

Автор ер.
К 43

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КОТЕЛЬНИКОВ Анатолий Феофанович

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И
ПРИМЕНЕНИЯ КРЫШЕК ИЗ ТОНЧАЙШЕЙ ЖЕСТИ
ДЛЯ СТЕКЛЯННОЙ КОНСЕРВНОЙ ТАРЫ

/Специальность № 05.02.14 - Машины и
агрегаты пищевой промышленности/

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1973

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КОТЕЛЬНИКОВ Анатолий Феофанович

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И
ПРИМЕНЕНИЯ КРЫШЕК ИЗ ТОНЧАЙШЕЙ ЖЕСТИ
ДЛЯ СТЕКЛЯННОЙ КОНСЕРВНОЙ ТАРЫ

/Специальность № 05.02.14. - Машины и
агрегаты пищевой промышленности/

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесский технологический
Институт пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова

Одесса - 1973

В И Б Л И О Т Е К А

Перуменко
1973

VO 12130

Работа выполнена на кафедре технологического оборудования пищевых производств Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова и в лаборатории тары УкрНИИ консервной промышленности /УКРНИИКИ/.

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент Г.Х.МОЛДАВСКИЙ

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор В.И.РЕУТ,
кандидат технических наук,
ст.н.с. Ф.И.КОГАН

Ведущее предприятие - Одесский экспериментальный завод
упаковочных изделий имени М.И.Калинина, г. Одесса.

Автореферат разослан " ____ " _____ 1973 г.

Защита диссертации состоится на заседании ученого совета
Одесского технологического института пищевой промышленности
имени М.В.Ломоносова в 10 часов 17 апреля 1973 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Письменный отзыв, заверенный печатью учреждения, в 2-х экземплярах просим прислать по адресу: г.Одесса, ГСП-510,
ул.Свердлова, 112.

УЧЕНЫМ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА,

К.Т.Н.

/Д.А.ЗАПОРОЖЕЦ/

В В Е Д Е Н И Е

В настоящее время все виды консервов расфасовываются, в основном, в жестяные или стеклянные банки. Из-за дефицитности белой жести в нашей стране свыше 60% консервов выпускается в стеклянной таре, потребность в которой к 1975 г. превысит 5 млрд. банок.

В связи с этим для изготовления крышек к стеклянным банкам в 1975 г. понадобится около 100 тыс. тонн белой жести средней толщиной 0,25 мм. При изготовлении крышек расход жести определяется площадью листов, от величины которой зависит количество изделий, полученных из данной партии жести. Поэтому для уменьшения веса расходуемой жести, а также для снижения ее себестоимости, наряду с удешевлением защитных покрытий, большое значение имеет уменьшение толщины используемой жести.

За рубежом для изготовления жестяной тары широко применяется жесь толщиной менее 0,16 мм, называемая у нас тончайшей /в соответствии с принятой терминологией в СССР к тончайшей относится жесь толщиной менее 0,18 мм, к тонкой - 0,19-0,22 мм, к обычной - толщиной от 0,24 мм и выше/. В нашей стране тончайшая жесь пока еще не производится, хотя технология ее изготовления разработана ЦНИИЧерметом и получила промышленное апробирование на заводе "Запорожсталь".

Следует отметить, что не только в нашей стране, но и за рубежом тончайшую жесь для крышек стеклянной консервной тары не применяют. Это связано с тем, что вопросы использования тончайшей жести для этой цели еще не разработаны.

Настоящая работа направлена на восполнение указанного пробела. При ее выполнении произведены экспериментальные исследования процессов изготовления и применения крышек из тон-

чайшей жести для отработки рациональной конструкции крышки и определения предела уменьшения толщины жести с учетом ее механических свойств. Проверена также возможность получения надежного и легкооткрываемого затвора /банка-крышка/. Результаты этой проверки представлены в работе и защищены авторскими свидетельствами /№ 243394, № 262049, № 351761/. Наряду с этим в работе предпринята попытка аналитически при упрощающих предпосылках вскрыть причины брака, имеющего место при экспериментальной переработке тончайшей жести, и наметить пути его устранения.

Диссертация состоит из пяти глав, выводов и приложений, включающих акты производственных испытаний.

I. Состояние вопроса и задачи исследования

Глава состоит из трех разделов. Первый из них посвящен анализу характеристик жести как тарного материала. Приведены механические свойства жести, выпускаемой в нашей стране и за рубежом. Показано, что за рубежом выпуск жести с широкой гаммой свойств облегчает условия ее использования.

В нашей стране жесьть выпускается в сравнительно узком интервале свойств и геометрических параметров. Это ограничивает рациональное использование жести в части ее технологических возможностей и экономного расходования.

Второй раздел посвящен перспективам производства и применения новых видов жести и, в частности, тончайшей. Рассмотрены существующие схемы производства тончайшей жести, их экономическая целесообразность и влияние способа производства жести на ее механические свойства.

Характеристики жести в конечном итоге определяют ее при-

меняемость для конкретного вида тары.

Для исследований была использована тончайшая жесьть, специально выпущенная для экспериментальных работ. По механическим свойствам ее условно можно разделить на две группы: мягкую - $\frac{\sigma_s}{\sigma_b} \leq 0,8$ и жесткую - $\frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 0,95$.

Работы ЭНИКМАШа, ВНИИКОПа, ЦНИИТУ и СКБ "Продмаш" в г. Симферополе показали, что при использовании жесткой тончайшей жести для цельнотянутой и сборной тары наблюдался повышенный брак в виде разрывов при штамповке банок и отбортовке корпуса, а также пружинения продольного шва на операции склеивания.

При переработке мягкой тончайшей жести происходило смятие фланца корпуса. Закатать банки крышками из тончайшей жести при выполнении указанных работ не удалось.

Таким образом, вопрос промышленного применения тончайшей жести для жестяной консервной тары в СССР пока не решен.

В последнем разделе освещены особенности использования тончайшей жести для крышек стеклянной тары и подчеркнута самостоятельная направленность исследований, так как условия использования стеклянной тары отличаются от жестяной.

При изготовлении крышек СКО ступенчатая форма боковой поверхности усложняет процесс вытяжки изделия из тончайшей жести. Здесь образуются складки в начале процесса штамповки, что приводит к браку и разрывам жести.

При закатывании крышек СКО из тончайшей жести по существующей технологии образуются гофры на завитом поле закатанного венца. Нижняя часть венца подтягивается кверху, что ведет к резкому ослаблению прочности укупорки.

Во время стерилизации под действием разности давлений в автоклаве и банке крышка с уменьшением толщины испытывает зна-

чительные прогибы внутрь банки, что при достижении критических величин ведет к потере устойчивости периферии рельефа крышки. Это проявляется в виде волнообразных вмятин, могущих вызвать негерметичность банок. Ухудшается внешний вид крышек и образуются центры коррозии в местах изломов, где возможно нарушение защитного покрытия.

В конце главы подчеркнута, что ранее выполненные исследования по вопросу использования тончайшей жести имели иную направленность, чем в данной работе, и сформулированы основные задачи, исследованию которых посвящена настоящая диссертация, а именно:

1. определение технологических параметров процессов изготовления крышек /штамповка и подбивка/ с отработкой геометрии инструмента /штампа и завивочных роликов/;
2. анализ основных вопросов герметизации стеклянной тары с отработкой технологических параметров процесса ее укупорки, обеспечивающих герметичность затвора и легкость открывания банок;
3. исследование влияния флуктуации давления в банке и автоклаве на несущую способность крышки при стерилизации;
4. изучение влияния механических и технологических характеристик тончайшей жести на технологические параметры процессов производства и применения крышек для консервной стеклотары;
5. разработка конкретных рекомендаций промышленности с целью внедрения крышек из тончайшей жести.

II. Аналитическое определение пределов устойчивости крышек для стеклотары.

Крышки консервных банок во время стерилизации под дейст-

ствием давления прогибаются в центре на величину в 10-15 раз больше их толщины. Поэтому при теоретических исследованиях характера распределения напряжений и деформаций в крышках СКО при нагружении их давлением в автоклаве использованы основные положения теории гибких пластин и оболочек /мембран/.

В настоящее время имеется несколько методов решения задач устойчивости пластинок с использованием различных критериев устойчивости. Наиболее приемлемым для нашего случая является метод В.И. Федосьева, разработанный им для плоской мембраны. Этот метод, как известно, основан на решении дифференциальных уравнений гибкой осесимметричной оболочки в больших перемещениях. Полученное решение применимо для мембран, испытывающих упругие деформации и прогиб которых не превышает 3-5 толщин.

В нашем случае сложность контурного закрепления, несимметричность рельефа и наличие пластических деформаций крышки вблизи контура при потере устойчивости не позволили использовать классический метод. Поэтому мы оценили критическую нагрузку приближенно, решив задачу отыскания связи критической нагрузки с геометрическими и механическими параметрами крышки за пределами упругости следующим образом.-

I. После решения основной системы дифференциальных уравнений для круглой гибкой пластины с начальной вогнутостью, приняв, что форма упругой поверхности крышки СКО сферическая, была найдена связь нагрузки с прогибом и определены напряжения в срединной поверхности крышки

$$\sigma_2 = \frac{E(f^2 + 2f_{max}f)}{4R^2} \left(1 - \frac{z^2}{R^2}\right), \quad (1)$$

где σ_2 - радиальные напряжения при прогибе крышки, МН/м²;

E - модуль упругости материала крышки, МН/м²;

f_{n2}, f - начальный и текущий прогибы в центре крышки, м;

R - радиус контура крышки, м;

z - текущая координата, м.

$$\sigma_{\varphi} = \frac{E(f^2 + 2f_{n2}f)}{4R^2} \left(1 - 3\frac{z^2}{R^2}\right), \quad (2)$$

где σ_{φ} - кольцевые напряжения, МН/м².

Из уравнения /2/ следует, что σ_{φ} на участке $\frac{R}{\sqrt{3}} \leq z \leq R$ будут сжимающими, достигая максимума у контура. Следовательно, на обозначенном участке крышки при достижении критических величин σ_{φ} наступает потеря устойчивости.

2. Используя полученные значения σ_z и σ_{φ} методом Ритца-Тимошенко был определен критический прогиб крышки в зависимости от ее геометрических параметров.

3. В уравнение А.А.Ильина, описывающее деформации пластинки за пределами упругости, было подставлено значение критического прогиба крышки и после преобразований получена искомая зависимость

$$P_{кр} = \frac{G_s h}{KR^2} \left(\sqrt{f_{n2}^2 + \frac{284J[4,32n^2 + n^2(1,7\mu - 3,58) + 1,36]}{Rh(1-\mu^2)n^2}} - f_{n2} \right), \quad (3)$$

где $P_{кр}$ - критическая величина давления на крышку, МПа;

G_s - предел текучести материала крышки, МН/м²;

h - толщина крышки, м;

J - главный момент инерции опасного сечения крышки, м⁴;

μ - коэффициент Пуассона;

n - число волн, образовавшихся у контура крышки при потере устойчивости;

K - безразмерный коэффициент, зависящий от свойств материала крышки и вида закрепления контура.

Полученная формула /3/ после определения коэффициента K экспериментальным путем позволяет приблизительно оценить влияние свойств жести и размерных параметров крышки СКО на допустимое

давление в стерилизационном аппарате.

Результаты произведенного анализа использованы при разработке конструкции крышки из тончайшей жести.

III. Анализ основных вопросов герметизации консервной тары

Глава состоит из двух разделов.

Первый раздел посвящен анализу устойчивости завитого поля крышки СКО при закатывании.

Процесс закатывания заключается в изменении формы венца крышки с помощью вращающегося вокруг банки ролика, который, перемещаясь к центру крышки, уменьшает диаметр ее нижней части. Таким образом, крышка с резиновым кольцом обжимается вокруг горла банки /рис. I-а/.

Из практики известно, что во время закатывания крышек СКО при определенных соотношениях геометрических и силовых параметров происходит потеря устойчивости завитого поля. Это ухудшает внешний вид закатанного венца крышки, на гребнях волн сдирается лак и полуда, что способствует интенсивной коррозии указанного участка крышки. Кроме того, острые края образовавшихся гофров вызывают ранения рук рабочих, обрабатывающих банки на дальнейших технологических операциях.

Указанное явление объяснено теоретически. При определенных условий образования складок на завитом поле крышки в процессе закатывания принято.-

1. Завитое поле крышки шириной \overline{b} представляет собой кольцевую пластинку, которая сжимается в радиальном направлении нагрузкой равномерно-распределенной по наружному контуру.

2. Наружный контур радиуса R_n имеет шарнирное закрепление, а внутренний - радиуса R_e - свободен.

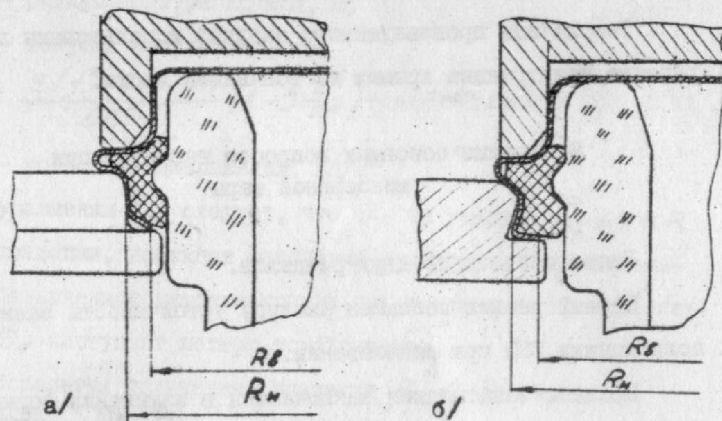


Рис 1 Схема обжима венца крышки СКО
а/ роликом обычного профиля,
б/ роликом с канавкой.

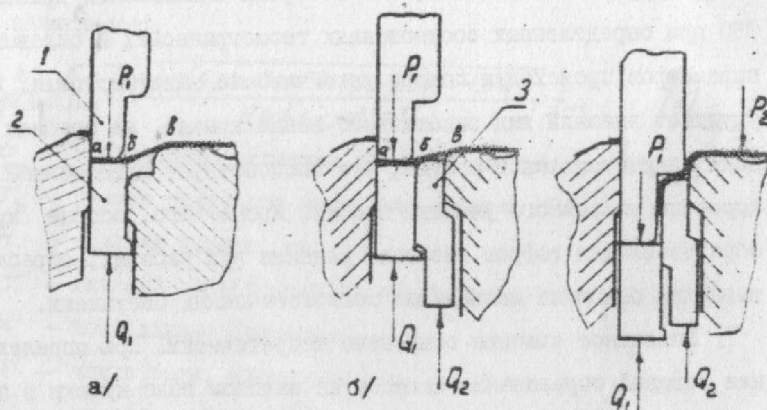


Рис 2 Схема работы штампа
а/ старой конструкции,
б/ новой конструкции,
1-пуансон, 2-прижимное кольцо,
3-поддерживающее кольцо.

3. Завитое поле перед потерей устойчивости находится в пластическом состоянии.

Используя энергетический критерий устойчивости при решении задачи пластического деформирования кольцевой пластинки методом Ритца-Тимошенко получена зависимость

$$\lambda_{кр} = \frac{3R_n M_0}{R_n - R_6} \sqrt{\frac{S_{ср}}{E_0}}, \quad (4)$$

где $\lambda_{кр}$ - критическая относительная толщина завитого поля крышки $\lambda = \frac{h}{l}$;

M_0 - безразмерный комплекс, зависящий от числа гофров и геометрических параметров завитого поля;

E_0 - модуль продольного изгиба, МН/м²;

$S_{ср}$ - средние сопротивления деформации материала крышки, МН/м².

Из формулы /4/ следует, что критическая толщина завитого поля зависит от его ширины, механических свойств жести и степени обжима венца крышки. В худших условиях находится завитое поле крышки СКО, изготовленной из жесткой тончайшей жести, сопротивление деформированию которой выше, чем у мягкой.

Для предотвращения гофрообразования необходимо уменьшить степень обжима нижней части венца крышки. Реализовать указанное требование возможно при закатывании крышек СКО роликом специального профиля /рис.1-б/. Наличие канавки позволяет основной нажим производить на среднюю часть венца. Уменьшение степени обжима венца крышки может понизить прочность укупорки банок.

Второй раздел III главы посвящен обоснованию минимального давления срыва крышек с целью обеспечения достаточной герметичности банки и легкости ее открывания потребителем.

В практике принято укупоривать банки так, чтобы давление, срывающее крышку с горла банок СКО, имело величину не ниже 0,15 МПа. Однако указанные критерии достигаются со значительными трудностями при закатывании банок крышками из тончайшей жести.

Для получения герметичного затвора достаточно резиновое кольцо прижать по всему периметру горла банки с небольшим усилием. В литературе имеется подтверждение этого положения, например, самовакуумирующие банки, а также резинометаллические клапаны приборов и дыхательных аппаратов. На основании анализа литературных данных по герметизации резино-металлических клапанов и рассмотрения условий равновесия предложена формула для расчета минимального давления срыва крышки с горла банки

$$P_y = 4 \frac{P_{cp} f b (1+k)}{D}, \quad (5)$$

- где P_y - давление срыва, МПа;
 P_{cp} - давление герметизируемой среды /максимальное давление в автоклаве/, МПа;
 f - коэффициент трения резины по стеклу /по данным Г.Х.Молдавского $f = 0,3$;
 D - диаметр горловины банки, м;
 b - ширина резинового кольца, контактирующего с горловиной банки, м;
 k - безразмерный коэффициент, зависящий от твердости резины.

Коэффициент k , определяется по методу В.А.Лепетова как тангенс угла наклона прямой, характеризующей отношение средней удельной нагрузки на резину от усилия вдавливания седла, к средней удельной нагрузке на резину от герметизируемого давления среды.

Формула /5/ справедлива для идеального затвора, у которого геометрические параметры и физические свойства уплотняющей прокладки постоянны /при нормальных температурных условиях/.

Учитывая колебания указанных выше параметров затвора и температурные условия, давление срыва должно быть выше расчетной величины с некоторым коэффициентом запаса. По данным Ф.И.Когана при колебаниях размеров горла банки СКО-83 в пределах допусков, толщине крышек 0,20-0,26 мм и температуре испытаний 373°K давление срыва находилось в пределах 0,06-0,13 МПа, т.е. в 2-2,5 раза ниже такового при испытаниях в нормальных условиях.

Следовательно, при расчетах по формуле /5/ для гарантии герметичности полученное значение следует увеличить в 2,5 раза. Учитывая изложенное, в таблице I приведены рекомендуемые значения прочности укупорки банок СКО крышками из тончайшей жести.

Таблица I

Давление в автоклаве, $P_{cp} \cdot 10^5$, Па	Прочность укупорки, $P_y \cdot 10^5$, Па		
	СКО-83	СКО-70	СКО-58
2,0	0,7	0,8	1,0
3,0	0,9	1,1	1,2

IV. Экспериментальные установки и методика проведения исследований

Экспериментальные работы проводились с целью детального изучения влияния толщины жести и ее механических свойств на

процессы изготовления крышек, их закатывания и стерилизации, а также для подтверждения результатов теоретических исследований, изложенных в главах II и III.

Механические характеристики жести определялись на разрывной машине типа РТ-250 согласно ГОСТу I497-6I. Запас пластичности - на приборе Эриксона.

Толщина жести измерялась микрометром. Разнотолщинность партии жести определялась общепринятым методом малой выборки / $n \geq 30$ /. Образцы отбирались из разных рулонов в начале, середине и конце каждого рулона.

Состояние защитного покрытия крышек после штамповки и после закатывания банок с консервами в процессе хранения изучалось по общепринятой методике йодометрическим методом.

Для определения усилия вырубки, прижима и формовки рельефа жесткости крышки при штамповке был сконструирован стенд, состоящий из гидравлического пресса, опытного штампа и регистрирующих измерительных приборов.

Исследование влияния геометрических параметров закаточного ролика и патрона на качество подвивки крышек осуществлялось на специальном приспособлении.

Лабораторные исследования формообразования венца крышки при закатывании производились на разработанном в УкрНИИКИ стенде, состоящем из закаточного механизма и компаратора.

Закаточный механизм позволял варьировать профиль закаточного ролика и его радиальную подачу, а также взаимное расположение ролика и крышки по высоте.

На экране компаратора проектировалось в десятикратном увеличении профильное изображение поверхности сопряжения закаточного ролика и венца крышки в момент обжима, а также обратное пружинение венца после отвода закаточного ролика.

Критерии оптимальной прочности укупорки по давлению срыва определялись известными методами по пружинному манометру кл. I,2 со шкалой 0-4 кгс/см², ценой деления 0,05 кгс/см². Температура испытания - 20°C, 100°C и 120°C.

При этом варьировались: толщина жести, профиль закаточного ролика, его радиальная подача, размеры горла банки и резинового кольца. Испытания при повышенных температурах производились в воде в специальном автоклаве.

Для сравнительной оценки легкости открывания банок был сконструирован динамометрический съемник. Критерием легкости открывания служили показания прибора при снятии крышек с образцов импортных банок типа "Омния".

Зависимость между критическим давлением, вызывающим необратимые деформации крышки от потери устойчивости края, механическими свойствами жести и геометрическими параметрами крышки исследовалась следующим образом.-

1. Для изучения малых деформаций крышки, характеризующих начальную стадию потери устойчивости, был использован метод линий деформаций или хрупких лаковых покрытий. Этот метод позволяет выявить зоны наибольших напряжений и направления главных деформаций по возникающим трещинам в покрытии.

2. Для изучения больших деформаций нами был сконструирован и изготовлен специальный профилометр. Он дает возможность проследить нарастание деформаций в любой точке поверхности крышки при различных схемах нагружения.

Испытания крышек производились следующим образом.- Крышка, покрытая с внешней стороны хрупким лаком ИМАШ-8, закатывалась на модели банки. Затем помещалась в барокамеру профилометра, где создавалось давление. Величина его регулировалась стабилизатором дискретно через 0,02 МПа. Диапазон регу-

лирования находился в пределах 0-0,32 МПа. Скорость подъема давления во всех опытах была постоянной и составляла 8 кПа за 60 секунд.

В процессе нагружения крышки измерялся прогиб в интереснейшей нас точке. Визуально велись наблюдения за состоянием лакового покрытия. При появлении первых трещин в лаковом покрытии фиксировались нагрузка, место их возникновения, направление и характер.

Пределы возможного уменьшения толщины жести для крышек к стеклянной консервной таре устанавливались после изучения полученных результатов исследования штамповки и завивки крышек, их закатывания и стерилизации. При этом учитывались возможные силовые нагрузки, действующие на крышку при стерилизации, которые обусловлены разбросом давления в банках. Указанный разброс анализировался по данным исследований Б.Л. Флауменбаума, Ф.И. Когана, И.С. Кагана и Э.Г. Молодецкого.

На завершающем этапе исследований в производственных условиях проверялась возможность изготовления крышек на существующем автоматическом оборудовании на Одесском опытно-экспериментальном заводе упаковочных изделий им. М.И. Калинина.

Возможность применения крышек из особо тонкой жести для закупорки и стерилизации консервов проверялась на Одесском опытно-экспериментальном заводе им. В.И. Ленина и Вознесенском консервном заводе.

Промышленные испытания производились многократно в течение нескольких лет, перемежаясь углубленными лабораторными исследованиями. При этом отработывались конструкция крышки, режимы закатывания и стерилизации. За время испытаний было изготовлено и закатано около 350 тысяч крышек из жести различной толщины, в том числе из тончайшей - свыше 110 тысяч штук.

Результаты лабораторных и производственных исследований обрабатывались методами математической статистики.

У. Результаты экспериментальных исследований

Последняя глава состоит из 6 разделов. В первом разделе приведены математически обработанные результаты определения характеристик жести.

В таблице 2 приведены свойства жести, примененной в исследованиях.

Результаты изучения разнотолщинности жести показали, что во всех партиях разброс толщины подчиняется нормальному закону распределения. Отклонение толщины жести по длине полосы при штамповке не превышало $\pm 0,01$ мм.

У жесткой жести имел место большой разброс механических свойств. Например, предел прочности при разрыве указанной жести толщиной 0,16 мм по длине рулона изменялся от 374 МН/м² до 548 МН/м², а глубина лунки по Эриксену - от 4,2 до 8,0 мм. Поэтому при изготовлении крышек из жесткой жести наблюдался повышенный процент брака при штамповке.

Во втором и третьем разделах приведены результаты экспериментальных исследований процессов изготовления крышек-штамповки и подвивки.

Установлено, что, применяя штампы существующей конструкции, крышки СКО из тончайшей жести изготовить нельзя, так как на торцевой поверхности венца крышки наблюдается интенсивное гофрообразование.

На рис. 2-а показано промежуточное положение штампа при вытяжке крышек СКО. Из приведенной схемы видно, что на участке а-б жесть закреплена между пуансоном I и прижимным кольцом 2.

V 012/30

Таблица 2

№ пп	Вариант прокатки	Шифр партии	Номер жести	Глубина дунки по Эриксену, мм	Предел текучести σ_s , МПа/мм ²	Предел прочности σ_b , МПа/мм ²	Число перегибов	Относительное удлинение $\Delta l, \%$	Примечание
1.	Ш	5-64	12	3,9-4,1	662,0	662,0	II	1,0	Жесткая
2.	Ш	"	14	3,6-4,2	595,0	597,5	13-12	1,0	"
3.	Ш	"	16	4,6	518,0	522,5	14	1,5	"
4.	II	12-65	16	7,5	228,0	285,0	-	19,8	Мягкая
5.	I	6-67	16	8,0	277,5	342,5	10-16	28,3	"
6.	I	"	18	8,5	275,0	329,0	10	30,8	"
7.	II	12-65	14	7,4	281,0	340,5	12	21,5	"
8.	Рядовая	10-68	22	6,9	285,4	351,2	-	25	"
9.	"	"	25	7,63	265,0	358,0	15	28-30	"

Это препятствует возникновению гофров при вытяжке. На участке б-в жесть ничем не фиксируется, в результате наступает потеря устойчивости. Учитывая изложенное нами совместно с Ф.Г. Молдавским разработана новая конструкция штампа, позволяющая устранить образование гофров на участке б-в.

В штампе новой конструкции /рис. 2-б/ введено подерживающее кольцо 3, которое подпружинено и служит опорой для жести на участке б-в на всех этапах вытяжки крышек.

Нами исследовались силовые параметры процесса штамповки крышек СКО в штампах новой конструкции, и в таблице 3 приведены их оптимальные значения.

Таблица 3

Тип крышки	Толщина жести, мм	Усилия в кН			
		прижима Q_1	поддержки Q_2	вырубки P_1	формовки рельефа P_2
СКО-83	0,16	2,10	0,49	17,75	64,90
СКО-58	0,16	2,01	0,79	13,20	31,60
СКО-83	0,26	2,33	-	35,70	86,50
СКО-83	0,16*	3,50	1,0	21,60	71,30

* жесть жесткая.

Из приведенных данных видно, что усилия вырубке крышек СКО-83 из тончайшей жести меньше в 2 раза, а усилия формовки рельефа - в 1,4 раза, чем таковые при изготовлении крышек СКО-83 из обычной жести толщиной 0,26 мм. Это значительно снижает нагрузку на пресс и штамп, что увеличивает долговечность оборудования.

При исследовании процесса подвивки крышек с коническим венцом было обнаружено явление огранки, заключающееся в искажении формы венца крышки в плане. Вместо окружности крышка

имела форму многоугольника.

Анализ указанного явления позволил рекомендовать следующее.

1. При подвигке крышек на машинах ЗМК-1 для ликвидации огранки необходимо:

а/ диаметр патрона довести до максимума /на 10-12 мм меньше диаметра крышки/;

б/ построить профиль ролика так, чтобы точка наибольшего контакта находилась в нижней части крышки, для чего уменьшить его конусность по сравнению с крышкой;

в/ установить под крышкой упор, ограничивающий колебание крышки вокруг точки контакта ее с завивочным роликом.

2. На машинах системы Пономарева необходимо:

а/ диаметр ролика увеличить до максимума;

б/ допуск на конусность ролика и клинчера должен обеспечивать наибольший контакт их с крышкой в нижней ее части.

Массовое производственное испытание подтвердило правильность приведенного анализа. Огранка была полностью ликвидирована. Крышки имели круглую форму с равномерным завитым полем.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований процесса закатывания. Показано, что крышки СКО из тончайшей жести нельзя хорошо закатать при любом профиле закаточного ролика. На завитом поле всегда образуются гофры, т.е. нижняя часть венца при обжиме стремится подтянуться вверх. Завитое поле отрывается от заплечика ролика, теряя опору. Это является принципиальным недостатком крышек СКО, исходная форма венца которой не соответствует способу укупорки.

Гофрообразование завитого поля удается устранить при закатывании роликом с канавкой разработанной нами новой крышки

/авт.свид.№ 351761/, которая названа СКОМ. Конструкция крышки представлена на рис.3.

Установлено, что при закатывании банок СКО даже крышками новой конструкции СКОМ невозможно добиться одновременно легкости открывания и достаточной прочности укупорки. Это удалось решить после разработки банки новой конструкции/авт.свид.№ 282049/.

Показано, что при укупорке предлагаемых банок крышками СКОМ с давлением срыва 0,1-0,12 МПа обеспечивается высокое качество закатывания и гарантируется герметичность. Крышки при этом легко снимаются с горла банки, не уступая по легкости открывания банкам "ОМНИЯ". Например, показания прибора при съеме крышек СКОМ-83 находились в пределах 1,7-1,9 Н.м, а при съеме крышек "Омния-82" - 1,2-1,6Н.м.

В пятом разделе представлены результаты исследований прочностных характеристик крышек при стерилизации консервов в стеклoбанках двух типов: I - требующих противодействия/СКО, предлагаемых по авт.свид. № 282049/ и II - не требующих противодействия /"Омния", самовакуумирующих по автор.свид.№243394 и др./.

При укупорке банок I группы крышками СКОМ из тончайшей жести по рекомендуемым нами режимам требуется процесс стерилизации вести так, чтобы давление в автоклаве было больше максимально возможного давления в банке в данный момент хотя бы на величину погрешности приборов, т.е. должно соблюдаться условие $P_a \geq P_0 \text{ макс.}$

При стерилизации банок II группы в начальный период процесса давление в аппарате должно определяться неравенством $0 \leq P_0 - P_a \leq 0,05 \text{ МПа}$, а в период охлаждения /III фаза/ -

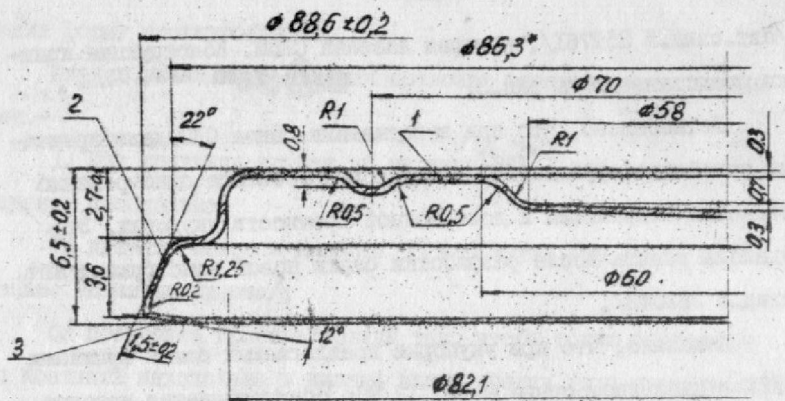


Рис 3 Конструкция крышки СКОМ из тончайшей жести
1-рельеф, 2-венец, 3-завитое поле.

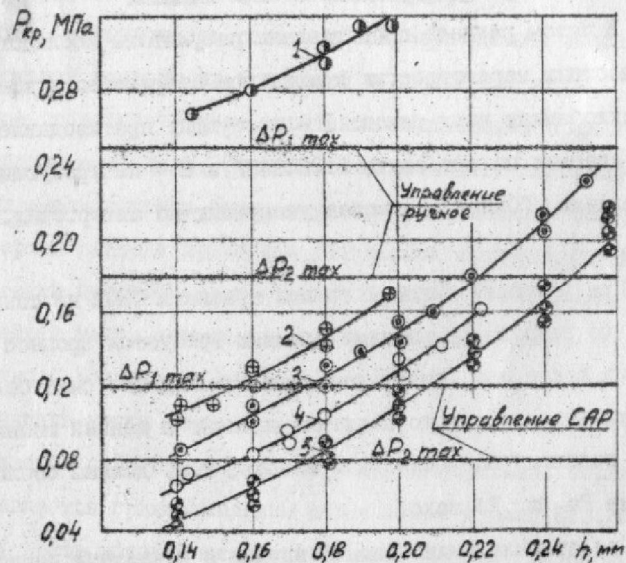


Рис 4 Влияние формы рельефа и толщины жести на критическое давление
1-рельеф пильчатый, 2-рельеф крышки типа "Омния", 3-рельеф крышки СКН, 4-рельеф типа II крышки СКО по РТУ 448-60, 5-рельеф типа I крышки СКО по РТУ 448-60.

$P_a \geq P_b$.

Как показали исследования, при ручном управлении процессом стерилизации возможный перепад давлений заключен в следующем интервале:

а/ для банок I группы $0 < \Delta P_1 = P_a - P_b \leq 0,25$ МПа;

б/ для банок II группы в III-й фазе $0 \leq \Delta P_2 \leq 0,18$ МПа.

В случае применения САР - соответственно, $0 \leq \Delta P_1 \leq 0,12$ МПа и $0 \leq \Delta P_2 \leq 0,08$ МПа.

Исследования несущей способности крышек СКО с помощью уравнения /3/ и экспериментально показали, что рельефы, рекомендуемые РТУ 448-60, в случае использования тончайшей жести не пригодны.

Экспериментальная проверка целого ряда известных рельефов, например, крышек СКН и "Омния" /см.рис.4/ также привела к выводу о необходимости разработки специального рельефа. Как видно из рис.4, даже в идеальном случае, т.е. при использовании САР в процессе стерилизации и применении банок II группы для укупорки, крышки СКО-83 из жести толщиной менее 0,16 мм теряют устойчивость.

В результате исследований был отработан новый рельеф, который показан на рис.3.

Этот оптимальный рельеф повышает несущую способность крышки в несколько раз. При давлении в 0,32 МПа крышки диаметром 83 мм с новым рельефом, изготовленные из мягкой жести толщиной 0,16 мм, не имели вмятин.

Таким образом, в результате исследования процессов закатывания и стерилизации оказалось, что в случае использования тончайшей жести конструкция существующей крышки СКО не пригодна. Была разработана принципиально новая конструкция крышки, которая проверена в лабораторных и производственных условиях.

В шестом разделе представлены результаты массовых производственных исследований и рассчитана экономическая эффективность от внедрения работы в промышленность.

В производственных условиях при работе линии по изготовлению крышек СКОМ из тончайшей жести на Одесском опытно-экспериментальном заводе упаковочных изделий им. М. И. Калинина было установлено следующее. -

1. Разработанный штамп показал полную пригодность для штамповки крышек из тончайшей жести. Расположение резиновой полуформы должно быть нижним в противовес существующему верхнему.

2. Рабочий участок молотка-сбрасывателя должен иметь форму призмы, что стабилизирует траекторию полета крышки в направлении движения транспортера завивочной машины. Это устраняет попадание крышки в зону штампа и под рабочие валки механизма удаления сетки отходов жести.

На работу пресса отрицательно влияет наличие остаточной кривизны полос, нарезанных из рулона. Это приводит к частому застреванию полос под направляющей планкой в момент передачи толкателем механизма захвата и поперечного переноса на рейку механизма подачи.

При анализе статистических данных, полученных в производственных условиях, установлено, что надежность работы линии без специальной наладки очень низкая. Нарботка на отказ составляет всего 587 изделий при производительности линии 2,9 штук в секунду.

При внесении вышеуказанных изменений в конструкцию штампа, пресса и после рихтовки полос надежность работы линии при той же производительности повысилась в 10 раз. Нарботка на

отказ составила 5500 изделий. При таком режиме настройки была выпущена партия крышек СКОМ из тончайшей жести. Всего выработано более 110 тысяч крышек, в том числе: диаметром 58 мм - 90 тыс. штук, диаметром 83 мм - более 20 тыс. штук.

На Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. В. И. Ленина и Вознесенском консервном заводе было выпущено 108 тысяч физических банок консервов, укуренных крышками из тончайшей жести / овощные закусовые, мясные, обеденные, консервы для детей - фруктовые и овощные /.

Закаточная машина была отрегулирована так, что среднее давление срыва составило величину $P_y = /1,2 + 0,14 / \cdot 10^5$ Па. Противодавление в автоклаве назначалось в соответствии с вышеизложенными рекомендациями.

После закатывания и стерилизации брака не обнаружено. Все режимы, отработанные в лабораторных условиях, подтвердились. Разработанные банка /авт. свид. № 282049/ и крышка СКОМ /авт. свид. № 351761/ отвечают поставленным требованиям, что дает право рекомендовать их для внедрения в промышленность.

При расчете экономической эффективности было принято во внимание, что крышки СКОМ из тончайшей жести могут выпускаться на существующем оборудовании при той же производительности, что и крышки СКО.

Все эксплуатационные расходы принимались равными и экономия определялась за счет уменьшения затрат на жести /использование тончайшей жести и уменьшение диаметра высеки заготовки крышки СКОМ на 2,5 мм по сравнению с СКО того же размера /.

При выпуске крышек СКОМ-83 из жести 0,16 мм вместо крышек СКО-83 из жести 0,25 мм экономия на 1 млн изделий составит 1,06 тысяч рублей.

Внедрение тончайшей жести к 1975 г. на 50% заводов страны может дать годовой экономический эффект около 2,3 млн.руб.

ВЫВОДЫ

1. Крышки СКО по РТУ 448-60 из жести толщиной менее 0,2 мм при существующих условиях производства использовать нельзя. Необходима новая конструкция.
2. Разработана, изготовлена и испытана новая крышка типа СКОМ /авт.свид. № 351761/ из тончайшей жести, которая пригодна для укупорки самовакуумирующей банки и новой банки с унифицированным горлом /авт.свид. № 243394 и 282049/, а также банок СКО. Новая форма венца крышки позволяет вести процесс закатывания без гофрирования. При укупорке банок с унифицированным горлом /авт.свид. № 282049/ с давлением срыва порядка 0,09-0,12 МПа получается эффект легкости открывания, аналогичный тому, который характерен для банок "Омни".
3. Исследованы процессы изготовления крышек из тончайшей жести, включающие штамповку и подбивку. Определены геометрические параметры инструмента и силовые параметры штампа. Оптимальным усилием прижима является величина порядка 2,1-3,5 кН, а на поддерживающем кольце - 0,5-1,0 кН.
4. Установлено, что при укупорке стеклянной тары, которая стерилизуется с противодавлением, рекомендуемая конструкция крышки /авт.свид. № 351761/ допускает применение тончайшей жести толщиной до 0,15 мм для крышек диаметром 83 мм, и 0,13 - для крышек диаметром 58 мм. Жесткая тончайшая жость, имеющая характеристики $\Delta\delta_0 \leq 1,5\%$ и $\frac{\sigma_s}{\sigma_e} \rightarrow 1$, не пригодна.
5. Экономический эффект от внедрения в промышленность содержащихся в диссертации предложений по применению крышек из тончайшей жести составит в расчете на 1975 г. 2,3 млн.руб.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Котельников А.Ф., Молдавский Ф.Г. Исследование процесса штамповки крышек СКО из тончайшей жести. В кн.: Научные работники - консервной промышленности. Одесса, "Маяк", 1971.
 2. Котельников А.Ф. Про порушення стійкості металевих кришок для скляної тари при стерілізації, "Харчова промисловість" № 3, 1971.
 3. Котельников А.Ф., Гусина Г.Б. Пастеризатор безперервної дії "Сінгл-Дек". "Харчова промисловість", № 3, 1966.
 4. Молдавский Ф.Г., Котельников А.Ф. Перспективы применения в консервной промышленности самовакуумирующих стеклянных банок. В кн.: "Труды", вып.У, М., Пищепромиздат, 1964 /Украинский НИИ консервной промышленности/.
 5. Молдавский Ф.Г., Котельников А.Ф. "Стеклянная консервная банка", описание к авторскому свидетельству № 243394, Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 16, М., 1969.
 6. Молдавский Ф.Г., Молдавский Г.Х., Котельников А.Ф. и др. "Стеклянная консервная банка", описание к авторскому свидетельству № 282049, Бюллетень изобретений и товарных знаков № 29, М., 1970.
 7. Молдавский Г.Х., Молдавский Ф.Г., Котельников А.Ф. и др. "Крышка для укупорки стеклянных консервных банок", описание к авторскому свидетельству № 351761, Бюллетень изобретений и товарных знаков № 28, М., 1972.
 8. *Moldavsky F.G. and Kotelnikov A.F. Glass Preserving Tars United States Patent № 3433379 (патент США)*
 9. *Moldavsky F.G. et Kotelnikov A.F. Bocal à conserves en verre Republique Francaise Brevet d'invention № 1538027 (патент Франции)*.
- По материалам диссертации сделаны доклады:
1. На XXXVII и XXXVIII научных конференциях ОТИКП, 1968 и 1969г.
 2. На Всесоюзном совещании работников консервной промышленности во ВНИИКОПе. Москва, февраль, 1968.

3. На Всесоюзном семинаре жестяно-баночников МПШ СССР. Одесса, Консервный комбинат, май, 1968.
4. На XXXI, XXXII и XXXIII научных конференциях ОТИШ им. В. М. Ломоносова, Одесса, 1970, 1971 и 1972 г.

БР.07104. 13.03.73.г. Формат 60 x 84

Объем 1,75 печ.л. 3 аказ 834 Тираж 180

Городская типография управления по делам издательства,
полиграфии и книжной торговли Одесского облисполкома

Ленина, 49