

Авторефер
ЖС41

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ЛСП. Вх. № 82
л. 30
л. 28
1974 г.

На правах рукописи

Для служебного пользования

Экз. № 15

ЛЕВАЛЕВСКИЙ АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ПАРТОННО-
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ЦЕЛЬЮ
УЛУЧШЕНИЯ ЕЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

Специальность № 05.02.14 - Машины и агрегаты
пищевой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Одесса - 1973

Автореферат
Ж 41

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Для служебного пользования

Экз. № 000015

ЛВАЛЕВСКИЙ АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ПАРТОННО-
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ЦЕЛЬЮ
УЛУЧШЕНИЯ ЕЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

Специальность № 05.02.14 - Машины и агрегаты
пищевой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

ОНАХТ 24.09.10
Исследование комбини



v017895

v 017895

ОНАХТ
БИБЛИОТЕКА

Одесса - 1973

Работа выполнена на кафедре технологического оборудования пищевых производств Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова и в лабораториях Украинского научно-исследовательского института консервной промышленности.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор М.Я. Дикис

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор В.З. Жадан,
кандидат технических наук Я.Ю. Локшин.

Ведущее предприятие - Всесоюзный научно-исследовательский и экспериментально-конструкторский институт тары и упаковки.

Автореферат разослан "26" марта 1973 г.

Защита диссертации состоится на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова "27" апреля 1973 г. в 10⁰⁰.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Совет института по адресу:

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

Ученый секретарь Совета,
кандидат технических наук Л.А. Запорожец.

ВВЕДЕНИЕ

Темпы роста производства потребительской комбинированной тары из картона и металла с каждым годом увеличиваются. Объясняется это рядом ее преимуществ по сравнению с традиционными видами тары из стекла и металла. Комбинированная тара дешевле и легче металлической и стеклянной, удобнее в употреблении — легко вскрывается, отличается хорошим внешним видом, лишена специфических недостатков, присущих стеклянной и металлической таре. Использование стеклянной тары в пищевой промышленности связано с опасностью боя и попадания стекла в продукт, с проникновением через стекло ультрафиолетовых лучей, активно разрушающих витамины. В таре из жести из-за перехода металла в расфасованный продукт в процессе хранения изменяется его цвет, ухудшается вкус и качество.

В апреле 1968 года Совет Министров СССР принял постановление "О мерах по улучшению повторного использования тары в народном хозяйстве и об увеличении производства экономичных видов тары", картонно-металлические банки относятся именно к такому виду тары. Массовое применение картонно-металлической тары позволит экономить дефицитные металлы, что имеет немаловажное значение в экономике СССР.

Решениями XXIУ съезда КПСС предусматривается дальнейшее повышение роста жизненного уровня народа СССР, расширение торговли и улучшение культуры обслуживания населения. Это в свою очередь вызывает быстрый рост товарного хозяйства страны и повышенный спрос на новые и дешевые виды тары и упаковки. Поэтому

вопросы конструктивного улучшения тары приобретают все более актуальное значение.

Имея определенные преимущества, цилиндрическая комбинированная тара не лишена также недостатков. Основной из них — негерметичность. Это сокращает сроки хранения расфасованных в нее продуктов и ухудшает их качество. Кроме того, в комбинированную тару, выпускаемую промышленностью, невозможно расфасовывать продукты с большим содержанием влаги.

При существующей опасности возникновения войны с применением ядерного, химического и бактериологического оружия проблема защиты продовольствия приобретает особое значение и, по существу, является одним из важнейших элементов защиты населения и вооруженных сил от средств массового поражения.

Поэтому на особый период предъявляются дополнительные требования по защите находящегося в таре продовольствия, от средств массового поражения.

Доработка конструкции и технологии производства комбинированной тары устранит указанные недостатки.

Настоящая диссертация посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию цилиндрической комбинированной картонно-металлической тары с целью разработки рекомендаций по повышению герметичности, механической прочности и усилению ее защитных свойств.

Работа проводилась на кафедре технологического оборудования пищевых производств Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова и в лабораториях Украинского научно-исследовательского института консервной

промышленности. Производственные испытания осуществлялись на Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. Ленина, Одесской пищевкусовой фабрике и Меджибожском консервном заводе.

1. ПРОИЗВОДСТВО И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАРТОННО-МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ

Первая глава включает:

обзор литературы в области производства и оценки степени герметичности картонно-металлической тары;

сравнительный анализ герметичности комбинированной тары и эталонных образцов;

цели и задачи исследований и краткое описание методик и экспериментальных установок, применявшихся в процессе работы над диссертацией.

В сборе литературы приведены сведения и характеристики различных покрытий и материалов из бумаги, картона, полимеров, металлов, биметаллов, стекловолокна и их комбинаций. Применение таких материалов в качестве основы или защитного слоя в корпусе тары позволит улучшить его герметичность.

Показана область применения комбинированной тары в СССР и за рубежом, даны объемы мирового производства и обоснована целесообразность ее применения.

В литературе нет работ, посвященных исследованиям комбинированных цилиндрических банок. Рекламные материалы об их использовании за рубежом не раскрывают технических характеристик, особенностей конструкций и технологии производства такой тары. Поэтому наши выводы и предложения базируются в основном на данных,

полученных в процессе экспериментальных работ над диссертацией.

По данным литературы комбинированная тара защищает находящиеся в ней продукты от радиоактивной пыли и микроорганизмов, но не предохраняет от отравляющих веществ, то есть обладает первой категорией защиты.

Для определения фактических защитных свойств исследованию были подвергнуты образцы комбинированной тары производства Одесского завода упаковочных изделий, Московской картонажной фабрики, Невельского и Лидского молочно-консервных комбинатов, а также фирм Англии, Японии и Италии.

Сравнительные исследования герметичности банок (пустых) проводили:

- 1) путем определения давления воздуха, при котором обнаруживается его истечение из мест негерметичности тары;
- 2) в парах аммиака по интенсивности окраски индикатора $CoSO_4$ находящегося внутри банок;
- 3) в парах аммиака по изменению электропроводности деионизированной воды, помещенной в таре, по мере насыщения ее ионами аммиака.

Эталоном в процессе сравнительных исследований служили образцы, изготовленные из картонно-бумажных материалов, обладающих первой и высшей категорией защиты.

Исследования показали, что ни один из испытанных образцов тары не имеет необходимой герметичности, в то время как повышение герметичности позволило бы обеспечить защиту продовольствия в комбинированной таре от средства массового поражения на особый период, а также улучшило бы условия длительного сохранения качества расфасованной продукции.

Таким образом, задача настоящей работы сводится к повышению герметичности комбинированной тары, для чего необходимо было

проделать следующее.

1. Исследовать герметичность элементов различных конструкций комбинированных банок, выпускаемых промышленностью СССР и зарубежных стран.

2. Установить влияние конструктивных особенностей отдельных видов соединительных швов на их герметичность и прочность с целью создания рациональной конструкции соединительного шва дна с корпусом.

3. Определить оптимальные условия образования прочно-плотного соединения дна с корпусом при минимальном расходе материалов.

4. Исследовать процесс производства картонно-металлической тары с целью разработки технологии изготовления корпусов повышенной герметичности.

5. Установить влияние применяемых материалов на герметичность и прочностные показатели тары.

6. Обеспечить экономическую целесообразность производства комбинированной тары, улучшенной конструкции.

Решение всех указанных задач освещается в пяти главах диссертационной работы, изложенных на 154 страницах машинописного текста с 63 рисунками.

В процессе исследований сконструировано, изготовлено и использовано пятнадцать экспериментальных установок, приспособлений и устройств.

П. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТАРЫ,
ВЛИЯЮЩИХ НА ЕЕ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Глава состоит из двух разделов:

- а) исследование технологии производства корпусов комбинированной тары;
- б) исследование соединительного шва дна с корпусом комбинированной тары.

Герметичность корпуса комбинированной тары зависит от способа его производства и свойств материала, из которого он изготовлен.

Известны два способа получения корпусов комбинированной тары: прямой и спиральной навивки. Способ спиральной навивки имеет ряд преимуществ перед прямой навивкой.

Для изучения особенностей производства тары и изготовления опытных образцов корпусов, подлежащих исследованию, были спроектированы и изготовлены экспериментальные установки прямой и спиральной навивки.

Корпуса изготавливали с различными защитными слоями из алюминиевой фольги и полимерных материалов. Особое внимание уделялось получению корпусов с защитными слоями на наружной и внутренней поверхности методом спиральной навивки.

Наружный слой корпуса банки, кроме защитных свойств, должен обеспечить таре возможность проведения влажной санитарной обработки заполненной тары в особый период. Внутренний же слой должен обеспечить расширение ассортимента расфасовываемых влаго- и жиросодержащих продуктов: джема, повидла, варенья, халвы, концентратов. Попытки получить корпуса тары с внутренним защитным слоем из

бумаги, покрытой полимерными пленками, на экспериментальной установке спиральной навивки, а также заводских линиях прямой навивки "Ягенберг" не увенчались успехом. При этом происходило сворачивание полимерной пленки на формирующем валу. Введение между валом и пленкой для улучшения условий скольжения различных смазок (талька, парафина, воска и других материалов) также не обеспечило положительных результатов.

Решение вопроса получения корпусов методом спиральной навивки с внутренней защитной пленкой из полимеров было найдено при создании "воздушной подушки" между формирующим валом и картонной гильзой. Для устранения гофров на внутренней поверхности гильзы, а также придания корпусу необходимой герметичности перед вводом в зону ведущих ремней, шов внутренней защитной пленки термически сваривался. Устройство для получения корпусов по описанной технологии защищено авторским свидетельством.

В настоящее время из отечественной и зарубежной практики известны разнообразные конструкции соединительных швов, которые обеспечивают таре различную герметичность и прочность. В работе исследованы и приведены фотографии разрезов соединительных швов комбинированной тары четырех наиболее крупных заводов-изготовителей СССР, а также иностранных фирм.

Прочность соединения металлического дна с корпусом картонной тары зависит в основном от конструкции соединительного шва и усилия обжатия его роликом. В большинстве конструкций швов прочность соединения обеспечивается за счет сил трения, существующих между контактирующими поверхностями дна и корпуса после обжатия их роликами. В этом случае для обеспечения прочного соединения дна с корпусом необходимо соблюдение следующего

условия

$$\pi f N t (D_{нар} + D_{вн}) \geq Q, \quad (1)$$

- где N - удельное усилие сжатия края дна с краем корпуса, прилагаемое роликом, H/m^2 ;
- f - коэффициент трения между материалом дна и материалом корпуса банки;
- t - линия контакта сжатия края картонного корпуса с деформированными элементами металлического дна, м;
- $D_{вн}, D_{нар}$ - внутренний и наружный диаметры корпуса банки, м;
- Q - усилие отрыва дна, Н;

откуда

$$N \geq \frac{Q}{\pi \cdot t \cdot f (D_{нар} + D_{вн})} \quad H/m^2 \quad (2)$$

Из приведенного уравнения следует, что прочность соединительного шва и усилие его формирования зависят, при прочих равных условиях, от площади контакта дна с корпусом по соединительному шву.

В тех случаях, когда прочность соединения доньев с корпусом тары увеличивается за счет вдавливания края дна в стенку корпуса, происходит подрезание наружных слоев материала корпуса банки, что нарушает его герметичность и снижает защитные свойства.

Исследования показали, что во время формирования соединительного шва за счет потери устойчивости край дна имеет место гофрообразование, присущее в большей или меньшей степени всем исследованным конструкциям соединительных швов. Наличие гофров на соединительном шве является одной из основных причин его негерметичности. Через образующиеся благодаря гофрам каналы в тару из окружающей среды могут проникнуть микроорганизмы, пыль и другие загрязнения.

Учитывая результаты исследований отечественной и зарубежной комбинированной тары, нами разработано несколько конструкций соединительного шва доньев с корпусом. Наиболее удачным оказался профиль волнообразной конструкции, на нем более развита поверхность контакта между дном и корпусом, исключено гофрообразование во время формирования шва, обеспечена достаточная жесткость. Поле захвата края корпуса увеличено, что особенно важно для усиления прочности и герметичности швов крупной комбинированной тары.

Донья с разработанным профилем для тары ϕ 217 и 78 мм были изготовлены на автоматическом оборудовании поточной линии специально спроектированными штампами. Дальнейшие исследования новых доньев подтвердили их преимущества перед известными в промышленности СССР и за рубежом.

Таким образом, на основании данных исследований, приведенных во второй главе диссертации, установлены основные причины негерметичности комбинированной тары и предложены пути их устранения.

III. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБИНИРОВАННОЙ КАРТОННО-МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ

Глава состоит из четырех разделов.

В первом разделе — "Исследования прочности соединения металлических доньев с картонным корпусом тары" приведены результаты исследований величины усилий срыва доньев крупной тары в зависимости от толщины жести дна, толщины и качества материала корпуса.

Указанные исследования необходимы для определения надежности конструкции тары и запаса прочности при заполнении ее продуктами

или материалами, имеющими различную плотность.

Для определения влияния толщины доньев на прочность соединительного шва донья изготавливали из жести толщиной от 0,20 до 0,34 мм. Исследования вели на корпусах одинаковой толщины, изготовленных из бумаги одного наименования. Прикатывание доньев к корпусу осуществляли на экспериментальной установке, обеспечивающей во всех опытах одинаковую степень сжатия шва специальным роликом, защищенным авторским свидетельством.

Исследования показали, что с увеличением толщины жести критическое давление срыва доньев увеличивается до 35 кН/м^2 . Оптимальной является толщина жести доньев, равная 0,28–0,30 мм.

Исследования по определению влияния толщины корпуса и качества бумаги, идущей на его изготовление, на прочность соединительного шва вели на доньях толщиной 0,28 мм и корпусах, изготовленных из трех, четырех и пяти слоев бумаги трех наименований.

Исследованиями установлено, что с увеличением толщины корпуса прочность соединения его с дном увеличивается. Качество бумаги также оказывает влияние на величину усилий срыва доньев. Лучшие результаты получены при изготовлении корпусов тары из бумаги по ГОСТ 7247-54, марки Б.

Во втором разделе – "Исследование вакуумной деформации комбинированной тары" определялось давление (вакуум) в банке, при котором создаются усилия, вызывающие необратимую деформацию элементов тары.

Опыты проводили с тарой, корпуса которой изготавливали из трех, четырех и пяти слоев бумаги трех наименований. В качестве защитного слоя использовали бумагу, ламинированную полиэтиленом. Установлено, что исследуемая

тара выдерживает значительный перепад давления. Четырехслойные опытные банки значительно прочнее аналогичных по емкости 10 л металлических, изготовленных из жести толщиной 0,26–0,30 мм, которые выдерживают перепад давления 20–27 кН/м².

Пятислойные банки из финского хром-эрсаца разрушаются при перепаде давления 64–66 кН/м².

За время исследований по определению критических давлений (вакуумной) деформации нами не наблюдалось явления "вытягивания" материала корпуса из соединительного шва. Это свидетельствует о надежности и прочности его конструкции.

В третьем разделе – "Исследование устойчивости комбинированной тары к осевым нагрузкам" приведены данные деформации тары от равномерно распределенных вертикальных осевых нагрузок. Эти данные необходимы для расчета допустимых усилий, возникающих в банках при герметизации, а также для установления предельных нагрузок на банки при складских и транспортных операциях.

Исследование банок, корпуса которых изготавливали из трех, четырех и пяти слоев бумаги четырех наименований, показали, что четырех и пятислойные корпуса тары выдерживают осевые нагрузки в пределах 2500 – 6000 Н. Критические осевые разрушающие усилия для корпусов с прикатанными доньями в случае применения волнообразного шва равны 800–2000 Н, что обеспечивает возможность складирования такой тары в многоярусные штабеля.

Зависимость осевого разрушающего усилия комбинированной тары P от количества слоев бумаги в корпусе и качества бумаги представлена графически на рис. 1, где обозначено:

- 3 – бумага Окуловского завода; 1 – финский хром-эрсац;
2 – автоматная (ГОСТ 72-47-54); 4 – советский хром-эрсац.

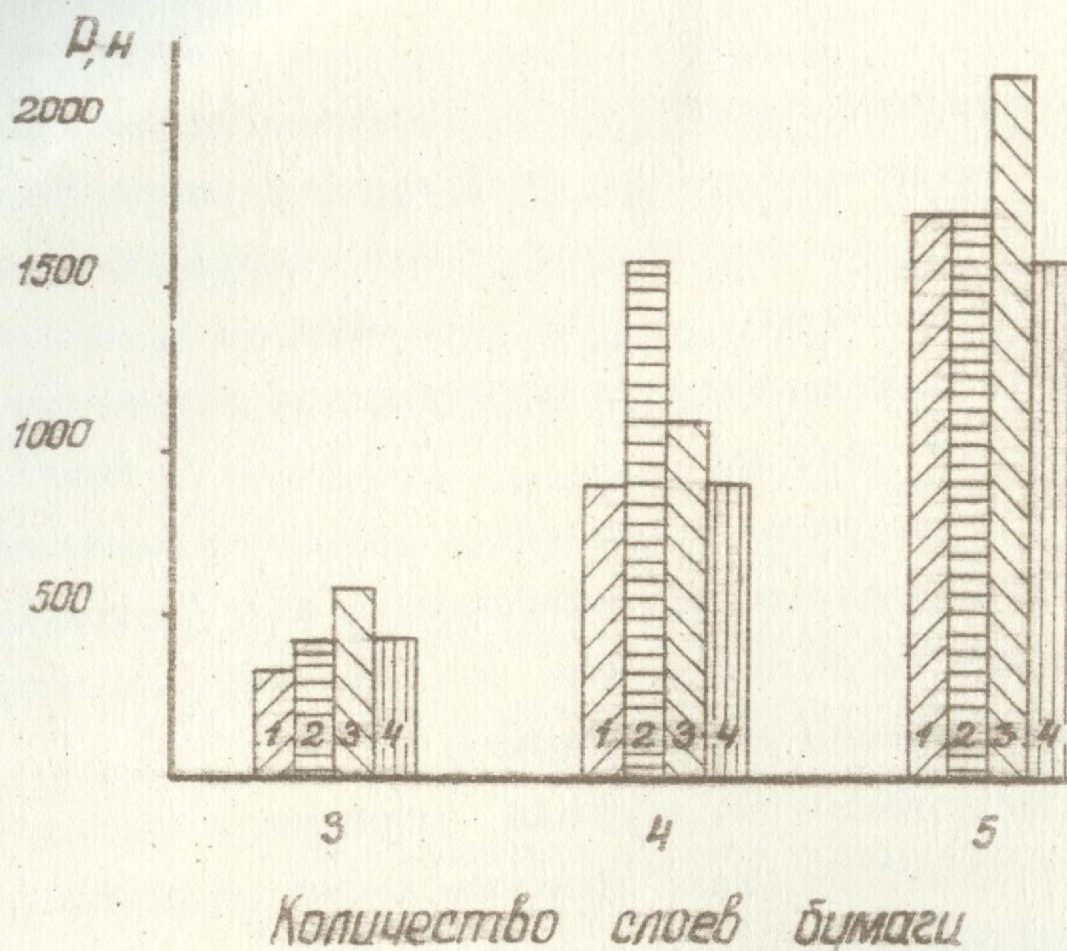


Рис. 1.

Экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке. Дисперсии различных выборок сравнивали между собой при помощи критерия Кохрена, а там, где это оказалось необходимым, при помощи критерия Бартлетта. После вычисления сводных оценок дисперсий и средних квадратичных отклонений было установлено, что их величина полностью определяется погрешностью измерительной аппаратуры.

Применение критерия Стьюдента для сравнения усредненных результатов показало влияние варьируемых факторов на изучаемые показатели. Были найдены уравнения, характеризующие зависимости:

давления срыва доньев тары $P_{кр}$ от толщины жести δ , а также количества слоев бумаги l , идущих на изготовление корпуса;

давления (вакуумной) деформации тары $P_{вок}$ от количества слоев бумаги в корпусе;

критического осевого усилия разрушения тары $P_{осев}$ от количества слоев бумаги в корпусе.

Аналитические выражения указанных зависимостей для одного из видов бумаги — финского хром-эрзаца — имеют следующий вид при ($2 < l < 6$ и $0,20 \text{ мм} \leq \delta \leq 0,34 \text{ мм}$):

$$P_{кр}^{\delta} = 24,5 + 8,15 \sin \alpha \operatorname{tg} 36,7 (\delta - 0,27) \quad \text{кН/м}^2;$$

$$P_{кр}^n = 8 + 9n - n^2 \quad \text{кН/м}^2;$$

$$P_{васк} = 88 + 2,2n - 2,6n^2 \quad \text{кН/м}^2;$$

$$P_{осев} = 370 - 450n + 140n^2 \quad \text{Н}$$

Таким образом, на основании приведенных в третьей главе результатов исследований доказана надежность улучшенного соединительного шва дна с корпусом. Изучены различные факторы, влияющие на прочность корпусов и тары в целом, что позволяет рекомендовать оптимальные условия ее производства. Масса комбинированной банки улучшенной конструкции в 1,5 раза меньше эквивалентной по объему жестяной и в 10 раз стеклянной тары.

19. УСИЛИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ШВА ДНА С КОРПУСОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ТАРЫ

Усилия образования герметичного соединительного шва являются косвенным показателем его надежности.

Величина этих усилий в значительной степени определяет размеры механизма для образования соединительного шва, что имеет большое практическое значение.

Для определения усилий закатывания стеклянной и жестяной тары рядом авторов предложены расчетные и экспериментальные формулы. Материалов, освещающих этот вопрос применительно к комбинированной таре, в литературе не имеется.

Глава состоит из двух разделов: теоретического определения усилий, возникающих при герметизации шва, и экспериментальной проверки фактических усилий закатывания комбинированной тары.

С целью теоретического обоснования величины усилий, возникающих при образовании прочно-плотного соединительного шва комбинированной тары, проанализирован процесс перемещения ролика (рис. 2) вокруг банки на угол α (из I во II положение) с одновременной радиальной подачей его на величину x к центру банки.

Рассмотрены возникающие при этом силы, которые действуют на закаточный ролик.

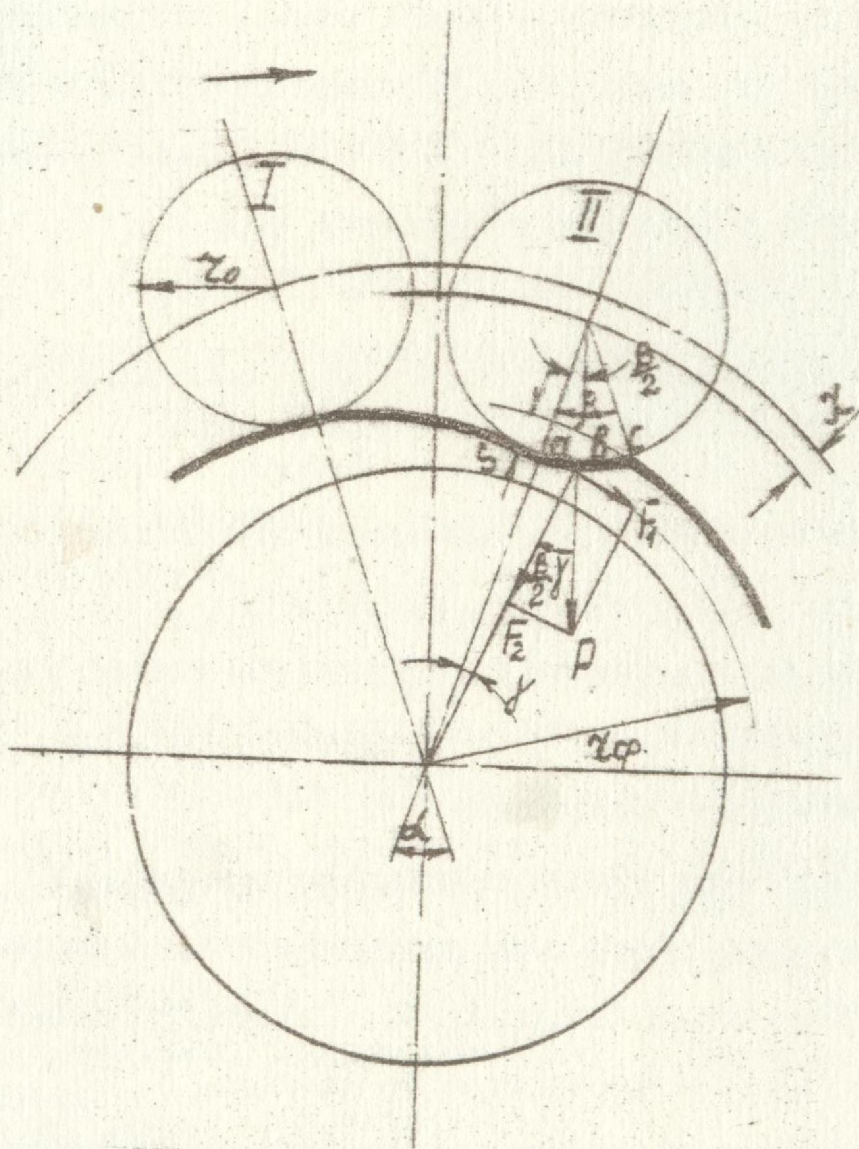


Рис. 2.

Составляющие равнодействующей силы закатывания P (F_1 - касательную к банке) и F_2 (радиальную) можно определить как

$$F_1 = P \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2} + \gamma\right), \quad F_2 = P \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2} + \gamma\right).$$

Подставляя соответствующие значения $\gamma = \frac{z_0}{z_{cp}} \cdot \frac{\beta}{2}$, получим:

$$F_1 = P \cdot \sin\left[\frac{\beta}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{cp}}\right)\right],$$

$$F_2 = P \cdot \cos\left[\frac{\beta}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{cp}}\right)\right].$$

Полная работа внешних сил A будет равна:

$$A = A_{F_1} + A_{F_2} = F_1 \cdot z_{cp} \cdot d + F_2 \cdot S \frac{d}{2\pi} \quad (3)$$

После подстановки соответствующих величин и преобразований получим

$$A = P d \left\{ z_{cp} \cdot \sin\left[\frac{\beta}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{cp}}\right)\right] + \frac{S}{2\pi} \cdot \cos\left[\frac{\beta}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{cp}}\right)\right] \right\} \text{ Нм}, \quad (4)$$

где S - радиальная подача закаточного ролика за один оборот закаточной головки вокруг банки;

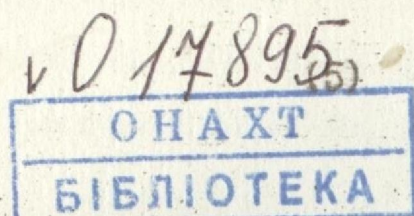
z_0, z_{cp} - радиусы закаточного ролика и банки;

β - угол контакта закаточного ролика с дном.

Для определения полной работы деформации изгиба и скатия фланца дна A^* и края корпуса A^k рассмотрен поэлементно процесс образования соединительного шва комбинированной тары.

Работа внешних сил будет равна работе всех видов деформаций:

$$A = A_{изг}^* + A_{ск}^* + A_{изг}^k + A_{ск}^k.$$



Поставляя в это равенство значения A из формулы (4), получим:

$$P = K \frac{A_{изг}^x + A_{изг}^k + A_{сж}^x + A_{сж}^k}{\alpha \left\{ z_{ср} \cdot \sin \left[\frac{B}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{ср}} \right) \right] + \frac{S}{2\pi} \cdot \cos \left[\frac{B}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{ср}} \right) \right] \right\}} H \quad (6)$$

Подставляя соответствующие числовые значения величин, входящих в формулу (6), для тары, имеющей $z_{ср} = 108,28$ мм, и закаточного ролика $z_0 = 26,2$ мм, а также вычислив работу деформации изгиба и сжатия элементов соединительного шва (при соответствующих характеристиках материалов дна и корпуса), получим

$$\sum A_{изг} = 8,5 \alpha D_{ж}; \quad \sum A_{сж} = 1,3 \alpha D_{ж};$$

$$P_{расч.} \approx K \cdot 1000 H,$$

где K — коэффициент, учитывающий допущения, принятые при выведении формулы определения усилия формирования соединительного шва комбинированной тары.

Экспериментальная установка для определения фактических усилий формирования соединительного шва состояла из тензометрического динамометра-датчика, четырехканального усилителя, вибратора, осциллографа, шунтов, приборного щита, механизмов крепления и вращения банки и подачи ролика. Динамометр позволял одновременно измерять средние и мгновенные значения трех взаимно перпендикулярных сил: P_x , P_y , P_z . Средние их значения определяются по показывающим приборам, а мгновенные фиксируются осциллографом. Практические замеры показали, что использование второго способа повышает чувствительность и масштабность измерений, улучшает точность показаний, а также наглядность на всем

протяжении процесса формирования шва. Исследовалось влияние на усилие формирования шва: толщины материала доньев, количества слоев бумаги в корпусе (3,4,5) и качества бумаги.

Установлено, что усилием формирования волнообразного соединительного шва является радиальная сила P_y , направленная параллельно оси, соединяющей центры дна банки и ролика.

Характер полученных осциллограмм показан на рис. 3.

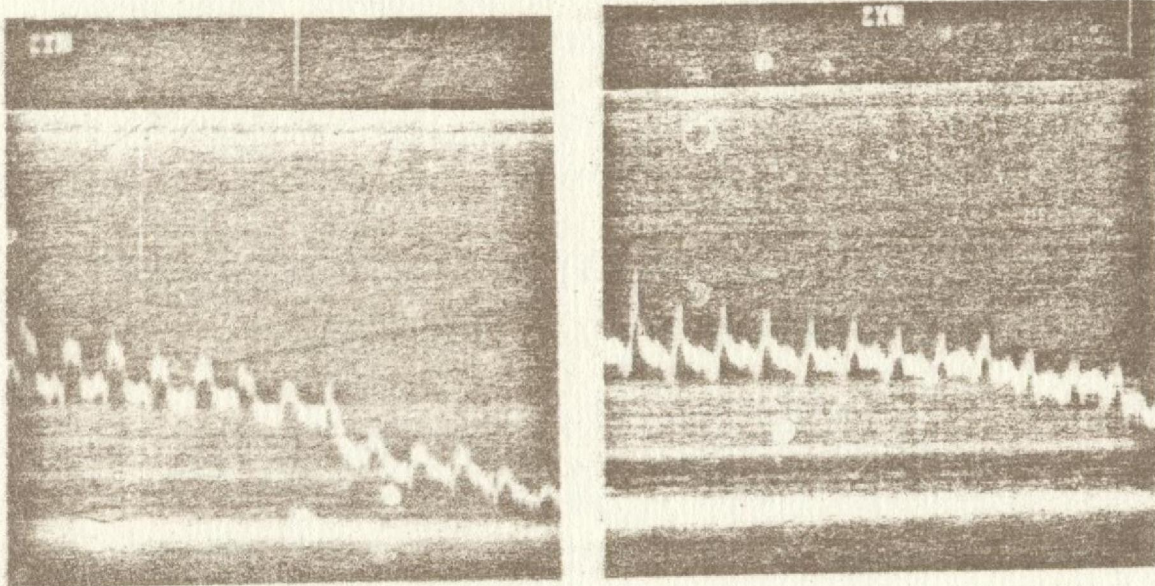


Рис. 3

Расшифровывая полученные осциллограммы, можно сделать следующие выводы.

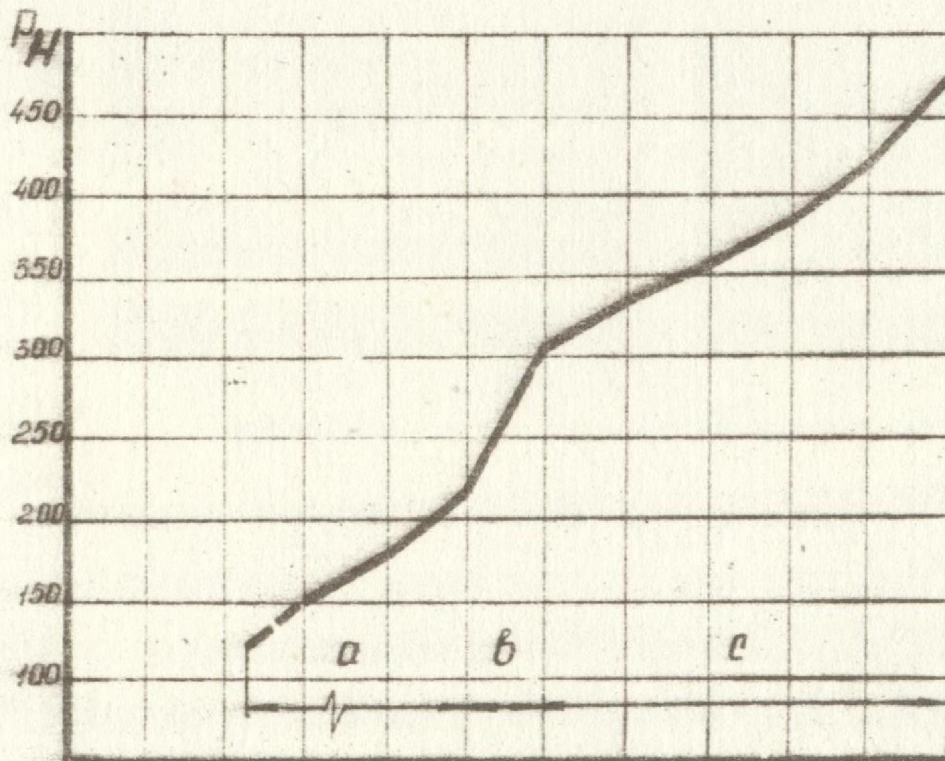
1. Нарастание усилий во время процесса образования соединительного шва носит волнообразный характер. Ширина верхнего пикового участка зависит от величины нахлеста слоев бумаги, образующих корпус тары.

2. Осциллограмма выписывается не прямой линией, а рядом малых пикообразных кривых. Особенно рельефно этот процесс отражен на осциллограммах, полученных при больших скоростях движения пленки.

Такой характер осциллограмм указывает на происходящие во время формирования соединительного шва доньев с корпусом процессы образования и сглаживания гофров при уменьшении размеров края фланца дна.

3. Характер и величина верхних пик зависит от качества и количества слоев бумаги, из которой изготовлен корпус.

Если динамику роста усилия формирования шва представить графически, то можно установить в определенный момент скачкообразный характер этого процесса (рис.4).



S' - удельная радиальная подача закаточного ролика δ мм/оборот

Рис. 4.

Условно процесс силового формирования шва можно разбить на три этапа: "а" - предварительной деформации края фланца дна;

"в" - уплотнения шва при заземлении края картонного корпуса между наружной и внутренней стенками фланца;

"с" - герметизации шва скатием стенки корпуса банки.

Продолжительность этапов "а", "в" и "с" при постоянной радиальной подаче зависит от механических свойств и толщины жести и картона, образующих соединительный шов.

На основании полученных фактических усилий формирования соединительного шва и расчетных данных определен коэффициент

$$K = \frac{P_{факт}}{P_{расч}} = 0,75$$

В конечном виде формула (6) будет иметь следующий вид:

$$P = 0,75 \frac{A_{изг}^{ж} + A_{изг}^{к} + A_{сж}^{ж} + A_{сж}^{к}}{\alpha \left\{ \frac{B}{2} \sin \left[\frac{B}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{ср}} \right) \right] + \frac{S}{2\pi} \cos \left[\frac{B}{2} \left(1 + \frac{z_0}{z_{ср}} \right) \right] \right\}} \quad H \quad (7)$$

Учитывая прямую зависимость между усилием формирования соединительного шва и его герметичностью и прочностью, может быть осуществлен косвенный способ контроля качества укупорки комбинированной тары.

Таким образом, на основании приведенных в четвертой главе результатов исследований дано теоретическое обоснование и выведена формула для определения усилий формирования шва комбинированной тары в зависимости от различных факторов. Практически подтверждена достоверность расчетных данных. Найден поправочный коэффициент к формуле определения усилий образования шва комбинированной тары. Уточнен процесс образования соединительного шва комбинированной тары.

У. ХРАНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В КОМБИНИРОВАННОЙ ТАРЕ УЛУЧШЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Глава состоит из трех разделов: исследований динамики охлаждения пищевых продуктов в комбинированной таре; исследований влияния комбинированной тары на качественные показатели расфасованной продукции; исследований защитных свойств комбинированной тары от средств массового поражения (ОВ).

Термическое сопротивление корпуса комбинированной тары можно записать в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} = m_1 \frac{\delta_1}{\lambda_1} + m_2 \frac{\delta_2}{\lambda_2} + m_3 \frac{\delta_3}{\lambda_3} + m_4 \frac{\delta_4}{\lambda_4},$$

где δ - толщины, λ - коэффициенты теплопроводности и m - количество слоев в корпусе тары: полиэтиленовой пленки (1), бумаги под слоем полиэтилена (2), основных слоев бумаги (3) и клеевых прослоек (4).

Подставляя соответствующие числовые величины, получим значение термического сопротивления корпуса комбинированной банки, которое в несколько сот раз больше термического сопротивления корпуса жестяной банки. Для выяснения влияния этого фактора на время охлаждения и качество продуктов, расфасованных в комбинированную тару в горячем виде, были проведены сравнительные исследования охлаждения яблочного сока, 30%-ной томатной пасты и клубничного джема в комбинированной и жестяной таре аналогичных размеров.

Температуру замеряли тарированными хромель-копелевыми термопарами в трех точках: в центре банки, на расстоянии 10 и 50 мм от края корпуса.

Охлаждение велось в потоке воздуха, потоке воды и естественных условиях.

Исследованиями установлено, что скорость охлаждения в центре банки с вязкими продуктами в потоке воздуха практически одинакова как в комбинированной так и в жестяной таре.

Жидкие продукты, например яблочный сок, охлаждаются несколько быстрее в жестяных банках (на $3-4^{\circ}$ за 2 часа).

В естественных условиях скорость охлаждения продуктов практически одинакова в комбинированной и жестяной таре.

Исследования показали, что термическое сопротивление слоя охлаждаемого в банке продукта несравнимо больше термического сопротивления корпуса комбинированной банки. Поэтому увеличенное термическое сопротивление картонного корпуса по сравнению с жестяным практически не сказывается на времени охлаждения продуктов в комбинированной таре.

Введение в корпус комбинированной тары одного или двух слоев бумаги, кашированной алюминиевой фольгой, а также применение при изготовлении корпуса клеев различных составов незначительно сказывается на времени охлаждения продуктов в комбинированной таре.

Технологические испытания включали наблюдения над банками и исследования расфасованных в них продуктов: повидла, халвы и сушеных овощей брикетированных и россыпью (картофеля, моркови и лука).

Испытания проводили в условиях складов с нерегулируемой температурой и влажностью воздуха, а также в специальной климатической камере, где создавали режимы хранения, близкие к метеорологическим условиям севера и тропиков. Температуру хранения изменяли от 248° до 341° К при влажности воздуха 98 %.

Цикличность изменения температуры в камере 12 часов. Тару перед расфасовкой продуктов подвергали санитарной обработке по разработанным режимам. Расфасованное в комбинированные банки повидло хранилось в течение 12 месяцев.

Проведенные химико-технологические анализы по определению содержания сухих веществ, сахара, аминокислота азота, кислотности, цветности и pH показали, что практически различия в химических показателях продукции, затаренной в опытные и контрольные металлические банки, не обнаружено.

При органолептической оценке также не установлено различия между продуктами, хранившимися в контрольной и опытной таре.

Бактериологические исследования не выявили возбудителей порчи повидла.

За 11 месяцев хранения сушеных овощей на складе, а также за один месяц хранения в климатической камере влажность продуктов не изменилась по сравнению с первоначальной и контролем в жестяных банках.

Отмеченное незначительное уменьшение влажности в сушеной моркови и луке, затаренных россыпью, объясняется перераспределением влаги между продуктом и корпусом, влажность которого во время опытов увеличилась.

При испытании комбинированной тары, заполненной халвой, в качестве внутреннего защитного слоя корпуса был применен лакированный целлофан.

Закатанные банки с продукцией хранили в цеховом складе с нерегулируемой температурой и влажностью воздуха в течение трех месяцев. Визуальный осмотр при разбраковке показал, что на поверхности банок и по шву отсутствовали какие-либо следы проникновения жира. Дегустацией и анализами установлено, что халва в

опытных банках имела показатели, соответствующие стандарту на данный вид продукции, и не отличалась от халвы, расфасованной в металлические банки № 15.

Исследования защитных свойств улучшенной тары, изготовленной с защитными слоями материалов в корпусе в различных комбинациях и примененными в качестве покрытия и клея поливинилацетатной эмульсии, эпоксидной смолы и нитрозмали, проводили по методикам, описанным на стр. 6 автореферата.

Применение метода определения герметичности тары по электропроводности деионизированной воды в зависимости от продолжительности насыщения ее парами аммиака, проникавшего в тару, позволило установить степень герметичности различных образцов комбинированной тары.

Герметичность тары выражалась величиной падения напряжения на постоянном сопротивлении R_0 экспериментальной установки,

$$A = k \left(\frac{dU}{dT} \right),$$

где k — коэффициент пропорциональности.

Так как полученные нами зависимости $U(T)$ близки к прямым линиям, то угол их наклона $\alpha = \frac{dU}{dT}$ позволяет судить о сравнительной герметичности тары различных конструкций (рис. 5).

Установлено, что степень относительной герметичности предложенной картонно-металлической тары во много раз выше чем эталонных и заводских образцов тары.

Место размещения защитного слоя материала в корпусе тары существенно влияет на паропроницаемость стенки корпуса. Защитный слой на наружной поверхности корпуса тары обеспечивает более высокую степень герметичности по сравнению с размещением защитного

слоя на внутренней поверхности стенки корпуса либо между слоями бумаги.

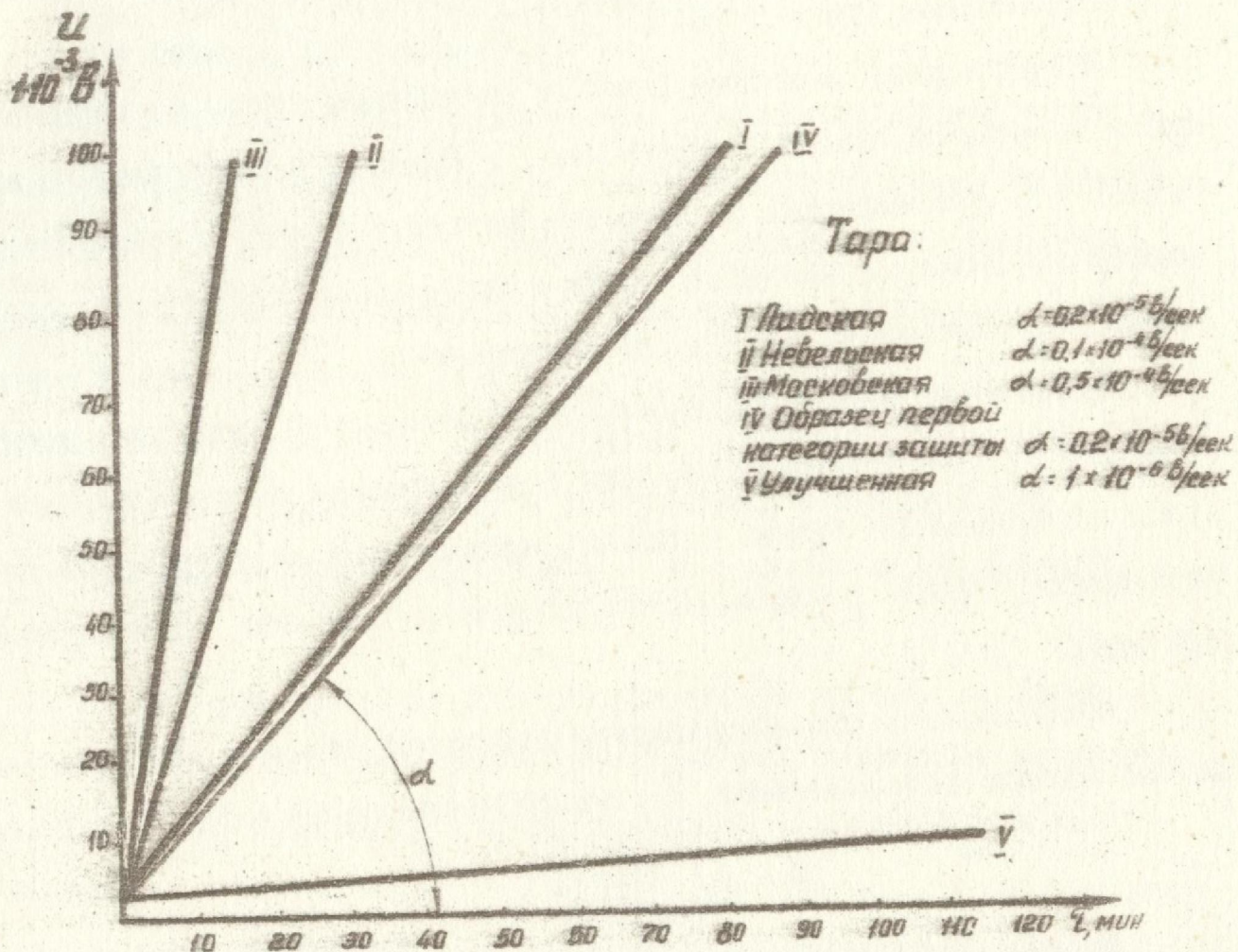


Рис. 5.

Окончательные испытания улучшенных образцов тары были проведены на отравляющих веществах. В качестве ОВ был применен один из наиболее летучих среди высокотоксичных фосфиновых ОВ.

Каждая банка была наполнена продуктом, обладающим высокой сорбционной способностью по отношению к парам ОВ и удобным для определения зараженности. Испытания проводили в специальных камерах при соответствующих условиях заражения.

Наличие или отсутствие ОВ в продукте определяли количественно

с помощью холинэстеразной реакции, имеющей к ОВ высокую чувствительность.

Исследовали шесть вариантов комбинированных банок.

Для образцов улучшенной тары, корпус которой изготавливали из трех основных и двух защитных слоев бумаги, ламинированной полиэтиленом, при применении в качестве клея поливинилацетатной эмульсии получены положительные результаты по защите содержимого банки от ОВ.

Полные данные испытаний банок по защите затаренного в них продовольствия от ОВ хранятся во втором отделе Украинского научно-исследовательского института консервной промышленности.

Таким образом, на основании исследований, результаты которых приведены в пятой главе диссертации, было установлено, что улучшенная картонно-металлическая тара обеспечивает сохранение качества расфасованного в нее продовольствия в различных условиях хранения, позволяет расширить сферу ее использования и значительно улучшить защитные свойства по сравнению с тарой промышленного производства и эталонными образцами.

Экономический эффект от внедрения комбинированной тары взамен жестяной № 15 составит 100 тыс. рублей на один миллион физических банок.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Сравнительные исследования комбинированной картонно-металлической тары отечественного и зарубежного производства показали, что выпускаемая в настоящее время промышленностью тара не обладает необходимой герметичностью и нуждается в улучшении ее защитных свойств.
2. Предложенная на основании проведенных исследований новая конструкция доньев обеспечивает необходимую герметичность и прочность соединительного шва дна с корпусом комбинированной тары.
3. Разработанный новый способ получения картонных гильв на "воздушной подушке с внутренней защитной пленкой из полимерных материалов и термосваренным швом" позволяет расширить область применения комбинированной тары, а также улучшить герметичность и защитные свойства картонного корпуса. Предложенные способы и устройства защищены авторскими свидетельствами № 262071 и № 268886.
4. Исследованиями установлено, что картонно-металлическая тара по сопротивлению осевым нагрузкам и вакуумной деформации не уступает показателям металлической тары аналогичной емкости.
5. На основании проведенных исследований найдены зависимости прочностных характеристик картонно-металлической тары от качества бумаги, толщины корпуса и металлических доньев.
Полученные данные позволяют выбирать соответствующие материалы для конкретных случаев применения тары.
6. Экспериментально доказано, что в комбинированной таре основное усилие формирования волнообразного шва направлено параллельно оси, соединяющей центры вкаточного ролика и дна банки.

7. Установлено, что усилие формирования (закатывания) волнообразного соединительного шва дна с корпусом, обеспечивающего необходимую герметичность и прочность, зависит в основном от качества материала корпуса, его толщины и толщины материала доньев. Определена степень влияния каждого фактора на усилие закатывания.

Усилие закатывания крупных комбинированных банок колеблется в пределах от 300 до 750 Н (76 кг). Максимальные усилия необходимы при формировании шва на пятислойном корпусе, изготовленном из бумаги типа финского хром-эксаца.

8. На основании исследований выведена математическая зависимость усилий закатывания от различных факторов. Определен поправочный коэффициент к указанной зависимости.

9. Экспериментально установлено, что защитные свойства улучшенной картонно-металлической тары превосходят во много раз защитные свойства комбинированной тары, выпускаемой промышленностью.

10. Технологические исследования продовольствия, расфасованного в улучшенную комбинированную тару, проведенные в производственных условиях, климатической камере, а также на специальных лабораторных установках для исследований защитных свойств тары от ОВ подтвердили надежность защитных свойств предложенной тары.

11. Исследованиями установлено, что при охлаждении в естественных условиях пищевых продуктов, расфасованных горячим розливом в комбинированную тару, термическое сопротивление корпуса практически не сказывается на изменении времени охлаждения продукта в потоке воздуха и естественных условиях.

12. Улучшенная комбинированная тара легче эквивалентной по объему жестяной в 1,5 раза и стеклянной тары в 10 раз.

13. Производство комбинированной потребительской картонно-металлической тары для расфасовки в нее пищевых продуктов, а также замена в некоторых случаях жестяной тары с целью экономии дефицитных материалов экономически целесообразны. Стоимость комбинированной тары по сравнению с жестяной аналогичной емкости ниже на 25-40 %.

14. В результате проведенных исследований и экспериментальных проверок разработаны мероприятия по улучшению герметичности существующей комбинированной тары, которые одобрены и рекомендованы МПН СССР к внедрению.

Основное содержание диссертации,
разрешенное к публикации в открытой печати, изложено
в следующих работах.

1. Жвалевский А.С., Красная Б.Я. Перспективы применения комбинированной картонно-металлической тары в пищевой промышленности. ВНИИЭИлеспром. Р.И. - "Целлюлоза, бумага и картон", № 7, 1970.
2. Жвалевский А.С. Охлаждение продуктов в комбинированной картонно-металлической таре. "Консервная, овощесушильная и пищевая промышленность". ЦНИИТЭИПищепром, НТИ, № 3, 1970.
3. Жвалевский А.С. Исследование прочностных характеристик крупной картонно-металлической тары. ЦНИИТЭИПищепром, НТИ, № 12, 1970.
4. Жвалевский А.С. Определение усилий закатывания доньев комбинированной тары. ЦНИИТЭИПищепром, НТИ, № 9, 1971.
5. Бершадский Г.Ю., Жвалевский А.С., Марьянич Л.И., Лаховская Н.Н., Бизюкин С.П. Описание к авторскому свидетельству № 262071. "Ролик первой операции для закатки шва." Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 6, 1970.
6. Жвалевский А.С., Бершадский Г.Ю., Красная Б.Я., Лаховская Н.Н., Хирик Р.И. Описание к авторскому свидетельству № 268886. "Устройство для изготовления картонных цилиндров с внутренним полимерным слоем для производства тары". Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 14, 1970.
7. Жвалевский А.С. Исследование производства корпусов комбинированной картонно-металлической тары. Автоматы, том 1, Каунас, 1972.

Результаты исследований по отдельным разделам работы доложены и обсуждены на 1-ой Всесоюзной конференции "Основные задачи теории конструирования и исследования упаковочных автоматов".

Отпечатано в УкрНИИКИ 22 марта 1973 г.
Заказ № 4Г.Экз.200.Г, 6 печатного листа.
г.Одесса. Ул. профессора Лопатко 13.