический институт
 Библиотека

№ 1014390

Показано, что разработанные режимы могут быть надежно реализованы в пастеризаторах открытого типа без нарушения герметичности банок, обеспечивая выпуск компотов и маринадов по качеству, не уступающих консервам, выработанным по действующим режимам в автоклавах.

3. Результаты внедрения рекомендаций работы в промышленность

Некоторые из разработанных режимов непрерывной пастеризации (для "Компота из слив" и "Компота из яблок") были апробированы в производственных условиях на Григориопольском консервном заводе с использованием экспериментального образца аппарата для нагрева плодов в таре. Химические, органолептические и микробиологические анализы готовых консервов показали их хорошее качество.

Материалы конструкторской разработки экспериментального образца аппарата для пароконтактного нагрева плодов в таре использованы при проектировании Молдгипропищепромом и Кишиневским филиалом проектного института Центросоюза.

В работах научно-производственной лаборатории НИ АПО "Варница" при изучении физико-механических свойств сырья для консервного производства использовалось устройство для определения теплофизических свойств плодов и овощей, базирующееся на способе их определения по а.с. СССР № 744298.

Согласно приведенному в работе расчету, ожидаемый экономический эффект от внедрения в промышленность одного аппарата для пароконтактного нагрева плодов и овощей в таре составляет 14800 рублей в год при производительность технологической линии 12,4 туб/час или 500 руб/муб.

В Н В О Д Ы

1. Впервые исследован и апробирован на практике способ повышения перед пастеризацией начальной температуры плодоовощных консервов гетерогенного состава (компотов, маринадов) - пароконтактный нагрев плодов и овощей в таре, осуществляемый путем вдувания насыщенного водяного пара в полость банки с плодами до введения в нее жидкой фазы продукта.

2. Исследования температурных изменений слив, черешен, вишен и огурцов, помещенных в консервную тару и нагреваемых в среде насыщенного водяного пара при атмосферном давлении, позволили получить основные зависимости процесса пароконтактного нагрева. Для единичных плодов темп нагрева является функцией величины определяющего размера, а для плодов, уложенных в тару, - величины определяющего размера и насыпной плотности. Определены эффективные значения теплофизических свойств изучавшихся видов сырья для среднестатистических значений величин $D_{опр}$ и ρ .

Разработан способ определения теплофизических свойств материалов (а.с. СССР № 744298), базирующийся на принципе постоянства плотности теплового потока на поверхности исследуемого образца. Экспериментальные значения теплофизических свойств плодов хорошо совпадают с расчетными данными.

3. Предложен импульсный способ пароконтактного нагрева, заключающийся в чередовании периодов активного нагрева плодов в таре насыщенным водяным паром с периодами инерционного нагрева за счет тепла, аккумулированного системой "банка-плоды". Изучены закономерности такого способа подвода тепла.

На основе решения оптимизационной задачи показано, что экономичность импульсного способа пароконтактного нагрева, благодаря снижению потерь пара, резко возрастает с увеличением среднеобъемной температуры плодов.

4. Исследования термостойкости стеклянной консервной тары (I-82-1000) с использованием осциллографирования показали, что при пароконтактном нагреве заполненной плодами банки величина термических напряжений, возникающих в ее корпусе, в $1,2 \div 1,4$ раза меньше предельно допустимого значения.

5. Для всех изученных продуктов построены степенные корреляционные зависимости относительной среднеобъемной температуры консервов перед герметизацией банок от длительности пароконтактного нагрева τ_n и температуры добавляемой жидкой фазы T_3 , имеющие следующий вид: $\theta = a \tau_n^b c T_3^d$. Относительная погрешность расчетов по этим зависимостям составляет $2 \div 4\%$.

6. Исследовано влияние пароконтактного нагрева плодов в таре на величины давления и вакуума, развивающихся в консервах, и построены уравнения регрессии, имеющие вид: $P = a(\tau_n \bar{T})^2 - b$. При использовании пароконтактного нагрева плодов в таре давление, развивающееся в банке с продуктом при пастеризации по разработанным режимам, не превышает 52 кПа, что в 1,4 раза меньше прочности укупорки банок крышками СКС-83. Таким образом, исключается опасность нарушения герметичности консервов при пастеризации в аппаратах открытого типа.

7. При пароконтактном нагреве плодов в таре органолептические и качественные показатели готовой продукции соответствуют требованиям нормативно-технической документации на исследованные консервы.

8. Разработаны конструкции экстремальных приборов (манометра, мановакуумметра и термометра) для контроля давления, вакуума и температуры в консервах при их обработке в пастеризаторах и стерилизаторах непрерывного действия (а.с. СССР № 574648, 621980, 885821).

9. Разработаны режимы пастеризации консервов "Компот из слив", "Компот из яблок", "Компот из вишен", "Компот из черешен", "Сгурцы

консервированные", которые могут быть реализованы в пастеризаторах непрерывного действия открытого типа с применением предварительного пароконтактного нагрева. Пароконтактный нагрев плодов в таре позволяет уменьшить время обработки продукции в пастеризаторе на 20 + 25 % по сравнению с автоклавной стерилизацией.

10. Разработана конструкция аппарата для пароконтактного нагрева плодов и овощей в таре, работающего в комплексе с пастеризатором непрерывного действия (а.с. СССР № 500792).

11. Производственные испытания экспериментального образца аппарата на Григориопольском консервном заводе при производстве компотов из слив и яблок показали хорошие результаты. Расчетный экономический эффект от внедрения в народное хозяйство одного аппарата составляет не менее 14,8 тыс. рублей в год.

12. Технические решения по а.с. СССР № 500792, 744298 использованы в научно-исследовательских и проектно-конструкторских работах ИПАИО "Варница", Центросоюзпроекта, института "Молдгипропищепром".

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ф.И.Коган, Я.Г.Верхивкер. К расчету давления в банке при стерилизации гетерогенных консервов.- В кн.: Тез.докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. по вопр. теории и практики стерилизации и пастеризации пищ. продуктов. Одесса, 1975, с.19.
2. Ф.И.Коган, Я.Г.Верхивкер, И.С.Бренер. Интенсификация процесса непрерывной пастеризации консервов огурцы консервированные в стеклянной таре.- Консерв. пром-сть. Науч.-техн. сб. М.: 1976, вып.3, с.1-7.

3. Я.Г.Верхивкер. Экспериментальные исследования теплообмена при консервировании фруктов и овощей.- В кн.: Тез.докл. Республ. конф. молодых ученых по химии и технологии растительного сырья. Тбилиси, 1977 г., с. 151-152.
4. Я.Г.Верхивкер. Исследование пароконтактного способа нагрева плодов при консервировании.- Консерв. и овощесуш. пром-сть, 1979, № II, с.17-18.
5. Я.Г.Верхивкер, Ц.О.Розенталь. Технохимический анализ пароконтактного нагрева плодов при консервировании.- В кн.: Материалы Республ. науч. конф. молодых ученых по вопросам пищ. пром-сти. Тбилиси, 1980, с.42-43.
6. В.И.Рогачев, Я.Г.Верхивкер. Расчет величины давления при стерилизации компотов в стеклянной таре.- Консерв. и овощесуш. пром-сть, 1981, № 3, с.30-31.
7. В.И.Рогачев, Я.Г.Верхивкер. Импульсный способ пароконтактного нагрева при консервировании плодов в стеклянной таре.- В кн.: Тез. докл., представленных на Всесоюз. науч.-техн. конф. по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищ. продуктов. Махачкала, 1981, с.103-104.
8. Я.Г.Верхивкер. Исследование термостойкости стеклянной консервной тары.- В кн.: Материалы Республ. науч. конф. молодых ученых по актуальным проблемам пищ. пром-сти II-й пятилетки. Тбилиси, 1981, с.27-29.
9. А.с. № 500792 (СССР). Устройство для нагрева плодов и овощей в таре/ Я.Г.Верхивкер, Ф.И.Коган.- заявл. 17 мая 1974, № 2024215.- опубл. Б.И. 1976, № 4.
10. А.с. № 574648 (СССР). Манометр/ Я.Г.Верхивкер, Ю.Д.Рейф.- заявл. 4 мая 1976, № 2353151.- опубл. Б.И. 1977, № 36

- II. А.с. № 621980 (СССР). Манометр/ Я.Г.Верхивкер, Ю.Д.Рейф.-
заявл. 1 марта 1977, № 2456688.- опубл. Б.И. 1978, № 32.
- 12. А.с. № 744298 (СССР). Способ определения теплофизических
свойств материалов/ Я.Г.Верхивкер.- заявл. 2 февраля 1977,
№ 2448835.- опубл. Б.И. 1980, № 24.
- 13. А.с. № 885821 (СССР). Манометрический термометр/ Я.Г.Верхив-
кер, Ю.Д.Рейф.- заявл. 30 ноября 1978, № 2690362 .- опубл.
Б.И. 1981, № 4.

Вал