

Автореф.
Т 45

Профессору В. Ф. Чайковскому


МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант ТИТОВА АЛЕВТИНА АНАТОЛЬЕВНА

ИЗЫСКАНИЕ УСЛОВИЙ НЕПРЕРЫВНОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ
КОНСЕРВОВ В ЖЕСТЯНОЙ ТАРЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ
ДАВЛЕНИИ В ЖИДКИХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
ТЕЛЛОНОСИТЕЛЯХ

Специальность 05.18.13 - технология консервирования
пищевых продуктов

Депр. от 19 

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1977



v014408

Олегу Владимирову Ремисовичу

Федере технологии консервирования Одесского
технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломо-
носова

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Б.Л. ФЛАУМЕНБАУМ

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор М.С. АМИНОВ

Кандидат технических наук З.А. МАРХ

Ведущее предприятие - Одесский консервный комбинат

Автореферат разослан "26" мая 1977 года.

Защита диссертации состоится "30" июня 1977 года в 10 час 15 мин.

на заседании специализированного Совета Д 0 68.35.01 Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломо-
носова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью

учреждения, просим направить в Совет института по адресу:

г. Одесса, 270039, ул. Свердлова, 112.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Претворение в жизнь намеченных планов деся-
той пятилетки требует дальнейшего увеличения производительности
технологических линий в консервной промышленности и улучшения ка-
чества продукции, что неразрывно связано с техническим прогрессом
в области стерилизации консервов. Важность этой проблемы отражена
в материалах XXV съезда КПСС, в которых отмечена необходимость
увеличить производство и внедрять в больших масштабах непрерывно
действующие стерилизаторы.

В настоящее время почти на всех предприятиях процесс стерили-
зации осуществляется в аппаратах периодического действия - автокла-
вах.

Повышенные требования, предъявляемые промышленностью к произ-
водительности оборудования, экономичности его эксплуатации и ка-
честву выпускаемой продукции, стимулировали создание более совер-
шенных, чем автоклавы, непрерывно действующих стерилизаторов ротор-
ного, гидростатического и пневмогидростатического типов. Последние
отличаются высокой производительностью, экономией пара, воды, произ-
водственной площади. В то же время эти аппараты из-за необходимости
вести процесс под давлением получаются сложными, зачастую громозд-
кими и дорогостоящими.

По простоте конструкции, небольшой стоимости, удобству обслу-
живания, соответствию требованиям техники безопасности непрерывно
действующие стерилизаторы, работающие при температуре выше 100°С
и атмосферном давлении, выгодно отличаются от действующих аппара-
тов закрытого типа.

Настоящая работа и была посвящена исследованию одного из
вариантов такого процесса - изысканию условий непрерывной стерили-
зации консервов в жестяной таре с применением жидких высокотемпе-
ратурных теплоносителей (ВТ).

НАУЧНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
профессор

Олегу

О.А. КИРИЛЕНКО

Федеральный технологический институт
пищевой промышленности
Одесса

К.О. 14408

12

84 I/16

Целью исследования явилось изучение в лабораторных и производственных условиях распространения тепла применительно к новому процессу стерилизации консервов, исследование характера деформации жестяной тары, экспериментальное определение давления в таре при стерилизации, изыскание параметров теплового и механического эксгаустирования и разработка исходных требований на проектирование опытно-промышленного образца непрерывно действующего стерилизатора открытого типа.

Научная новизна. Впервые изучена реакция жестяной тары на воздействии внутреннего давления, возникающего в процессе стерилизации в аппаратах открытого типа; условия распространения тепла и динамика давления при стерилизации консервов в новых условиях; определены параметры нового процесса непрерывной стерилизации консервов при атмосферном давлении в жидких высокотемпературных теплоносителях.

Практическая ценность исследований состоит в изыскании параметров процесса непрерывной стерилизации консервов в жестяной таре при температуре выше 100°C без противодействия и разработке исходных требований на проектирование опытно-промышленного образца непрерывно действующего стерилизатора открытого типа.

Результаты диссертационной работы переданы для внедрения Минпищепрому СССР и Минпищепрому УССР.

Работа по созданию нового стерилизационного аппарата вошла в Государственный план развития народного хозяйства УССР по разделу "Важнейшие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы".

Винницким ПКТИ в 1976 году начаты работы по проектированию опытно-промышленного образца стерилизатора открытого типа, изготовление аппарата планируется на 1978 год.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы в период 1971-1975 г. г. докладывались на секции Госкомитета по науке и технике, в Техническом управлении Минпищепрома УССР, в Главном управлении "Азчеррыба", на Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов, на отчетных научных конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова и Кишиневского политехнического института, а также на Одесском, Измаильском, Астраханском и Янги-Бульском консервных комбинатах.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (4 главы), выводов, перечня литературных источников и приложений.

Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка и 25 таблиц.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка режимов стерилизации консервов в высокотемпературном теплоносителе

Изыскание режимов стерилизации проводили в соответствии с Положением о разработке режимов стерилизации и пастеризации консервов.

Прогреваемость консервов изучали в лабораторных и полупроизводственных условиях.

Лабораторная установка состояла из ультратермостата с ваннами для подогрева и охлаждения и соответствующей контрольно-измерительной аппаратуры.

Процесс стерилизации в полупроизводственной модели стерилизатора открытого типа, установленного на Одесском консервном комбинате, осуществлялся путем погружения банки с введенной термонарой

в ванну, заполненную теплоносителем - техническим глицерином, нагретым до заданной температуры стерилизации. Банки перемещались вдоль ванны в течение времени, необходимого для достижения требуемой летальности. По окончании стерилизации банки охлаждали проточной водой.

Разработку новых режимов стерилизации проводили для овощных закусовых, овощных натуральных, мясных и рыбных консервов в жестяной таре 3,6,8,9,12 и 13.

Измерение деформации жестяной тары

Испытания тары проводили на установке, которая позволяла воспроизводить деформацию концов, возникающую в процессе стерилизации и охлаждения консервов в аппарате открытого типа. Экспериментальный стенд состоял из компрессора, ресивера, поверочной плиты, образцового манометра, индикаторов часового типа.

В установке банка фиксировалась за отбортованный фланец, крышка и закаточный шов оставались свободными для установки индикаторов и наблюдений. Величину деформации измеряли в характерных точках рельефа при повышении давления в таре, снижении его до атмосферного, а также при образовании в банке вакуума в результате охлаждения продукта.

Измерение давления в таре при стерилизации консервов

Для экспериментального определения давления в таре при стерилизации была изготовлена установка мембранно-компенсационного типа. Основой установки является мембранный нуль-прибор, выполненный по принципу полностью разгруженной мембраны.

Принцип измерения заключается в том, что развиваемое в банке давление воздействует на одну сторону мембраны нуль-прибора, которая, изгибаясь, замыкает электрическую цепь. Создавая с помощью гидравлического пресса давление напорной жидкости на обратную сторону мембраны, компенсирует возникшее в банке давление до тех пор,

пока мембрана не возвратится в нулевое положение и электрическая цепь не разомкнется. По показаниям манометра в этот момент судили о давлении в таре. На этой установке можно было также измерять давление в процессе стерилизации и охлаждения продукта в механически эксгаустированной банке.

Химические исследования качества консервов

О пищевой ценности консервов "Икра из кабачков", "Сок томатный" и "Зеленый горошек", стерилизованных в непрерывно действующем аппарате и в автоклаве, судили по таким показателям, как сухие вещества, общее количество сахаров, витамин С, каротин, ликопин, общий азот, аминокислотный азот, рН, кислотность, цветность, количество жира, кислотное и перекисное числа жира, которые определяли по общепринятым методикам.

Определение физических и химических показателей теплоносителей

Выяснение термической стабильности технического глицерина в процессе длительного нагрева (4500 ч) при 120°C осуществляли по следующим показателям: температура кипения, температура вспышки паров, вязкость, плотность, рН, кислотность, содержание чистого глицероля, органического нелетучего остатка, зола, смол. Плотность определяли пикнометром, вязкость - на приборе Геплера, температуру вспышки паров - на приборе Мартенса-Панского, температуру кипения - по образцовому термометру. Определение химических показателей проводили в соответствии с ГОСТ № 7482-55.

Агрессивность концентрированных растворов технического хлористого кальция оценивали по скорости коррозии, найденной весовым и электрохимическим методами. Коррозионным испытаниям были подвергнуты материалы технологического оборудования и консервной тары в горячей и холодной воде, в 75% растворе хлористого кальция при 120°C и на воздухе.

3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение условий теплообмена при стерилизации консервов в высокотемпературном теплоносителе

Анализ физических и химических свойств жидких ВГ показал, что подходящей теплопередающей средой для стерилизации консервов является технический глицерин. Он неядовит, невзрывоопасен, не вызывает коррозии материалов тары и конструкции, растворяется в воде в любых соотношениях и хорошо смывается с тары. Температура кипения его составляла 130-150°C.

В соответствии с новой техникой стерилизации сокращенная запись режима имеет следующий вид:

$$\frac{A}{t_1^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{B}{t_2^{\circ}\text{C}}$$

где A - время пребывания банок в теплоносителе, нагретом до температуры стерилизации $t_1^{\circ}\text{C}$, мин; B - время охлаждения в проточной воде, температура которой $t_2^{\circ}\text{C}$, мин. Например, для консервов "Икра из баклажанов" в банке I2 взамем действующего режима $\frac{20-45-20}{120^{\circ}\text{C}}$ разработан новый режим в лабораторных условиях $\frac{70}{120^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{20}{25^{\circ}\text{C}}$

При сопоставлении этих режимов можно сказать, что тепловые циклы стерилизации в автоклаве и непрерывно действующем аппарате одинаковы, хотя анализ графиков прогреваемости позволяет сделать вывод об эффективности в пользу нового процесса (рис. 1). Кривая прогрева центра банки в глицерине 2' характеризуется большей скоростью теплопроникновении, благодаря которой температура 109°C достигается на 65-й минуте, а при термической обработке в автоклаве - на 80-й минуте. Более интенсивный прогрев продукта в этом случае объясняется, во-первых, тем, что банка поступает сразу в зону собственно стерилизации, и, во-вторых, тем, что удается получить на 10-15°C выше начальную температуру в банке, минуя этап загрузки банок в сетки (и связанного с этим снижения начальной температуры продуктов, расфасованных в горячем состоянии).

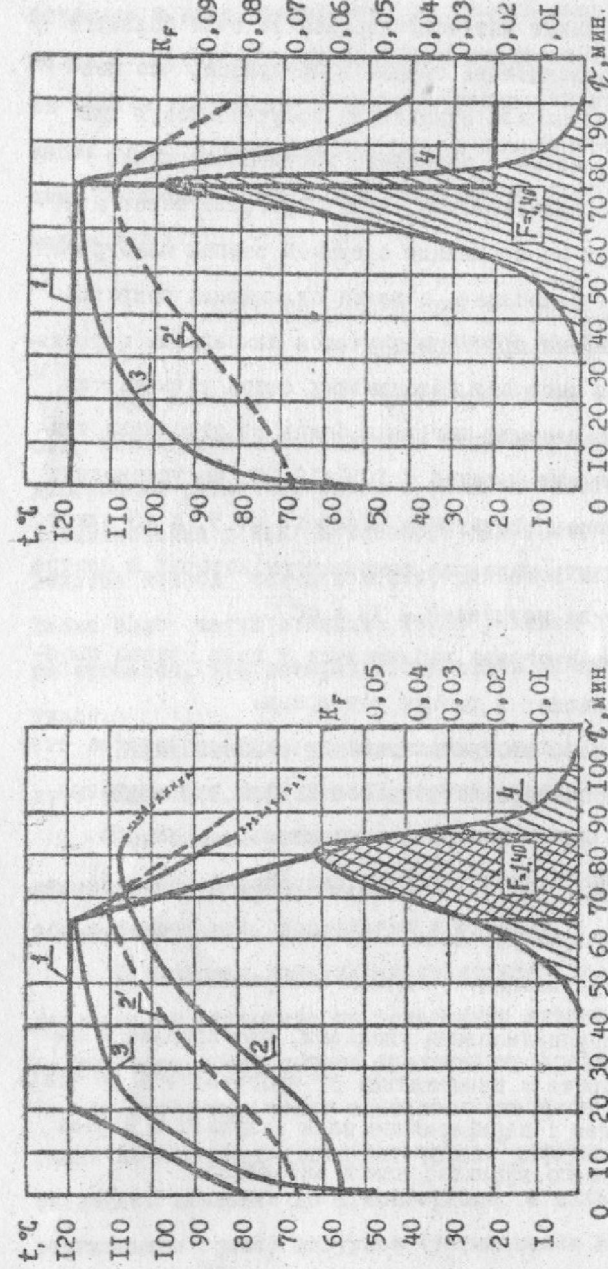


Рис. 8. Теплофизическая и микробиологическая характеристика режимов стерилизации "Икры из баклажанов" в банке I2

а) в автоклаве - $\frac{20-45-20}{120^{\circ}\text{C}}$

б) в лабораторной установке - $\frac{70}{120^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{20}{25^{\circ}\text{C}}$

- 1 - температурный режим автоклава и лабораторной установки;
- 2, 2' - кривая прогрева центра банки;
- 3 - кривая прогрева периферийного слоя;
- 4 - кривая деталиности;
- xxx - охлаждение на воздухе.

Процесс охлаждения также интенсифицирован за счет большего перепада температур между охлаждающей средой и продуктом, что позволяет спустя 5 минут после начала охлаждения получить такую же температуру в центре банки, какая в автоклаве достигается после 20 - минутного охлаждения. Следовательно, время прогрева банок в ВТ увеличилось всего на 5 минут по сравнению с суммой этапов подогрева и собственно стерилизации в автоклаве, а время охлаждения сократилось в 4 раза. Аппаратное время при этом с учетом ликвидации периодических элементов загрузки и выгрузки автоклавных сеток уменьшается на 20%. Но, учитывая, что к моменту выгрузки банок из автоклава температура в глубине продукта еще высокая - $103 \pm 106^{\circ}\text{C}$, мы установили время охлаждения в непрерывно действующем аппарате не 5, а 20 минут. Это дает возможность выгрузить консервы, температура которых в центре не будет превышать 80°C , а на периферии - $35 \pm 40^{\circ}\text{C}$.

Аналогичный характер прогрева наблюдается у всей группы овощных закусочных, а также у мясных и рыбных консервов.

Что касается продуктов, прогреваемых преимущественно за счет конвекции, например, "Зеленый горошек", то общий цикл стерилизации их в новых условиях сокращается еще более значительно - на 40%.

Результаты, полученные при исследовании прогреваемости консервов в ВТ в лабораторных условиях, были проверены и подтверждены при разработке режимов стерилизации в опытном аппарате.

Анализ кривых теплопроникновения показал, что продукт в непрерывно действующем аппарате с применением ВТ прогревается не только быстрее, но и равномернее: периферийные слои получают в 2 раза меньший избыток стерилизующего эффекта, чем в автоклаве.

В работе на большом ассортименте консервов показано, что режимы стерилизации в ВТ - глицерине - не уступают автоклавным формулам и даже оказываются на 20-40% короче. В то же время нормальное протекание исследуемого процесса в ряде случаев осложняется резким вспучиванием концов, создающим угрозу необратимой деформации тары, которая возрастала с повышением температуры стерилизации, понижением начальной температуры продукта и увеличением размеров тары.

Изучение деформации жестяной тары при воздействии внутреннего давления

При изыскании мер, предотвращающих необратимое вздутие концов, необходимо было получить отсутствующие в литературе данные о деформации различных типов и размеров жестяной консервной тары при возникновении в ней внутреннего давления, влиянии на величину вздутия концов толщины жести, диаметра банки и других факторов. Важно было также изыскать такие условия проведения технологического процесса, при которых возникающая деформация становится обратимой.

Применительно к поставленным задачам испытаниям были подвергнуты банки 3, 6, 8, 9, 12 и 13, изготовленные из жести № 20, 22, 25, 28.

При оценке результатов исходили из того, что возникающие при испытаниях перепады давления можно условно разделить на три зоны: безопасную, допустимую и опасную.

Безопасная зона характеризуется едва заметным после снижения давления до атмосферного остаточным вздутием концов. Стрела прогиба при этом после сброса давления не превышает 0,1-0,2 мм.

Допустимой зоной считается диапазон давлений, при котором такая же незначительная остаточная деформация достигается не простым снижением давления до атмосферного, а дальнейшим его понижением и вытягиванием крышек вакуумом (термическим или механическим), образовавшимся в банке при охлаждении продукта, расфасованного в

горячем состоянии или укупоренного на вакуум-закаточной машине.

Опасная зона характеризуется давлением, при котором никакими условиями предварительного эксгаустирования нельзя обеспечить снижение остаточной деформации ниже допустимой границы - 1 мм.

Результаты испытаний, приведенные в табл. I, показывают, что границы зон находятся в прямой зависимости от толщины жести и в обратной - от диаметра концов.

Таблица I

Диаметр концов	Номер жести : концев	Границы зон давления, МПа			Глубина вакуума, МПа
		безопасной	допустимой	опасной	
72,8	22	0,191 ± 0,024	0,28	0,321 ± 0,014	0,027
	25	0,214 ± 0,010	0,30	0,327 ± 0,010	
83,4	25	0,169 ± 0,021	0,22	0,242 ± 0,012	0,027
	28	0,167 ± 0,027	0,24	0,276 ± 0,016	
99	22	0,146 ± 0,017	0,20	0,230 ± 0,020	0,043
	25	0,150 ± 0,007	0,22	0,248 ± 0,013	
	28	0,155 ± 0,010	0,23	0,262 ± 0,018	

Глубина вакуума, втягивающая концы в исходное положение после воздействия максимальной величины допустимого давления и сброса его до атмосферного.

Воздействие давления меньшего, чем 0,22 МПа (диаметр 99 мм, жость # 25), приводит к меньшему вспучиванию концов, что облегчает возврат крышек в первоначальное положение (рис.2). В этом случае снижение остаточной деформации ниже допустимого предела достигается с помощью вакуума небольшой глубины - 0,027 МПа.

Толщина жести концов оказывает свое влияние не только на прочность тары, но и на характер втягивания концов. Так, у крышек из жести # 20 наблюдается неравномерное втягивание по всей поверхности, из-за чего концы из тонкой жести не могут быть рекомендованы для нового процесса.

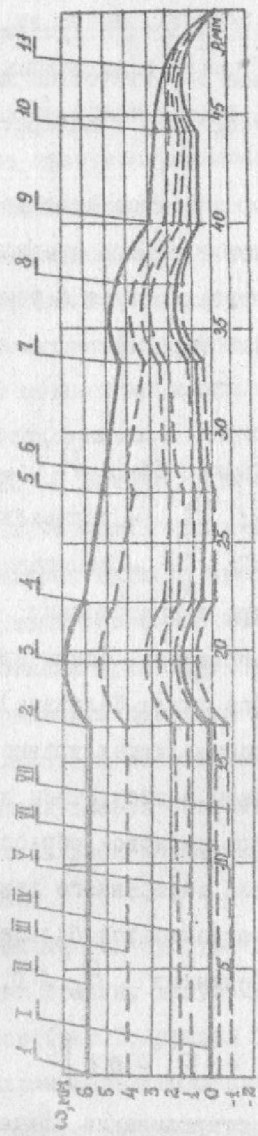


Рис. 2. Деформация концов тары при различном остаточном давлении (диаметр 99 мм).

ω - прогиб в характерных точках рельефа, I - II - точки установки индикатора, профиль рельефа : I - до стерилизации, II - при стерилизации (P = 0,20 МПа), после охлаждения : III - P = 0,098 МПа, IV - P = 0,089 МПа, V - P = 0,081 МПа, VI - P = 0,071 МПа, VII - P = 0,054 МПа.

Изыскание условий стерилизации консервов в аппаратах открытого типа

Для решения вопроса о применимости нового процесса в каждом конкретном случае необходимо сопоставить сведения о величине допустимого давления в таре с данными о фактическом давлении, развиваемом при тепловой обработке консервов в аппаратах открытого типа.

Приведенное в диссертации теоретическое исследование факторов, определяющих давление в жестяной таре при стерилизации консервов в аппаратах открытого типа, свидетельствует о том, что расчет давления можно проводить по известной формуле

$$P_c = P_n'' + P_b' \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} \quad (1)$$

где P_c - абсолютное давление в банке, МПа; P_n'' - упругость водяных паров при стерилизации, МПа; P_b' - парциальное давление воздуха в банке в момент закатки, МПа; $\frac{V_1}{V_2}$ - отношение объема воздуха при закатке к объему воздуха при стерилизации; $\frac{T_2}{T_1}$ - отношение температуры паровоздушного пространства банки при стерилизации к температуре воздуха при закатке (по шкале Кельвина).

Только в этом случае вторая составляющая уравнения (1) из-за большего вспучивания концов тары в отсутствии противодействия будет значительно меньше, чем при тепловой обработке консервов в аппаратах закрытого типа. А перевес внутреннего давления в таре P_c над наружным - атмосферным - оказывается больше, чем при паровой стерилизации в автоклаве на величину $P_n'' - 0,1$, и описывается выражением

$$P_c = (0,1 - P_n') \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} + [P_n'' - 0,1] \quad (2)$$

В зависимости от температуры стерилизации, вида продукта и типа тары величина P_c может достигать 0,15 - 0,20 МПа.

Результаты экспериментального определения давления в таре при всевозможных условиях опытов близки к рассчитанным по

формуле (1), отклонение расчетных значений от опытных величин составляет 0,5 ± 8,7%.

Основной же вывод, который можно сделать при анализе полученных данных, заключается в том, что развиваемое давление в большинстве случаев превышает допустимые значения, установленные для тары, и затрудняет на практике реализацию этого нового процесса. Из 27 исследованных вариантов только в трех случаях можно осуществить стерилизацию консервов без противодействия, не опасаясь появления необратимой деформации тары, - для "Икры овощной" в банке 12 при 116°C, "Сока томатного" в банке 9 при 120°C и в банке 13 при 110°C.

На рис.3 можно проследить в динамике изменение давления в таре 12 при стерилизации в открытом аппарате "Икры из кабачков" при 116°C и 120°C. Вначале виден характерный для этого процесса стремительный в течение первых 10 минут рост давления. В дальнейшем кривая давления подобна кривой прогрева паровоздушного пространства и своего наивысшего значения - 0,21 МПа - достигает в последние минуты стерилизации (рис.3б). При охлаждении наблюдается еще более стремительное падение давления до атмосферного и при дальнейшем охлаждении, благодаря достаточно высокой начальной температуре продукта 70°C, образующееся остаточное давление 0,071 МПа возвращает концы в первоначальное положение и позволяет провести этот процесс без осложнений.

С повышением температуры стерилизации до 120°C давление в банке превышает границу допустимого и приводит к необратимой деформации концов (рис.3, кривая 3).

Проведенными исследованиями установлено, что внутреннее давление, выходящее за допустимый предел, связано с низкой начальной температурой продукта при расфасовке и температурным уровнем стерилизации 120°C. Поэтому, если не принять необходимых мер по снижению давления, а пользоваться обычным технологическим

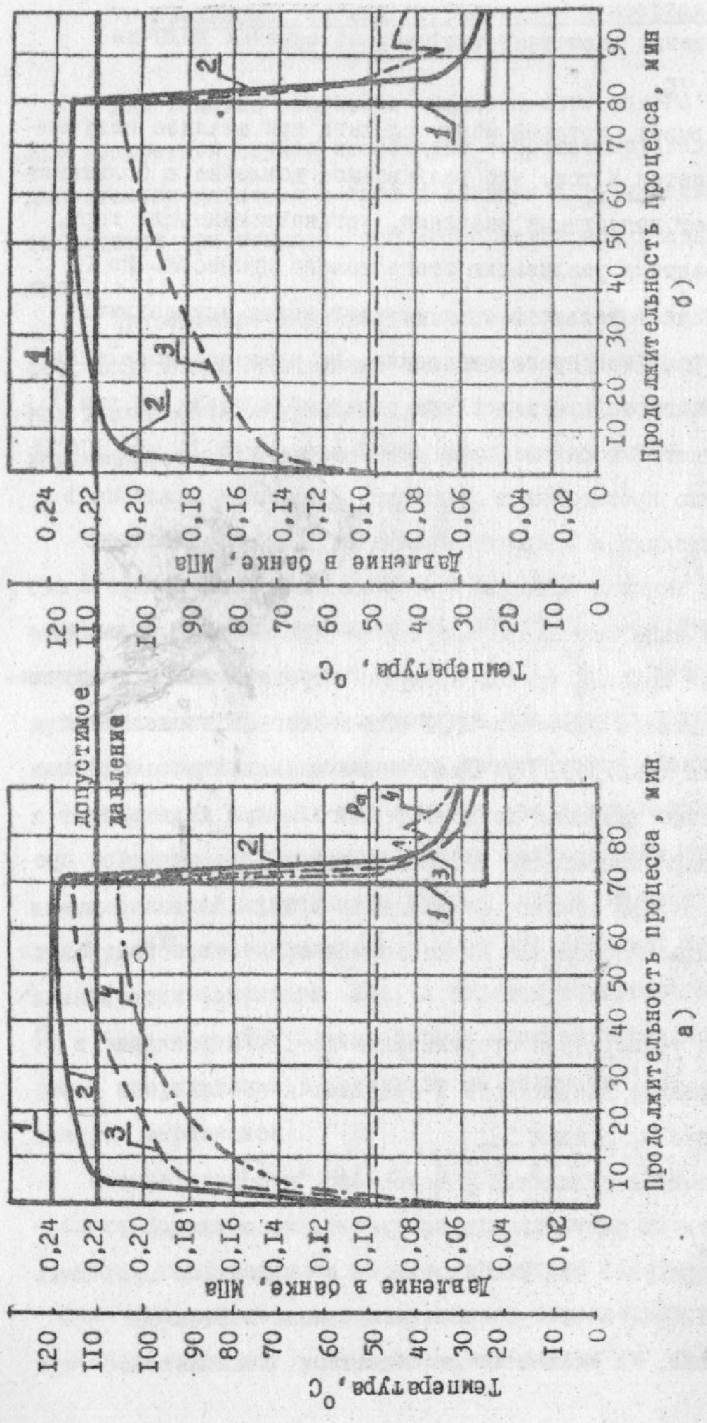


рис. 3. Кривые изменения давления и температуры в процессе стерилизации "Икры из баклажанов" в банке 12

- 1 - температурный режим аппарата: а) $\frac{70}{120^\circ\text{C}} \cdot \frac{20}{116^\circ\text{C}} \cdot \frac{20}{25^\circ\text{C}}$ б) $\frac{80}{116^\circ\text{C}} \cdot \frac{20}{25^\circ\text{C}}$
- 2 - прогрев паровоздушного пространства,
- 3 - давление,
- 4 - давление с предварительным разрежением 0,034 МПа

регламентом, рассчитанным на стерилизацию консервов в аппаратах закрытого типа, то новый процесс не может быть осуществлен.

В комплексе мероприятий, направленных на снижение давления в таре, основная роль принадлежит тепловому и механическому эксгаустированию.

Тепловое эксгаустирование целесообразно применять для жидких продуктов, которые несложно подогреть. Из исследованных нами консервов к ним можно отнести "Томатный сок" и "Зеленый горошек". Так, подогрев консервов "Зеленый горошек" в банке 9 в паровом эксгаустере в течение 2-3 минут до 85°C позволяет осуществить режим стерилизации при 120°C.

Для снижения давления в овощных закусовых, мясных и рыбных консервах применяли механическое эксгаустирование, моделируя укупоривание банок на вакуум-закаточной машине. При весьма умеренной глубине предварительного вакуума в банке 0,034 МПа можно стерилизовать "Икру из кабачков" в новых условиях при 120°C (рис.3а).

Учитывая, что глубина разрежения в камере современных вакуум-закаточных машин отечественного производства не превышает 550 мм рт.ст., ориентировались на максимальную величину создаваемого вакуума в банке 400 мм рт.ст.

Величина давления, возникающая в банке, укупоренной с предварительным удалением воздуха механическим путем, может быть рассчитана по формуле

$$P_c = P_n'' + P_b' \frac{V_1 T_1}{V_2 T_2} - W \tag{2}$$

где W - глубина вакуума при закатке, МПа.

Сопоставление результатов экспериментального определения давления с расчетными по формуле (2) показывает, что последние отличаются от опытных величин не более, чем на 10%.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать следующие параметры процесса открытой стерилизации исследуемых консервов, позволяющие реализовать новую технику стерилизации,

не опасаясь потери тарой товарного вида (табл. 2).

Таблица 2

Наименование консервов	Тара	Нач. тем-: пература: прод., °C	Глубина ме-: хан. экстау: стирования: МПа	Режим стерилизации в глицерине	
				1	2
Зеленый горошек	9	85	-	30	10
				120°C	25°C
				40	0,054
				118°C	25°C
		70	0,027	40	10
				118°C	25°C
Говядина тушеная	9	18	0,054	85	20
				120°C	25°C
		18	0,040	95	20
				118°C	25°C
Свинина тушеная	9	18	0,054	95	20
				120°C	25°C
Сок томатный	9	75	-	20	10
				120°C	25°C
				13	80
				110°C	25°C
o	13	85	-	55	20
				115°C	25°C
Икра овощная	12	70	0,034	70	20
				120°C	25°C
		70	-	80	20
				116°C	25°C
Перец резанный с овощным фаршем	12	50	0,047	85	20
				116°C	25°C
Баклажаны нарезанные кружками в томатном соусе	12	50	0,040	75	20
				120°C	25°C
		50	0,027	85	20
				116°C	25°C

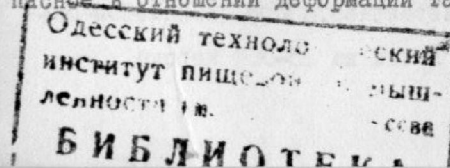
	1	2	3	4	5
Перец фаршированный	12	50	0,040	85	20
				116°C	25°C
Ставрида атл. обж. в томатном соусе	3	50	0,040	40	20
				120°C	25°C
		50	0,027	70	20
				112°C	25°C
Ставрида атл. нат. с добавлением масла	3	20	0,054	45	15
				120°C	25°C
		20	0,027	85	15
				112°C	25°C

Таким образом, изучение комплекса вопросов, связанных с процессом стерилизации консервов в аппаратах открытого типа, таких как характер остаточной деформации концов, величина внутреннего давления, степень теплового и механического экстаутирования, показало, что осуществление этого нового процесса в большинстве случаев возможно. Необходимым условием его является сочетание условий расфасовки и температуры стерилизации, толщины жести концов, геометрических размеров и конструкции тары.

Предпринятые поисковые исследования по выявлению агрессивности концентрированных растворов хлористого кальция при 120°C в отношении материалов технологического оборудования и жестяной тары показали, что скорость коррозии дешевых углеродистых сталей в этих растворах мало отличается от коррозионного воздействия горячей воды. После стерилизации консервов в растворе хлористого кальция и последующего трехмесячного хранения следов коррозии на поверхности банок не обнаружено.

Производственные испытания

Разработанные в лаборатории параметры, гарантирующие безопасное в отношении деформации тары протекание процесса открытой



с. в. 14408

стерилизации "Икры из кабачков" в банке 12 при 116°C и "Сока томатного" в банке 13 при 110°C, были проверены в производственных условиях на Одесском консервном комбинате путем заготовки опытных партий по 1000 банок каждая. Испытания проводили на опытном аппарате. Параллельно были заготовлены контрольные образцы этих консервов, стерилизованные в автоклаве. Обе опытные партии и контрольные образцы хранились на складе в течение 3 месяцев, а затем были подвергнуты разбраковке. При осмотре не обнаружено бомбажных банок, не замечено следов коррозии на поверхности тары, деформированных банок и других видов брака.

Микробиологические анализы подтвердили требуемую стерильность готовой продукции, а химическими исследованиями установлено, что в опытных образцах лучше сохраняются витамин С, каротиноиды, продукт получается светлым, с более высоким качеством жира.

Аналогичная картина наблюдается и при сравнении показателей качества "Сока томатного" в банке 13 и "Зеленого горошка" в банке 9.

В работе приведен расчет экономической эффективности использования в качестве теплоносителя технического глицерина и растворов хлористого кальция по трем вариантам новой технологии: с использованием теплового эксгаустера, вакуум-закаточных машин и кассет-носителей ограничительного типа. Расчеты показывают, что ориентировочный экономический эффект от внедрения одного стерилизатора по сравнению с автоклавами составит от 65 до 100 тыс. руб. в год.

ВЫВОДЫ

1. Исследования теплопроникования при стерилизации большого ассортимента консервов в жестяной таре (овощные натуральные, овощные закусочные, мясные и рыбные) в высокотемпературном теплоносителе - техническом глицерине - применительно к непрерывно действующему аппарату открытого типа показали, что стерилизация в условиях нового процесса протекает интенсивнее, чем в автоклаве, и при одинаковой летальности продолжительность теплового цикла на 25-30% короче.

2. Теоретическим исследованием факторов, определяющих давление в жестяной таре при стерилизации, установлено, что перепад внутреннего давления в таре над наружным в стерилизаторах открытого типа оказывается значительно большим, чем в автоклавах, и описывается выражением $P_{\text{в}} = (0,1 - P_{\text{н}}) \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} + [P_{\text{н}} - 0,1]$. Этот перепад может достигать 0,15-0,20 МПа. Поэтому при реализации нового процесса стерилизации консервов при атмосферном давлении и температурах выше 100°C имеется фактор, лимитирующий возможность реализации нового процесса - уровень возникающего при стерилизации давления, который в ряде случаев может вызвать необратимое вздутие концов, разгерметизацию элементов закаточного шва и ухудшение товарного внешнего вида банки.

Экспериментально получены данные, характеризующие в количественном отношении деформацию жестяной тары на возникающее в ней при стерилизации давление. Установлено, что при давлении 0,18 - 0,20 МПа в банке 9 и 0,14-0,16 МПа в банках 3,6,8,12 и 13 образующееся вздутие концов по окончании процесса обратимо и такой диапазон давлений является безопасным. Остаточная деформация концов тары не превышает 0,1-0,2 мм.

С позиций обратимости деформации можно считать допустимым уровень давления (0,20-0,22 МПа для тары диаметром 99 мм и 0,28 - 0,30 МПа - для тары диаметром 72,8), после сброса которого концы, благодаря возникающему при охлаждении продукта вакууму порядка 0,027-0,043 МПа, втягиваются в первоначальное положение. При этом остаточная деформация не превышает допустимого предела (1 мм).

За допустимым уровнем расположен диапазон давлений (0,24 МПа и 0,32 МПа соответственно для тары диаметром 99 мм и 72,8 мм), при котором возникающая деформация становится необратимой, вызывает образование на крышках клинообразных складок и приводит к нарушению герметичности закаточного шва. В этом диапазоне давлений никакими

условиями технологического процесса необратимая деформация не может быть предотвращена.

Количественные значения установленных границ давления находятся в прямой зависимости от толщины жести и в обратной — от диаметра концов.

4. С помощью нового мембранно-компенсационного метода измерения давления в таре при стерилизации установлено, что в зависимости от условий расфасовки, закатки и стерилизации овощных натуральных, овощных закусовых, мясных и рыбных консервов при температуре выше 100°C в аппарате открытого типа развиваемое внутреннее давление в таре 3, 6, 8, 9, 12, 13 либо находится в пределах допустимых значений (0,192–0,210 МПа) и позволяет практически осуществить новый процесс, либо превышает допустимый уровень (для тары 12, например, достигая 0,257 МПа) и затрудняет реализацию процесса.

Применение теплового эксгаустирования путем прогрева банок паром перед закаткой и механического — при использовании вакуум-закаточных машин — в большинстве случаев позволяет снизить давление ниже допустимого предела и осуществить процесс открытой стерилизации, не опасаясь появления остаточной деформации.

5. При температуре 110 – 116°C всегда удается подобрать такое сочетание начальной температуры и глубины предварительного механического эксгаустирования, при котором развиваемое давление не превышает допустимого.

При 120°C можно реализовать новый процесс стерилизации мясных консервов в таре 9 и рыбных — в банках 3, применяя предварительный механический вакуум 0,054 МПа. Несколько меньшая глубина вакуума в таре — 0,034 МПа — обеспечивает осуществление этого процесса для "Икры овощной" в банке 12.

Повышение начальной температуры "Зеленого горошка" в банке 9 до 85°C в паровом эксгаустере резко снижает давление в таре и

позволяет стерилизовать при 120°C после укупоривания на обычной закаточной машине.

6. Разработанные параметры нового процесса стерилизации испытаны в производственных условиях при тепловой обработке "Икры кабачковой" в банке 12 и "Сока томатного" в банке 13 путем заготовки крупных партий консервов. Заводские испытания подтвердили надежность и достоверность результатов лабораторных исследований, перспективность нового способа, обеспечивающего получение готовой продукции более высокого качества, чем после стерилизации в автоклаве.

7. Исследованиями термической стабильности глицерина в процессе длительного нагрева, моделирующего годичную эксплуатацию теплоносителя при 120°C , по таким показателям, как вязкость, плотность, температура кипения, содержание глицероля, органического нелетучего остатка, зол, смол, доказано, что изменение показателей качества теплоносителя при стерилизации консервов протекает медленно и позволяет рассчитывать на длительный срок его эксплуатации.

8. Разработаны исходные требования на проектирование опытно-промышленного образца непрерывно действующего стерилизатора открытого типа и начаты работы по созданию нового аппарата.

Ориентировочный экономический эффект от внедрения нового аппарата составляет не менее 65 тыс. руб. в год.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А. •
Применение жидких высокотемпературных органических теплоносителей для непрерывной стерилизации рыбных консервов. - "Рыбное хозяйство", 1970, № 1.
2. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Курило Л.И.
Давление в таре при стерилизации рыбных консервов в автоклавах и непрерывно действующих аппаратах открытого типа. - "Рыбное хозяйство", 1974, № 2.
3. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Курило Л.И.
Реакция жестяной тары на давление в стерилизаторах открытого типа. - "Известия вузов СССР. Пищевая технология", 1974, № 3.
4. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Чек А.А.
Мембранный метод измерения давления в жестяной таре при стерилизации в аппаратах открытого типа. - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1974, № 9.
5. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Условия непрерывной стерилизации консервов в открытых аппаратах.
Кишинев, изд. "Штиинца", сб. Материалы докладов IX научно-технической конференции Кишиневского политехнического института, 1973,
6. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Колесник М.Ф.
Слюсаренко Н.А.
О
Особенности стерилизации консервов в аппаратах открытого типа с применением жидких высокотемпературных органических теплоносителей. - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1975, № 1.
7. Титова А.А.
Исследование процесса непрерывной стерилизации "Зеленого горошка" в аппаратах открытого типа. Одесса. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации и пастеризации пищевых продуктов, 1975.
8. Флауменбаум Б.Л.
Титова А.А.
Авторское свидетельство "Способ стерилизации консервов в жестяных банках", № 348195 - "Открытия, изобретения, промышленные образцы товарные знаки", 1972, № 25.