

АВТОРЕФ.

А 62

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

На прерах рукописа

АМИНОВ ДАИР СУЛТАНОВИЧ

ИЗЫСКАНИЕ УСЛОВИЙ НЕПРЕРЫВНОЙ РОТАЦИОННОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ
КОНСЕРВОВ В ЖЕСТЯНОЙ ТАРЕ

Специальность 05.18.12 – процессы и аппараты
пищевых производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1982

Работа выполнена на кафедре технологии и машин
Дагестанского политехнического института.

Официальные оппоненты — доктор технических наук,
профессор Б.Л. ФЛАУМЕНБАУМ;
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Ф.И. КОГАН.

Ведущая организация — Одесский ордена "Знак Почета"
экспериментальный консервный завод им. В.И. Ленина.

Защита состоится 19 марта 1982 года в
12.00 часов на заседании специализированного совета
Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой
промышленности им. М.В. Ломоносова, 270039, г. Одесса-39,
ул. Свердлова, 112.

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

Автореферат разослан 11 февраля 1982 г.

ОНАХТ 08.11.10
Изыскание условий не



v013837

Вагидбадов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В "Основных направлениях экономиче-
ского и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период
до 1990 года", принятых XXVI съездом КПСС, перед пищевой промыш-
ленностью СССР поставлены большие и ответственные задачи, в вы-
полнении которых немалая роль отведена консервной промышленности,

Наряду с другими мероприятиями, должны быть продолжены ра-
боты по изысканию новых, прогрессивных методов стерилизации про-
дуктов и разработке конструкций экономически эффективных стерили-
заторов высокой производительности, которые могут работать при
атмосферном давлении без вспомогательных греющих сред (таких как
пар, вода, воздух и др.).

При изыскании новых эффективных способов и разработке кон-
струкций аппаратов необходимо учитывать, что дальнейшее развитие
тепловой стерилизации идет путем повышения температурного уров-
ня процесса и соответственно снижения продолжительности тепло-
вого воздействия на продукт.

Таким образом, интенсификация процесса стерилизации и умень-
шение материалоемкости аппаратов являются весьма актуальными
проблемами в ряду важнейших задач по увеличению количества вы-
рабатываемых консервов с единицы производственных площадей и
эффективности производства.

Настоящая работа посвящена исследованию непрерывной рота-
ционной стерилизации фруктовых и ягодных консервов в банке I3 в
аппаратах, работающих по новым прогрессивным методам с примене-
нием электрического тока для тепловой обработки продуктов.

Цель и задачи исследования. I. Изучение эффективности ин-
тенсификации тепловой стерилизации консервов путем использования
электрического тока низкого напряжения для нагрева продукта до
температуры стерилизации, повышения температуры продукта и вра-

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова

с.б.
13837 v013837

Перечень 19/82 г.

нения банки, изыскания оптимальных параметров процесса в новых условиях. 2. Разработка новых способов и устройств, позволяющих повысить скорость нагрева продукта до температуры стерилизации, поддерживая при этом градиент температуры между периферийным и центральным слоями его в пределах допустимых значений, и сокращение продолжительности стерилизации. 3. Изучение динамики избыточного давления, возникающего внутри банки. 4. Разработка новых оптимальных режимов стерилизации консервов пропусканием по стенке жестяной банки электрического тока.

Научная новизна работы заключается в параметрах ротационной стерилизации консервов при электрическом нагреве и в устройстве для реализации нового способа тепловой обработки.

Практическая ценность работы заключается в изыскании нового способа непрерывной стерилизации консервов в аппаратах, работающих при атмосферном давлении на электрическом токе низкого напряжения.

Внедрение одного стерилизатора непрерывного действия, работающего на электрическом токе, при выработке 1000000 усл. банок даст экономический эффект 2237 рублей.

Апробация работ. По материалам диссертационной работы в 1978-1981 гг. сделаны доклады и сообщения на итоговых научно-технических конференциях преподавателей, сотрудников и студентов Дагестанского политехнического института, на научно-практических конференциях молодых ученых и специалистов республики, на Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов, а также на технических совещаниях специалистов Дагестанского производственно-аграрного объединения консервной промышленности.

Публикации. Основные положения диссертационной работы отражены в семи опубликованных работах, получено 2 положительных

решения на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (четыре главы), выводов, перечня литературных источников и приложений.

Диссертация изложена, включая список литературы, на 234 страницах машинописного текста, содержит 72 рисунка и 14 таблиц. Библиография включает 133 наименований, из которых 19 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены основные задачи, стоящие перед консервной промышленностью в II пятилетке, и обоснована актуальность темы.

В главе обзор литературы дано краткое изложение отечественных и зарубежных литературных источников, в которых подробно рассмотрены и определены перспективы развития производства фруктовых и ягодных консервов в СССР и за рубежом, уделено большое внимание существующим способам ротационной стерилизации консервов и аппаратам, работающим по этим способам.

Анализ рассмотренных работ различных авторов позволил сформулировать основные задачи диссертации: исследование вопроса о возможности стерилизации консервов в жестяной таре без противодействия при нагреве электрическим током и их прогреваемость; выявление влияния различных факторов на прогреваемость, установление основных закономерностей теплообмена консервов в жестяной таре при нагреве электрическим током; выявление основных закономерностей изменения стерилизующего эффекта продукта; исследование динамики избыточного давления, возникающего внутри банки при ротационной стерилизации; определение оптимальных параметров режимов непрерывной стерилизации консервов; изучение эффективности

охлаждения душеванием водой; на основании выполненных исследований разработана и построена конструкция носителя банок для ротационного стерилизатора непрерывного действия.

Основные результаты исследований

В литературе не встречаются данные о прогреваемости исследуемого ассортимента консервов пропусканием электрического тока по стенке банки I3. Для окончательного суждения о целесообразности перехода с водяного нагрева в автоклаве, нагрева горячим воздухом или высокотемпературным теплоносителем на нагрев электрическим током необходимо было получить экспериментальное подтверждение такой возможности. Мы сочли оправданным сделать это путем сопоставления кривых прогреваемости и фактической летальности в случаях нагрева консервов водой в автоклаве, горячим воздухом или техническим глицерином в аппарате открытого типа и электрическим током в экспериментальной установке при прочих одинаковых условиях. На рис. 1 приведены кривые прогреваемости "Компота из черешни" при различных способах нагрева. Сопоставляя кривые нагрева в автоклаве, в непрерывно действующем воздушном аппарате, в аппарате с высокотемпературным теплоносителем и в экспериментальной установке, можно заметить, что продолжительность тепловых циклов не одинакова. Кривая прогрева центрального слоя продукта при нагреве электрическим током (5,6,7) характеризуется большой скоростью теплопроникновения, благодаря которой продолжительность процесса в зависимости от мощности тока составляла 1,2-6 минут, т.е. продолжительность сокращалась относительно автоклавного нагрева в 4-15 раз, а относительно ротационного нагрева в потоке воздуха температурой 170°C - в 2-6 раз. Аналогичная картина наблюдалась и при стерилизации плодово-ягодных соков.

Послойная прогреваемость консервов. В процессе изучения по-

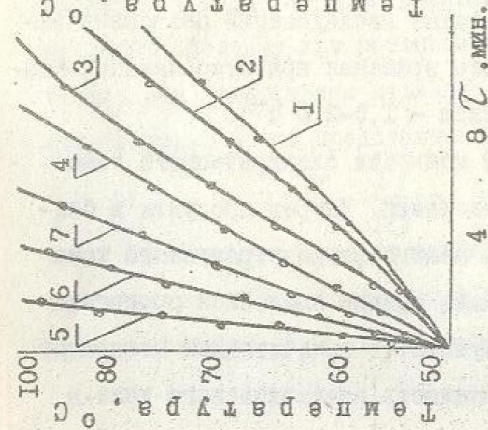


Рис. 1. Кривые прогреваемости "Компота из черешни":
 1 - по технологическому рецепту в автоклаве; 2 - в высокотемпературном теплоносителе; 3, 4 - в потоке воздуха температурой 150, 170°C и при вращении банки - 0,5 с⁻¹; 5, 6, 7 - при пропускании по стенке банки I3 тока 1400 Вт, 800 Вт, 500 Вт и при вращении банки - 0,5 с⁻¹.

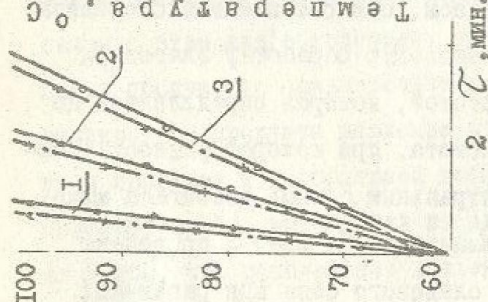


Рис. 2. Кривые прогреваемости "Томатного сока" при пропускании по стенке банки тока:
 1 - 3800 Вт
 2 - 1500 Вт
 3 - 1000 Вт
 — центральный слой, — периферийный слой.

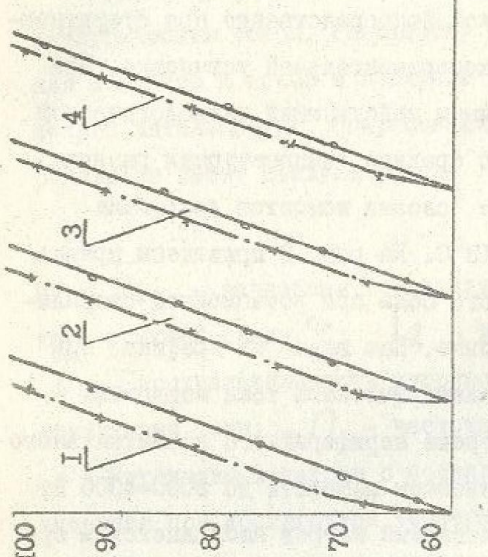


Рис. 3. Кривые прогреваемости "Сливового сока с мякотью и сахаром":
 — кривая прогрева периферийного слоя продукта,
 — кривая прогрева центрального слоя продукта,
 Частота вращения банки со стерилизуемым продуктом:
 1 - 0,5 с⁻¹
 2 - 0,75 с⁻¹
 3 - 1,25 с⁻¹
 4 - 1,50 с⁻¹
 Скорость нагрева продукта 0,5 °C/c

слоистой прогреваемости консервов была исследована динамика изменения температуры в геометрическом центре банки и в периферийном слое. Исследования проводились непосредственно при стерилизации консервов в автоклаве и в экспериментальной установке. При стерилизации в автоклаве по режимам действующей технологической инструкции было установлено, что средняя температурная разница между периферийным и центральным слоями компотов достигала 8-12°C, а соков с мякотью - 16-18°C. На рис. 2 приведены кривые послонной прогреваемости томатного сока при ротационной стерилизации в экспериментальной установке. Как видно из графика, при пропускании по стенке банки I3 электрического тока мощностью 1000-1500 Вт неравномерность нагрева периферийного и центрального слоев достигала 3-4°C, а с увеличением мощности до 3000-4000 Вт она увеличивалась до 5-6°C. Аналогичный нагрев наблюдается и при стерилизации компотов. Таким образом, при ротационной стерилизации продукт получал равномерную тепловую обработку благодаря вращению банки с оптимальной частотой, которая определялась по разности температур слоев. Та частота, при которой разность температур между периферийным и центральным слоями достигала минимальной величины, считалась оптимальной. На рис. 3 приведены кривые послонной прогреваемости сливового сока при различных частотах вращения. Анализ результатов исследований позволяет выбрать диапазон оптимальной частоты вращения при стерилизации компотов в пределах 0,5-1,0 с⁻¹, соков - 1,5-2,0 с⁻¹.

Для определения оптимальной мощности электрического тока были проведены аналогичные исследования. Нагрев продукта в банке I3 производился при различных мощностях электрического тока (от 500 до 4000 Вт). На рис. 2 даны кривые послонной прогреваемости томатного сока. Анализ результатов исследований позволяет выбрать в качестве оптимальной мощность электрического тока в

пределах 2000-3000 Вт. При этом продолжительность нагрева продукта от 55 до 110°C составляет от одной до трех минут.

Режимы ротационной стерилизации консервов при нагреве электрическим током. Разработку режимов стерилизации проводили для компотов и соков в жестяной таре I3 в соответствии с установленной летальностью. Сокращенная запись режима ротационной стерилизации имеет следующий вид:

$$T_0 \quad \frac{T_1}{T_1} \quad \frac{T_2}{T_2} \quad n$$

где T_0 - начальная температура продукта, °C; T_1 - температура греющей среды °C; T_2 - температура охлаждающей среды, °C; τ_1 - продолжительность нагрева, мин; τ_2 - продолжительность охлаждения, мин; n - частота вращения банки, с⁻¹.

Интенсивный нагрев с последующим охлаждением консервов без выдержки при достигнутой температуре может не обеспечить требуемой летальности, хотя температура продукта превысит 100°C. В связи с этим для обеспечения требуемой летальности необходимо нагреть продукт до сравнительно высокой температуры. С повышением температуры продукта давление в банке превысит границу допустимого и приведет к необратимой деформации концов (доньшка и крышка). Основной вывод, вытекающий из анализа полученных данных, заключается в том, что развиваемое давление превышало допустимое, установленное для тары I3, и затрудняло на практике реализацию этого процесса. Поэтому для ротационных аппаратов открытого типа, работающих при атмосферном давлении на электрическом токе, "формулу" стерилизации можно представить в следующем виде:

$$T_0 \quad \frac{\tau_1}{P_3} \quad \frac{\tau_6}{T_6} \quad \frac{\tau_2}{T_2}$$

где T_0 - температура продукта перед стерилизацией, °C; T_6 - температура, при которой выдерживается продукт, °C; P_3 - мощность электрического тока, пропускаемого по стенке банки I3, Вт;

τ_1 - продолжительность электронагрева, мин; τ_8 - продолжительность выдержки, мин; τ_2 - продолжительность охлаждения, мин.

При стерилизации по приведенной формуле продукт нагревается до заданной температуры, с повышением которой давление в банке повышается и достигает своего допустимого значения, выдерживается при достигнутой температуре, затем охлаждается. Кривые прогреваемости, полученные на самопишущем потенциометре марки ЭПП-09МЗ для компотов и соков в жестяной банке ИЗ, и расчет по ним стерилизующего эффекта позволили установить режимы непрерывной стерилизации, соответствующие необходимой летальности. Некоторые из разработанных режимов приведены в табл. I.

Как видно из табл. I, при стерилизации по разработанным режимам продолжительность тепловой обработки продукта сокращается относительно автоклавных более чем в 8 раз, а относительно воздушных - в 3 раза. С уменьшением продолжительности тепловой обработки уменьшается и тепловое воздействие, получаемое продуктом.

Для сравнительного анализа теплового воздействия, полученного продуктом при стерилизации, приравнивали площади, ограниченные кривой изменения его температуры при различных способах нагрева.

Аналитическую зависимость теплового воздействия можно выразить следующей формулой:

$$\xi = \tau_c (T_{cp} - T_0) + \tau_c (T_0 - T_k)$$

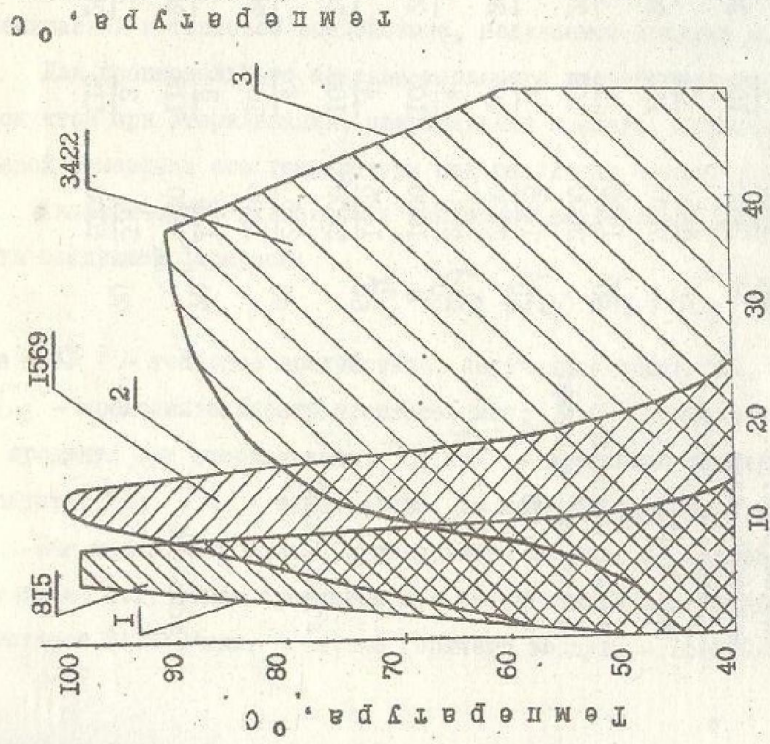
где ξ - тепловое воздействие, полученное продуктом, °С/мин;

τ_c - продолжительность процесса, мин; T_{cp} - средняя температура продукта при стерилизации, °С; T_0 - начальная температура продукта, °С; T_k - температура, до которой охлаждает продукт, °С.

Как видно из графика, приведенного на рис. 4, тепловое воздействие, полученное продуктом при стерилизации в автоклаве, соответствует 3422°С/мин, в потоке горячего воздуха - 1569°С/мин и в

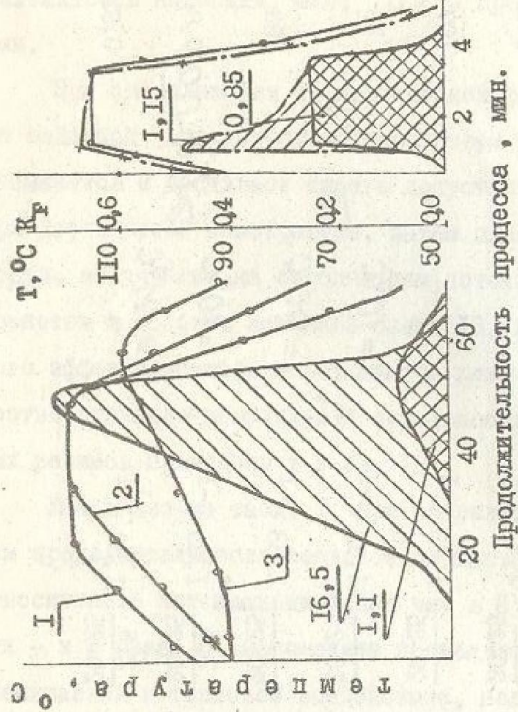
Таблица I

Консервы	Режимы ротационной стерилизации	Фактическая летальность, усл. мин
Компоты из: черешни, слив, абрикосов, персиков и яблок	50 $\frac{1,25}{2800}$	102 $Z = 15^\circ C$
	50 $\frac{4,5}{750}$	112 ≥ 100
	60 $\frac{1,25}{2600}$	A $T = 80^\circ C$
	60 $\frac{1,25}{2600}$	
	60 $\frac{2,5}{1000}$	
Соки с мякотью и сахаром: яблочный и сливовый	60 $\frac{1,25}{2600}$	103
	60 $\frac{2,5}{1000}$	107
абрикосовый	60 $\frac{1,25}{2600}$	82 $Z = 10^\circ C$
	60 $\frac{2,5}{1000}$	A $T = 90^\circ C$
томатный	70 $\frac{1,2}{2600}$	86 $Z = 10^\circ C$
	70 $\frac{3,0}{1000}$	F $Z = 10^\circ C$ $T = 121^\circ C$ $\geq 0,4 \div 0,8$ 0,83



Продолжительность процесса, мин.

Рис. 4. Тепловое воздействие получаемое "Компото" из персиков" при стерилизации: 1 - пропусканием тока по стенке банки 13, 2 - нагретым воздухом; 3 - при стерилизации в автоклаве.



Продолжительность процесса, мин.

Рис. 5. Кривые прогреваемости и фактической летальности "Томатного сока" при стерилизации по режимам:

90	20	30	25	90	1,0	3	2	1,83 C ⁻¹
	120				2000	115	15	

1 - температурный режим в автоклаве;
2 - кривая прогресса периферийного слоя;
3 - кривая прогресса центрального слоя.

экспериментальной установке - 815°C/мин.

Таким образом, ускоренный нагрев консервов электрическим током способствует значительному сокращению тепловых воздействий на продукт, что, в конечном счете, очень влияет на его пищевую ценность. Для сравнительного анализа на рис. 5 приведены кривые прогреваемости и фактической летальности "Томатного сока" при стерилизации в автоклаве и в экспериментальной установке. Анализ кривых показал, что при стерилизации в автоклаве периферийный слой "Томатного сока" получали избыток стерилизующего эффекта в 15 раз больше, чем в экспериментальной установке.

Избыточное давление, возникающее внутри банки 13, при ротационной стерилизации консервов. Для решения вопроса о применимости нашего процесса тепловой обработки продуктов в аппаратах открытого типа в каждом конкретном случае необходимо сопоставить сведения о величине допустимого давления в таре с данными о фактическом давлении. Результаты экспериментального определения давления в таре при различных условиях приведены в табл. 2, из которой следует, что развиваемое давление в отдельных случаях превышает допустимое значение, установленное для используемой тары, и затрудняет на практике реализацию разработанного метода стерилизации консервов при атмосферном давлении.

На рис. 6 приведен график изменения давления в банке 13 при стерилизации "Сливового сока" и "Компота из груш" в экспериментальной установке. В течение первых минут виден характерный для этого процесса медленный рост давления. В дальнейшем кривая подобна кривой прогресса паровоздушного пространства. При охлаждении наблюдается стремительное падение давления до атмосферного и при дальнейшем охлаждении, благодаря достаточно высокой начальной температуре, образующееся разрежение возвращает доннышко и крышку в первоначальное положение.

Таблица 2

Избыточное давление, возникающее внутри банки I3 при ротационной стерилизации консервов пропусканием электрического тока по стенке

Компот абрикосовый								
Средняя скорость нагрева	9°C/мин	T, °C	0	60	120	180	240	300
		T, °C	50	59	68,5	78,5	87	96
		P, 10 ⁵ Па	0,0	0,06	0,23	0,46	0,73	1,04
Компот абрикосовый								
Средняя скорость нагрева	32°C/мин	T, °C	0	30	60	90	120	
		T, °C	50	65	82	98,5	114,5	
		P, 10 ⁵ Па	0,0	0,2	0,48	0,96	1,56	
Сок томатный								
Средняя скорость нагрева	12°C/мин	T, °C	0	60	120	180	240	
		T, °C	60	73	85	96	107,5	
		P, 10 ⁵ Па	0,0	0,2	0,48	0,96	1,56	
Сок томатный								
Средняя скорость нагрева	32°C/мин	T, °C	0	15	45	60	75	
		T, °C	60	69,5	84,5	92,5	100,5	
		P, 10 ⁵ Па	0,0	0,45	1,16	1,30	1,48	

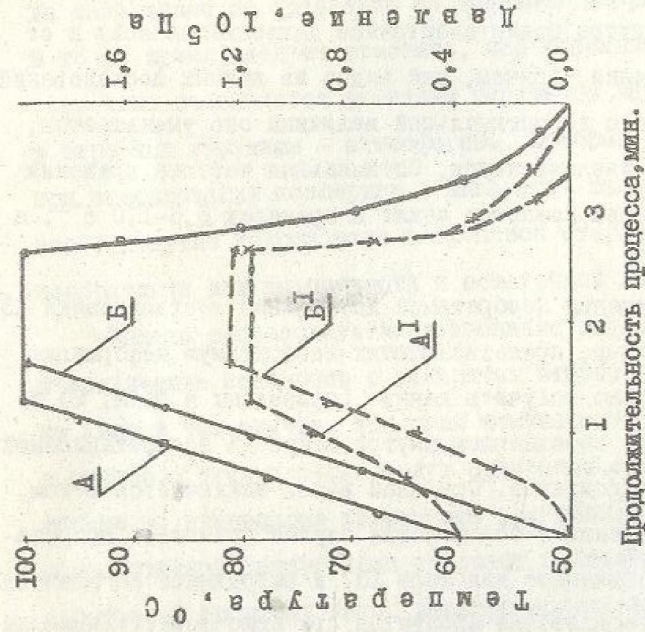


Рис. 6. Кривые изменения температуры и давления в процессе стерилизации консервов: А - А^I "Сливовый сок", В - В^I "Компот грушевый". — кривая температуры, - - - кривая давления.

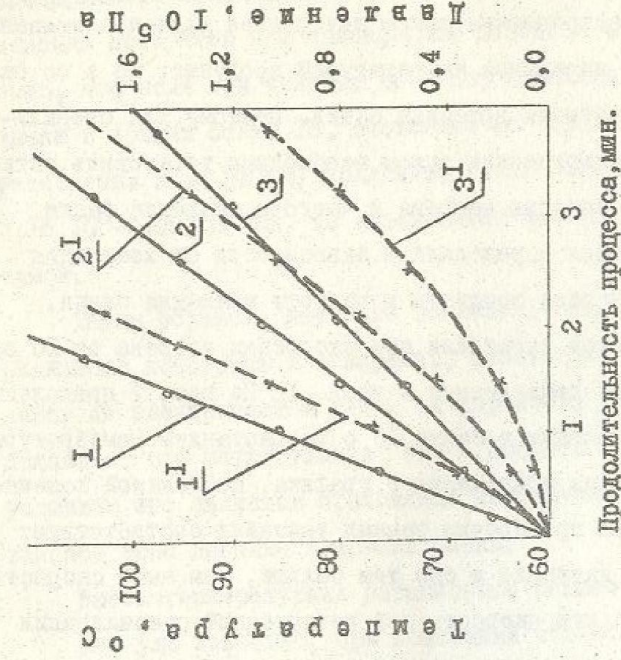


Рис. 7. Кривые изменения температуры и давления в процессе нагрева "Сливового сока" пропусканием по стенке банки I3 тока: I - 3000 Вт, 2 - 1200 Вт, 3 - 750 Вт. — кривая температуры, - - - кривая давления. Частота вращения - 1,5 С⁻¹.

Проведенными исследованиями установлено, что при стерилизации консервов электрическим током внутреннее давление связано не только с низкой начальной температурой продукта, но и со скоростью нагрева и частотой вращения банки. Поэтому для стерилизации консервов электрическим током необходимо установить оптимальные параметры скорости нагрева и частоты вращения банки.

Динамику давления определяли в зависимости от изменения средней скорости нагрева продукта и частоты вращения банки. Стерилизацию консервов проводили при скоростях нагрева от 10 до 50°С/мин по режимам, приведенным в табл. 1. На рис. 7 приведены кривые изменения давления в банке 13 с возрастанием температуры продукта. Как видно из приведенного графика, постоянной конечной температуре продукта при прочих равных условиях соответствует разное развиваемое давление и оно тем больше, чем выше скорость нагрева. За оптимальную скорость при ротационной стерилизации консервов электрическим током на основании результатов исследований нужно принять 25-32°С/мин.

Возникающее внутри банки избыточное давление зависит и от частоты вращения банки, причем, как видно из данных исследований, с увеличением частоты до оптимальной величины оно уменьшается, а при уменьшении - увеличивается. Оптимальная частота вращения банки при стерилизации компотов лежит в пределах 0,5-1,0 с⁻¹, а соков - 1,5-2,0 с⁻¹.

Меры предотвращения необратимой деформации жесткой банки 13.

При изыскании мер, предотвращающих необратимую деформацию банки, необходимо было получить данные (приведены в табл. 2) об избыточном давлении, возникающем внутри банки 13 при ротационной стерилизации в ней продуктов. Основным выводом заключается в том, что развиваемое давление в большинстве случаев превышает допустимое значение, установленное для тары 13, и затрудняет на практике ведение процесса стерилизации продуктов при атмосферном давлении.

Предпринятые исследования по выявлению условий проведения стерилизации продуктов при атмосферном давлении в жестяной таре показали, что если при ведении процесса к опасной зоне (участки доннышка и крышки банки 13, отстоящие по периметру от центра на расстоянии выше 35 мм) приложить извне механическое усилие $0,15 \cdot 10^5 - 0,25 \cdot 10^5$ Па, то возникающая деформация становится обратимой.

Таким образом, изучение вопросов, связанных с процессом стерилизации консервов в аппаратах, работающих при атмосферном давлении на электрическом токе, и характера остаточной деформации показало, что осуществление этого способа возможно. Необходимым условием его является приложение механических усилий извне к опасной зоне доннышка и крышки банки.

Высокотемпературные ротационные режимы стерилизации консервов.

Как уже известно, при повышении температуры до 130°С общую продолжительность стерилизации удается сократить на 30 %, а иногда даже вдвое по сравнению со временем стерилизации при 120°С. В то же время следует отметить, что использование аппаратов открытого типа осложняется заметным перевесом внутреннего давления в таре над наружным - атмосферным, который более значителен, чем при стерилизации консервов в аппаратах закрытого типа. Вследствие этого вздутие концов тары в процессе стерилизации может стать необратимым или же привести к остаточной деформации.

Однако реализовать использование высокотемпературных режимов стерилизации консервов в аппаратах открытого типа возможно только лишь в том случае, если для компенсации вздутия концов банок в процессе стерилизации будут применены специальные кассеты, снабженные механическими прижимными устройствами. Кассета-носитель разработанной конструкции отвечает предъявляемым требованиям. Разработанный носитель банок защищен положительным решением от

29 октября 1980 г. по заявке 2897058/28-13. В соответствии с методикой исследования установлены режимы стерилизации консервов (данные в диссертационной работе) в банке 13 при повышенных температурах применительно к разработанному типу кассет-носителей. Как видно из графика, приведенного на рис. 8, для получения требуемого стерилизующего эффекта томатный сок нужно выдержать в течение 3,5 мин при температуре 115°C, при 120°C - около одной минуты, при 125°C - 0,1 минуты и без выдержки - при температуре продукта 130°C.

Охлаждение консервов. Сравнение различных способов охлаждения было начато с исследования изменения температуры "Компота из черешни" в жестяной банке 13. Экспериментально исследовали следующие способы охлаждения: в автоклаве водой, воздухом при вращении банки, увлажненным воздухом при вращении банки, при полном погружении банки в воду и при различных частотах ее вращения, при частичном погружении банки и вращении, душеманием водой и вращении. Полученные опытные данные представлены на графике рис. 9. Анализ кривых показал, что при охлаждении банок душеманием водой значительно повышается коэффициент теплоотдачи от банки к воде, увеличивается эффективность процесса по сравнению с автоклавным в 8-10 раз, с воздушным - десятки раз.

Производственные испытания. Разработанные способы стерилизации компотов и соков в банке 13 при атмосферном давлении и температуре от 100 до 130°C были проверены в производственных условиях на Касумкентском консервном заводе путем заготовки опытных партий по 100 банок каждая и гарантируют безопасное протекание процесса относительно деформации тары. Параллельно были заготовлены контрольные образцы этих консервов, стерилизованные в автоклаве. Обе опытные партии и контрольные образцы хранились на складе в течение 3 мес, а затем были подвергнуты разбраковке. При осмотре не обна-

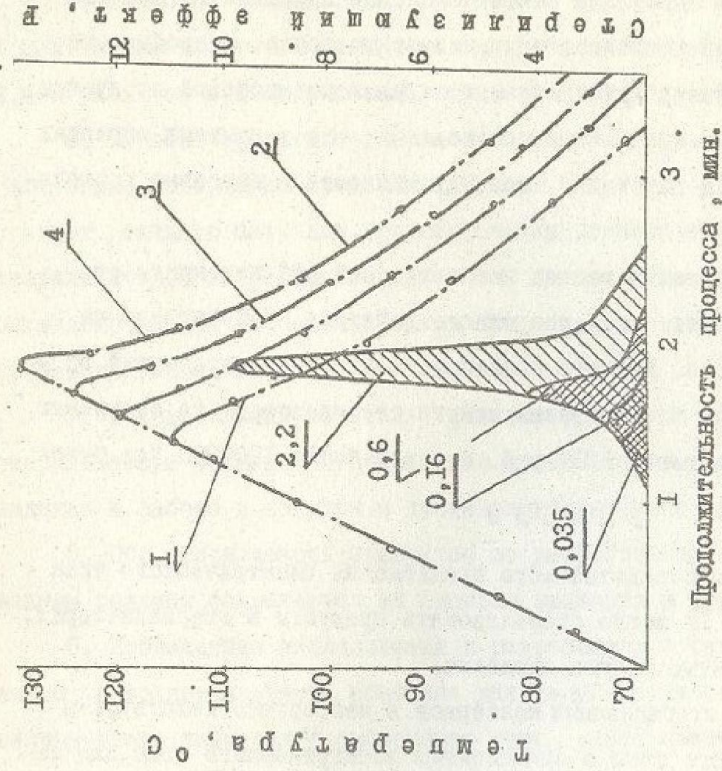


Рис. 8. Кривые прогреваемости и фактической летальности "Томатного сока" при стерилизации по высокотемпературным режимам.

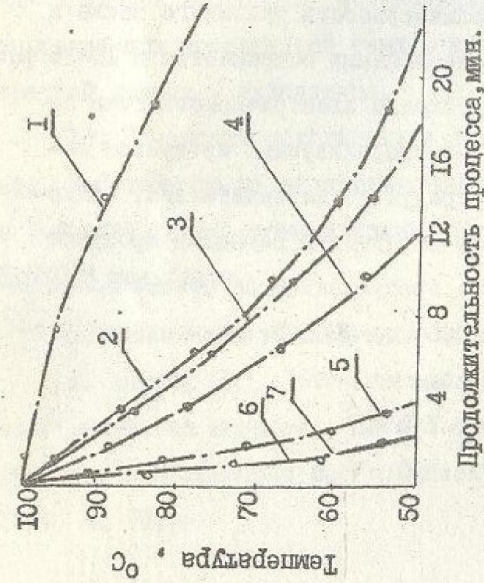


Рис. 9. Кривые охлаждения при различных способах "Компот из черешни": 1 - без вращения банки, воздухом, 2, 3, 4 - увлажненным воздухом при частоте вращения банки 1,0 с⁻¹, 5 - при частичном погружении банки в воду, 6 и 7 при полном погружении и душемании водой. 5, 6 и 7 при частоте вращения банки 1,0 с⁻¹.

ружено бомбажных банок, не замечено следов коррозии на поверхности тары, деформированных и других видов брака. Микробиологические анализы подтвердили требуемую летальность готовой продукции, а химическими исследованиями установлено, что в опытных образцах лучше сохраняются витамин С, пищевая ценность и вкусовые достоинства продукта.

В работе приведен расчет экономической эффективности от внедрения стерилизатора непрерывного действия, работающего на электрическом токе. Расчеты показывают, что ориентировочный экономический эффект от внедрения одного стерилизатора по сравнению с автоклавным составит 2237 руб. при выработке 1000000 усл.банок.

В ы в о д н ы

1. Путем непосредственного пропускания электрического тока по стенке банки I3 можно стерилизовать продукты в стерилизаторах, работающих при атмосферном давлении.

2. Процесс стерилизации консервов в непрерывно действующем аппарате открытого типа с применением электрического тока для нагрева продукта протекает интенсивнее, чем в автоклаве, и при одинаковой летальности режимов продолжительность теплового цикла в новых условиях по сравнению с традиционными сокращается в 10-15 раз.

3. При непосредственном пропускании электрического тока по стенке жестяной консервной банки со стерилизуемым продуктом величина силы тока, проходящего по продукту, незначительна, следовательно, отсутствует влияние тока на пищевую ценность продукта.

4. При стерилизации консервов пропусканием по стенке банки I3 электрического тока мощностью от 2000 до 3000 Вт оптимальная частота вращения банки лежит в пределах:

для компотов	от 0,5 до 1,0 с ⁻¹
для соков	от 1,5 до 2,0 с ⁻¹

5. Тепловое воздействие, получаемое продуктом при нагреве пропусканием по стенке банки электрического тока, меньше в 2,5-9 раз, чем при стерилизации существующими способами.

6. Высокая эффективность высокотемпературных режимов стерилизации, которые по продолжительности короче существующих, создает реальную базу для проектирования экономичных, компактных стерилизаторов непрерывного действия, позволяющих максимально механизировать и автоматизировать процесс, при этом уменьшается производственная площадь, расход тепла и т.д.

7. Разработанный носитель жестяных банок для ротационного стерилизатора непрерывного действия имеет несложную конструкцию, надежен в работе и испытан в производственных условиях.

8. При стерилизации продуктов по разработанным научно обоснованным режимам сохраняются их пищевая ценность и вкусовые качества.

9. Проведенные исследования и разработанные режимы стерилизации позволяют получить основные данные для создания стерилизатора непрерывного действия ротационного типа, работающего при атмосферном давлении на электрическом токе и состоящего из трех секций, где в первой происходит непрерывный нагрев продукта, во второй - выдержка при достигнутой температуре стерилизации, в последующей, третьей секции - охлаждение.

10. Внедрение ротационного стерилизатора непрерывного действия, работающего на электрическом токе, кроме уменьшения размеров в 3-4 раза, даст экономический эффект 13746 руб. при выработке 5250000 усл.банок.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

I. Аминов Д.С. Стерилизация консервов в жестяной таре методом электрического нагрева. - Научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов республики. Тезисы докладов. Махачкала, 1979, с. 75.

2. Аминов Д.С. Способ стерилизации консервов в банке I3 при атмосферном давлении.- Инф. листок № II4. Дагестанский ЦНТИ, 1980.- 3 с.

3. Аминов Д.С. Способ непрерывной стерилизации консервов в аппаратах, работающих при атмосферном давлении.- Инф. листок № II5. Дагестанский ЦНТИ, 1980.- 3 с.

4. Носитель банок стерилизатора. Аминов М.С., Аминов Д.С., Муслимов М.О. Решение о выдаче авторского свидетельства по заявке № 2897058/28-I3 от 29 сентября 1980.

5. Аминов Д.С. Нагрев консервов в металлической таре электрическим током низкого напряжения.- Консервная и овощесушильная промышленность, 1981, № 2, с. 37-38.

6. Аминов Д.С. Меры предотвращения необратимой деформации жестяной банки I3 при стерилизации продуктов.- Научно-тех. инф. Консерв., овощесуш. и пищев. пром-сть. ЦНИИТЭИпищепром, 1981, № 3.

7. Носитель банок стерилизатора. Аминов М.С., Аминов Д.С. Решение о выдаче авторского свидетельства по заявке № 2911879/28-I3 от 11.10.81.

8. Аминов Д.С. Влияние скорости нагрева на качество стерилизованного продукта.- Всесоюзная научно-техническая конференция по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов. Тезисы докладов. Махачкала, 1981, с. 129.

9. Аминов Д.С. Режимы ротационной стерилизации консервов при нагреве электрическим током.- Всесоюзная научно-техническая конференция по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов. Тезисы докладов, Махачкала, 1981, с. 108.

Аминов