

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Калининградский государственный технический университет»

на правах рукописи

ДОЛГИЙ НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ
КОНСЕРВОВ В ПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Специальность 05.13.06. Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами

Д и с с е р т а ц и я

На соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

Доктор технических наук, профессор

Сердобинцев Станислав Павлович

Калининград – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СТРУКТУРА ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА	
РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ.....	10
1.1 Техническая структура линии	10
1.2 Операторная модель линии.....	13
1.3 Факторы разгерметизации консервов	16
ГЛАВА 2. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ	
ТЕЧЕЙ КОНСЕРВОВ	22
2.1 Исследование закаточных швов консервных банок.....	22
2.2 Методы обнаружения течей консервов.....	28
2.2.1 Пузырьковый метод	28
2.2.2 Манометрический метод.....	30
2.3 Исследование закаточных швов консервных банок	32
2.4 Использование адаптивных алгоритмов для анализа и распознавания дефектов консервных банок	34
ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ	
ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСЕРВОВ.....	46
3.1 Управление качеством закаточного шва консервов.....	46
3.2 Техническая структура автоматизированной системы контроля герметичности консервов.....	67
3.3 Контроль герметичности консервов на ленточном конвейере	75
ГЛАВА 4. НАСТРОЙКА ЗАКАТОЧНОЙ МАШИНЫ.....	
78	
4.1 Алгоритмы коррекции внешних элементов двойного закаточного шва	78
4.2 Алгоритмы коррекции внутренних элементов двойного закаточного шва настройки регулятора	85
4.3 Алгоритм настройки закаточной машины	89

ГЛАВА 5.МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ	92
5.1 Функциональная структура подсистемы позиционирования	92
5.2 Моделирование системы перемещения конвейера	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	103
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	104
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Причины дефектов закаточного шва металлических банок и способы их устранения	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Патенты полученные в процессе работы.....	118
ПРИЛОЖЕНИЕ С. Акт о внедрении системы контроля герметичности.....	128

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Важнейшей задачей пищевой промышленности является обеспечение населения безопасными пищевыми продуктами. Необходимость решения этой проблемы определена и в программе «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», утвержденной Правительством РФ.

Консервы из рыбы и других морепродуктов пользуются неизменным и значительным спросом у населения нашей страны. Эта продукция отличается высокими вкусовыми качествами, питательностью, усвояемостью, обеспечивая организм ценным набором веществ, необходимых для его нормальной жизнедеятельности.

Герметичность – обязательный показатель качества консервов, который может определяться с использованием разрушающих и неразрушающих методов контроля. К неразрушающим методам дистанционного контроля герметичности консервов относят визуальный осмотр, а также метод, основанный на использовании рентгенодефектоскопии. Разрушающий контроль заключается в механическом вскрытии закаточного шва и позволяет уточнить показатели качества закаточного шва. Герметизация консервов в условиях поточного производства достигается изменением параметров настройки закаточной машины.

В работе основное внимание уделялось герметизации консервов в металлической таре и контролю их герметичности.

На основе использования средств технического зрения, рентгенодефектоскопии и механического вскрытия закаточного шва предложены способы контроля герметичности и управления герметизацией консервов в условиях поточного производства.

Предложенные способы обоснованы математическим моделированием и результатами промышленных исследований рыбоконсервных производств.

С использованием предложенных способов контроля герметичности разработана система контроля, включающую подсистему позиционирования для

обеспечения установки банок в контрольные позиции и отбраковку негерметичных банок.

На качество стерилизованных консервов влияют сырьевые и технологические факторы. К сырьевым факторам относят условия заготовки и хранения сырья; к технологическим – способы и регламенты предварительной обработки сырья для получения полуфабриката, а также стерилизацию и хранение консервов.

Свойства, характеризующие показатели качества закаточного шва консервов, являются случайными величинами. Исследования были направлены на выявление причин отклонения показателей качества продукции от среднестатистических значений. Отмечено влияние процессов дозирования, предварительной тепловой обработки, укупоривания и стерилизации на герметичность консервов [4].

Обзор результатов исследований и функционирования консервных комбинатов с точки зрения гарантированного выполнения герметичности как важнейшего показателя качества подтверждает целесообразность дальнейшего совершенствования моделей, алгоритмов и устройств автоматизированных систем контроля герметичности и управления процессом укупоривания консервов в условиях поточного производства.

По результатам обследований современных рыбоконсервных комбинатов выявлено, что процент негерметичных изделий не превышает десятых долей процента от объема выпуска [48].

Большой вклад в разработку теоретических и практических основ обеспечения выпуска безопасной консервной продукции внесли Б.Л. Флауменбаум, С.А. Артюхова, В.П. Бабарин, Л.Т. Серпунина, В.П. Ангелюк, Howard A. и другие ученые. Основное внимание в работах этих авторов уделено совершенствованию технологии стерилизации, применению новых видов консервной тары, исследованию влияния качества исходного сырья и других факторов на безопасность и сохранность консервов [2,4,5,58, 65].

Дальнейшее улучшение методов и средств герметизации консервов предполагает решение следующих *задач*:

1. Создание технической структуры системы обеспечения и контроля герметичности консервной тары.
2. Совершенствование алгоритма настройки закаточной машины.
3. Оценка эффективности контроля герметичности консервов средствами технического зрения, рентгенодефектоскопии и механического вскрытия шва.

Решение этих задач способствует автоматизации контроля герметичности, повышению герметичности и безопасности консервной продукции.

В качестве основных методов исследований процессов герметизации и контроля герметичности использовались: теория управления, системный анализ и рентгенографический контроль качества продукции. **Объектом исследования** являлись процессы контроля герметичности и управления укупориванием консервов различной вместимости в условиях переменной производительности поточного производства.

Предметом исследования являлись модели, алгоритмы и устройства систем контроля и управления герметизацией консервов.

Цель работы – обеспечение герметичности и надежности консервной тары различной вместимости в условиях переменной производительности поточного производства. Указанные проблемы решаются совершенствованием алгоритмов и технической структуры системы контроля герметичности и управления закаточной машиной.

Критерием выбора аппаратных и программных средств систем управления герметичностью является доступность и надежность технических средств для создания системы контроля герметичностью банок и управления закаточной машины.

Изложены модели и алгоритмы контроля герметичности консервов с использованием средств технического зрения, рентгенодефектоскопии и механического вскрытия закаточного шва, а также система управления процессом укупоривания консервов различной вместимости и переменной производительности поточного производства, внедрение которых внесет

значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области ресурсосберегающих технологий производства и обеспечения безопасности консервов.

Научной новизной обладают:

1. Модель и алгоритм функционирования системы контроля герметичности консервов по измерению неоднородности цвета контролируемой поверхности банки.
2. Система контроля герметичности консервов средствами технического зрения и разрушающего контроля.
3. Модель системы позиционирования для установки консервов в положение, обеспечивающее контроль всего закаточного шва консервной банки, обнаружения негерметичных банок и удаления их в накопитель.
4. Алгоритм настройки закаточной машины с использованием средств технического зрения и механического вскрытия закаточного шва.

Методы исследований. Процессы разгерметизации исследовались методами физического и математического моделирования.

При физическом моделировании исследовалось влияние геометрии неплотностей на скорость утечки субстанции продукта консервации из банки. С этой целью в корпусе банки делались проколы иглами различных диаметров и определялась масса вытекающей субстанции за определенное время при фиксированной температуре. Полученные результаты удовлетворительно описываются математическими зависимостями, представленными в работе В.Г. Айнштейна [1].

Предложен метод регистрации утечек из консервов по цветовой неоднородности контролируемой поверхности банки.

Для сокращения сроков разработки системы контроля герметичности и управления герметизацией создан имитатор технического зрения, который использовался для выбора технической структуры и параметров основных элементов систем.

Имитатор состоит из персонального компьютера и двух веб-камер, обеспечивающих слежение за закаточным швом. Результаты исследований показали, что камеры системы контроля должны совершать колебания угла поворота в плоскости параллельной движению ленты конвейера. При разработке программы функционирования имитатора проводились эксперименты, подтвердившие работоспособность имитатора с выбранным алгоритмическим обеспечением. В работе был проведен эксперимент, в котором исследовались выборки герметичных и негерметичных банок с различными видами дефектов.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Концепция системы контроля герметичности рыбных консервов;
2. Способы и алгоритмы управления процессом герметизации консервной тары;
3. Управление позиционированием консервов при контроле герметичности.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы на различных этапах ее выполнения докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры автоматизации производственных процессов, ученого совета факультета автоматизации производства и управления ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» и следующих научных конференциях:

- VI Юбилейная международная научная конференция «Инновации в науке и образовании-2008», Калининград, 2008 г.;
- VII Международная научная конференция «Инновации в науке и образовании-2009», Калининград, 2009 г.;
- 29 межвузовская научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава «Проблемы и перспективы совершенствования охраны государственной границы и объектов» Калининград 2011;
- III Международный Балтийский Морской Форум Калининград 2015;
- IV Международный Балтийский Морской Форум Калининград 2016;
- научная конференция с международным участием «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука», Москва 2017г.

Полученные в работе результаты поддержаны руководством рыбоконсервных комбинатов «За Родину» и ООО «Роскон». Актуальность проблемы, решению которой посвящена диссертационная работа, подтверждается и получением гранта на выполнение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы в рамках государственного задания в 2016 году «Разработка микропроцессорного комплекса с системой технического зрения для целей диагностирования герметичности и качества продукции, произведённой предприятиями рыбной промышленности».

Практическая значимость. Разработаны способ и устройство контроля герметичности консервов в металлической таре средствами технического зрения (Пат. РФ 2396529), а также линия для производства рыбных консервов (Пат. на полезную модель РФ 127589) с устройством загрузки консервных банок различной вместимости на транспортер и их позиционирования в условиях переменной производительности поточного производства (Пат. на полезную модель РФ 105263 и 153576). Получено Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ 2016662244 Рос. Федерация «Программа анализа изображений дефектов консервных банок с целью контроля их герметичности».

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ. Из них 3 в журналах, входящих в перечень ВАК, 6 докладов в сборниках международных научно-практических конференций. Получены патент РФ № 2396529 [41] и три патента на полезные модели №105263 [42], №153576 [43] и №127589 [44].

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка используемой литературы (83 источника) и 3 приложений. Общий объем диссертации 128 страниц, 51 иллюстрация, 2 таблицы.

ГЛАВА 1. СТРУКТУРА ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

1.1 Техническая структура линии

Консервная продукция обладает хорошими вкусовыми качествами и большим сроком хранения. Герметичность – важнейший показатель качества консервов, который обеспечивается использованием непрерывного контроля технологических операций производственного процесса.

Консервное производство рыбных продуктов организовано по принципу поточной линии. Поточная линия представляет собой совокупность процессов, реализуемых соответствующими машинами, аппаратами и агрегатами. Производительности отдельных подсистем, образующих линию синхронизированы по времени и объему производства [40].

Эффективность работы линии существенно зависит от степени механизации и автоматизации отдельных технологических операций. В настоящее время совершенствуются отдельные подсистемы, включая загрузку продукта, передачу полуфабриката от одной подсистемы к следующей и контроль качества выполнения отдельных операций и линии в целом. При этом особое внимание уделяют вопросам безопасности консервов, в частности герметичности консервной тары, точности дозирования компонентов консервов, поддержания основных технологических параметров в заданном регламенте. Важной проблемой, решение которой не реализовано к настоящему времени, является контроль герметичности консервов, и отбраковка дефектных банок в процессе функционирования поточной линии.

Основные технологические операции и контролируемые параметры при производстве консервов из обжаренной рыбы в томатном соусе приведены на рисунке 1.

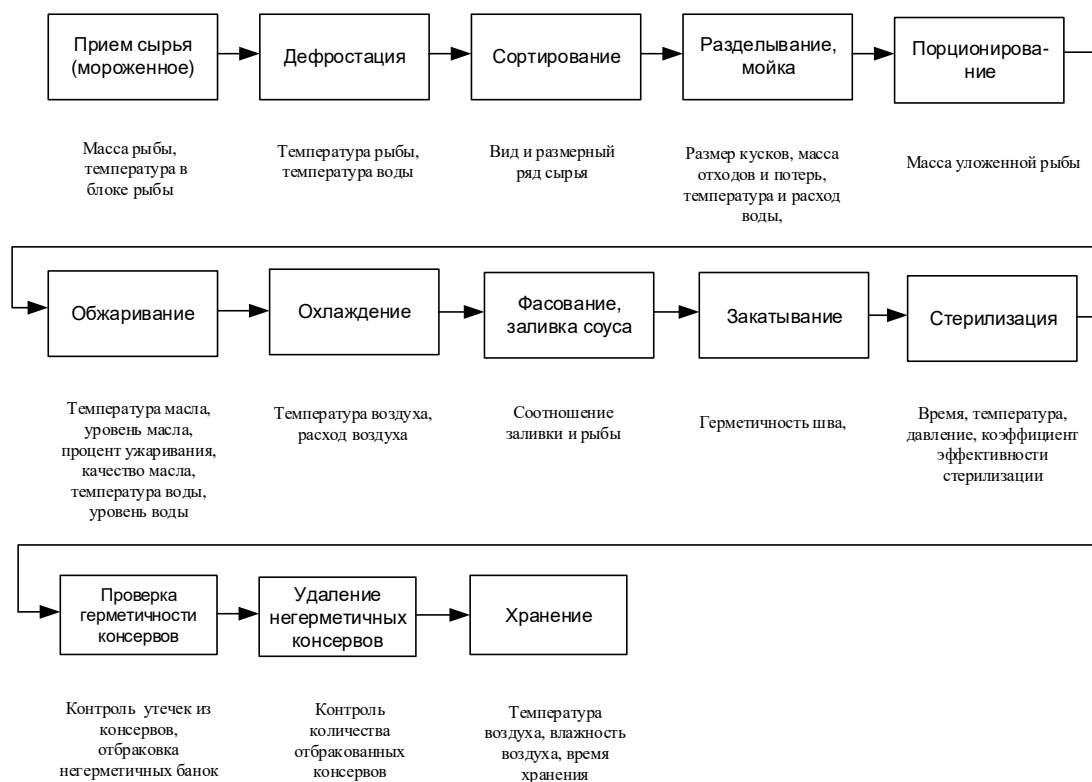


Рисунок 1. Основные технологические операции и измеряемые величины при производстве консервов из обжаренной рыбы в томатном соусе

Техническая структура линии производства консервов (рисунок 2) включает в себя следующее оборудование:

- дефростер 1;
- стол для разделки рыбы 2;
- устройство для мойки 3;
- порционирующий и фасовочный агрегат 4;
- бланширователь 5;
- маслodosатор 6;
- дозатор вкусоароматических пищевых добавок 7;
- закаточная машина 8;
- автоклав 9;
- система технического зрения 10;
- вакуумный насос 11;
- блок управления линией 12;

- конвейер 13.

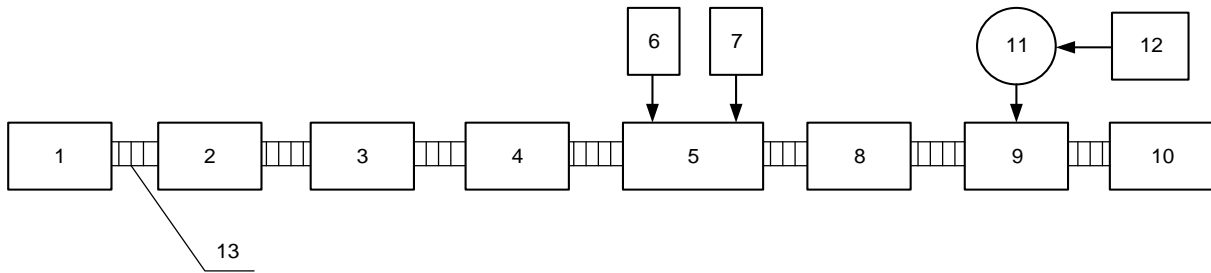


Рисунок 2. Линия для производства рыбных консервов

Консервное производство на береговых предприятиях работает в основном на замороженном сырье. Сырье подается в дефростер для размораживания. Размороженное сырье разделяют, моют холодной водой в моечном устройстве и фасуют в банки. Наполненные сырьем банки перемещаются конвейером в бланширователь, где подвергаются предварительной тепловой обработке. В бланшированные консервы заливают масло, добавляют вкусоароматические добавки и соль. Наполненные банки подают в закаточную машину. Укупоренные банки поступают в автоклав для стерилизации. Стерилизованные банки выгружают из автоклава, проверяют их герметичность и направляют на завершающие технологические операции: мойка, этикетирование и упаковка готовых консервов.

После стерилизации банки охлаждают холодной водой, что может привести к смыву утечек субстанции из негерметичных банок. Для обеспечения условий, способствующих визуализации утечек используется вакуумный насос 11, увеличивающий перепад давлений между полостью банки и автоклавом. Величина разряжения не должна нарушать герметичность банки [5].

Контроль герметичности банок после стерилизации осуществляется с помощью системы технического зрения 10, способной регистрировать утечки субстанции на закаточном шве банки и по сигналу блока управления линией 12 отбраковывать дефектные банки [41].

1.2. Операторная модель линии

Для анализа технологической схемы целесообразно использовать операторную модель, элементами которой являются технологические операции. Технологическая схема рыбоконсервной линии в операторной форме показана на рисунке 3, а используемые символы приведены на рисунке 4.

Операторная модель представляет собой управляемую часть технологической системы, состоящую из взаимосвязанных отдельных подсистем. Выход каждой подсистемы характеризует один или несколько основных параметров технологического процесса.

Особенностью операторной модели является включение на завершающем этапе технологического процесса производства консервов автоматизированной контрольной операции проверки герметичности и отбраковки дефектных банок. Введение непрерывного автоматизированного контроля герметичности обеспечивает безопасность консервов и повышение производительности консервной линии.

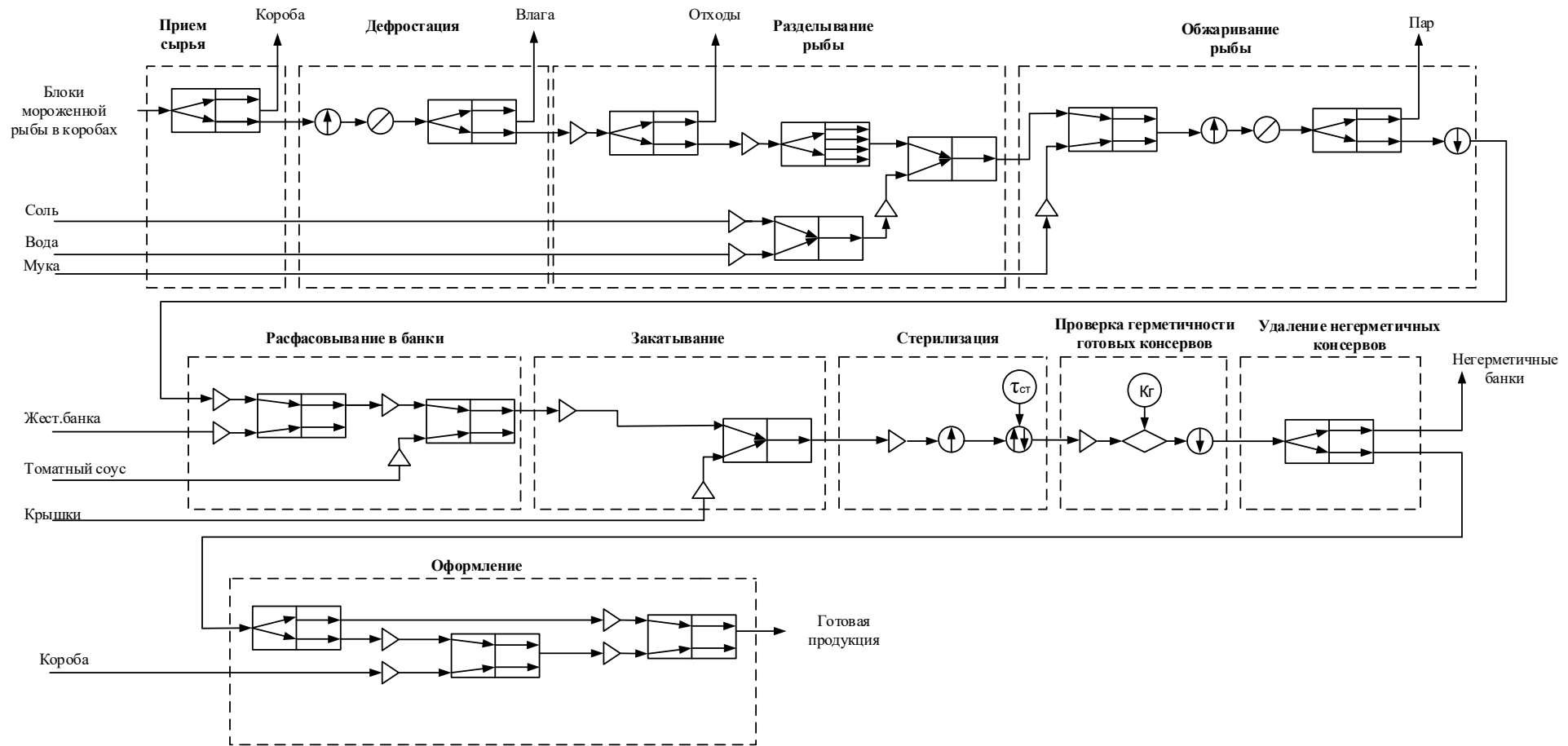


Рисунок 3. Технологическая схема рыбоконсервной линии в операторной форме

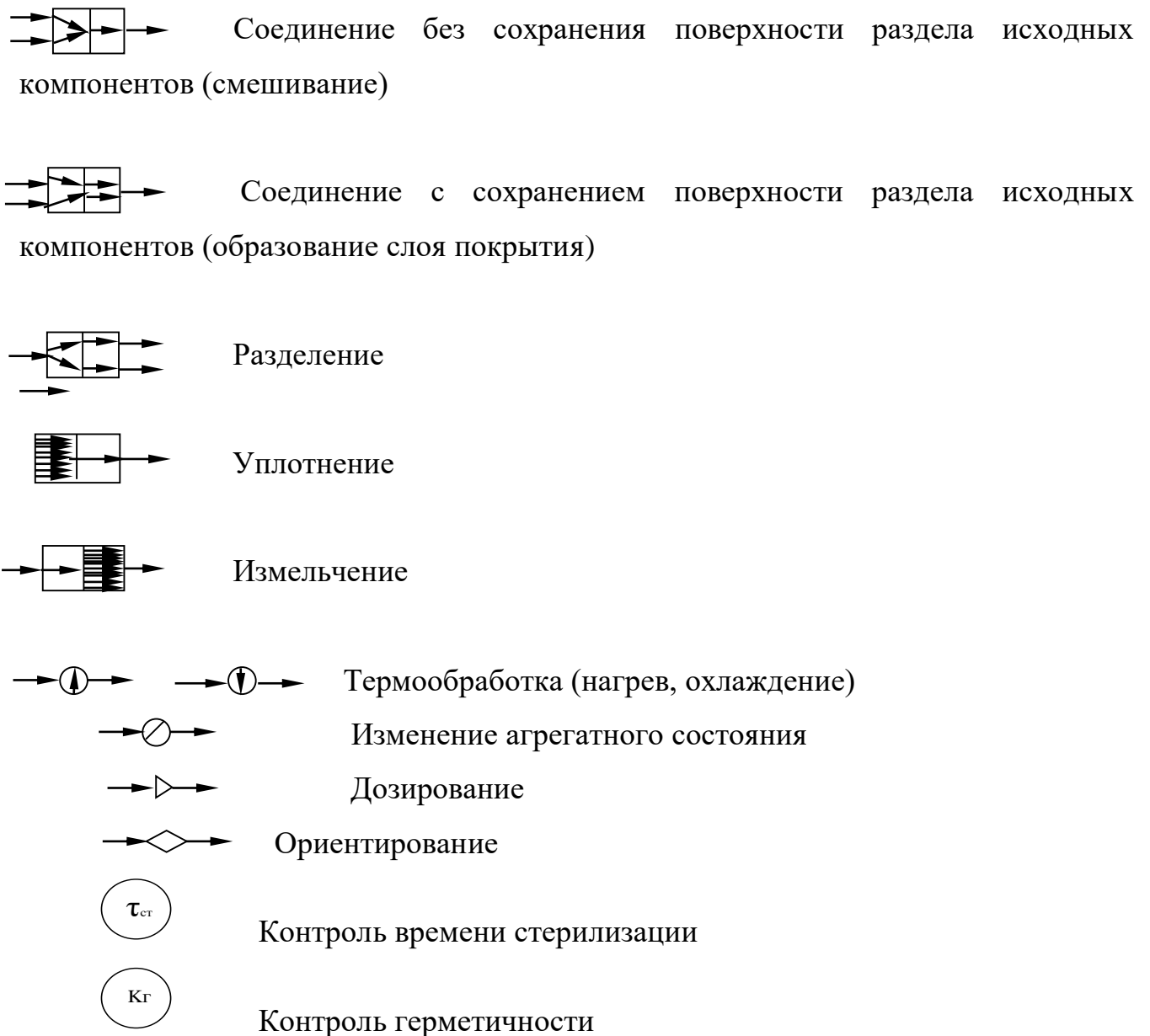


Рисунок 4. Символы операторной модели

1.3. Факторы разгерметизации консервов

К факторам, влияющим на разгерметизацию консервов, относятся:

- некачественная настройка закаточной машины и появление продукта на закаточном шве;

- нарушение рецептуры консервов, приводящее к повышению давления в процессе стерилизации;
- неудовлетворительное состояние тары.

Причиной разгерметизации может быть и одна из технологических операций производства рыбных консервов: подготовка сырья к консервированию (размораживание, мойка, сортирование, разделывание, порционирование), предварительная тепловая обработка (бланширование, варка, обжаривание, подсушивание, вяление, копчение), фасование, герметизация и стерилизация [4].

Предварительная тепловая обработка улучшает прочность полуфабриката, повышает пищевую и энергетическую ценность, способствует рациональному использованию консервной тары и обеспечивает вкус, аромат, снижение микрообсемененности продукта, а также регулирует влажность продукта [7].

Преимущественное распространение имеет бланширование вследствие простоты технологического решения и отсутствия нежелательных воздействий на состояние продукта, например, образования корочки рыбы [8].

При бланшировании гидробионтов в качестве теплоносителя используют насыщенный пар при температуре 95-105 °С, контакт которого с поверхностью продукта обеспечивает быстрое достижение необходимой температуры. Продолжительность бланширования составляет 15-45 мин., потери массы исходного продукта - 10 – 29%, из них 6 – 22% приходится на воду, а остальные 4 – 7 % на сухие вещества и белковые соединения. Доля потерь липидов составляет 2 – 8 % их содержания в сырье.

Потери массы полуфабриката при бланшировании зависят и от положения банки в аппарате – «вниз или вверх доньшком». Положение «вниз доньшком» предусматривает накопление бульона в банке по мере бланширования и слив его по окончании процесса, причем только часть рыбы не погружается в бульон и соприкасается с паром. При расположении банки «вверх доньшком» образующийся бульон стекает постоянно, рыба по всей поверхности омывается острым паром и потери массы в единицу времени увеличиваются.

Выбирая способ расположения банки, следует учитывать, что при одинаковой продолжительности процесса снижение массы рыбы меньше при нормальном положении банки, в то время как равные потери в опрокинутой банке достигаются за более короткий срок.

Для динамики потери массы рыбы при бланшировании характерен ряд закономерностей. На первой стадии процесса, когда температура и скорость образования бульона возрастают, уменьшение массы рыбы зависит прежде всего от скорости изменения среднемассовой температуры, рассчитанной для отдельных кусочков рыбы и банки в целом. Вторая стадия протекает в условиях, близких к изотермическим, с замедленным изменением массы бульона. Колебания среднемассовой температуры согласно расчетным кривым носят экспоненциальный характер как для кусочков разного размера, так и для банки с плотно уложенной рыбой. Потеря массы рыбы в процессе бланширования зависит также от содержания в ней липидов и плотности укладки полуфабриката в банку, а также положения банки «вниз или вверх дном».

Операции фасования и герметизации банок обеспечивают необходимую массу, безопасность продукта и его длительное хранение.

В период фасования и укупоривания влияние тепловой обработки на состояние продукта не прекращается, а замедляется и при этом создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов. Это обусловлено тем что продукт в отдельных точках банки находится при температуре, близкой к оптимальной для размножения микроорганизмов. В правилах и регламентах производства рыбных консервов обязательно учитываются указанные факторы, обеспечивающие качество и безопасность консервов.

Особое внимание при фасовании уделяют подготовке потребительской тары для консервирования. При этом следует следить за отсутствием попадания посторонних включений на бортик консервной тары и загрязнения внутренней поверхности банки. При поступлении на консервный завод проверяют качество каждой банки консервов на соответствие требованиям нормативной документации и осуществляют ее санитарную обработку. Жестяную тару осматривают и

отбраковывают банки с вмятинами, нарушенной отбортовкой, ржавчиной и другими дефектами, и проверяют на герметичность. Для снижения микробного обсеменения и удаления загрязнений банки моют горячей водой температурой не ниже 60 °С, ошпаривают острым паром и направляют на фасование в перевернутом виде на внутрицеховых транспортных конвейерах или самотеком.

При фасовании соблюдают правильность укладки компонентов, массу содержимого, а также принимают меры, предупреждающие попадание посторонних предметов.

Несоблюдение соотношений между продуктом и заливкой при дальнейшей обработке вызывает негативные последствия. Уменьшение доли основного продукта приводит к избытку жидкой части, ускорению прогреваемости и излишнему развариванию мяса гидробактерий. В противоположном случае, когда основной продукт передозирован, а количество жидкой части уменьшено против предусмотренного рецептурой, ухудшаются вкус и консистенция у консервов, содержимое медленнее прогревается, что может повлечь за собой снижение эффективности процесса стерилизации. В производственных условиях возможно образование банок с отклонением от нормируемой массы.

Во время герметизации возможно образование дефектов, связанных с качеством регулирования закаточных машин, работу которых контролируют не менее 3 раз в смену [47].

Во избежание повышения микробного обсеменения содержимого банок время между операциями фасования и началом стерилизации ограничивают 30 мин [8].

Консервы представляют собой герметично замкнутую систему, состоящую из консервной тары, продукта, газообразной и жидкой фаз, занимающих в банке незаполненное продуктом пространство. Давление в такой системе будет меняться при изменении температуры из-за различия коэффициентов термического расширения отдельных компонентов системы.

Переполнение тары при фасовании приводит к возникновению в ней высокого избыточного давления во время стерилизации, которое может вызвать

деформацию банки. Для предупреждения негерметичности банок на их бортах после фасования не должно оставаться частиц тканей гидробионтов или других компонентов.

Для устранения или частичного снижения давления удаляют воздух из банок - эксгаустирование перед их герметизацией. В присутствии кислорода воздуха при стерилизации разрушаются биологически ценные вещества продукта, происходит коррозия внутренней поверхности металлической тары.

Величина давления не оказывает влияния на гибель микроорганизмов, но может привести к нарушению герметичности тары.

В процессе стерилизации все компоненты банки с продуктом прогреваются. Коэффициент объемного расширения продукта значительно выше, чем металла. Это приводит к повышению давления в банке (рисунок 5). Процесс нарастания давления (прямая АВ) продолжается до выпучивания доньшка и крышки (прогиб наружу), что приводит к резкому увеличению объема банки и незначительному снижению давления в банке (точка Р).

В дальнейшем при прогреве давление в банке возрастает до момента ее разгерметизации (точка Q).

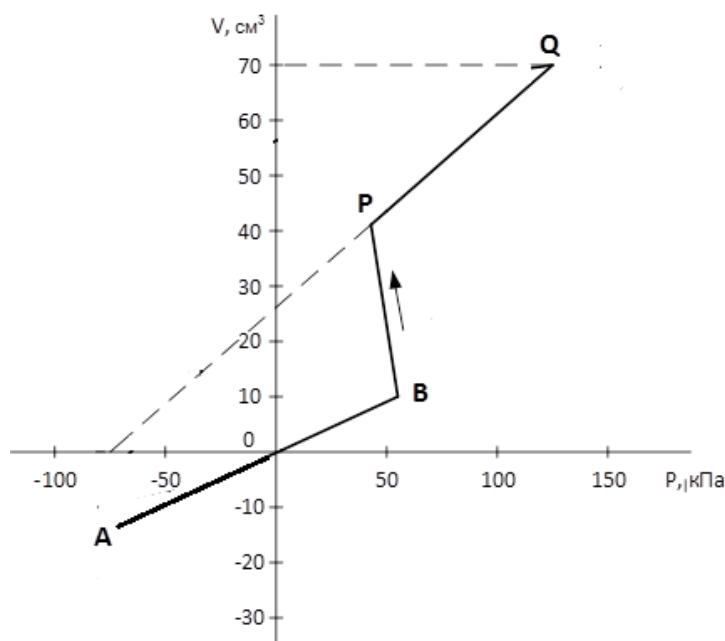


Рисунок 5. Изменение объема банки при стерилизации в зависимости от внутреннего давления

Повышение чувствительности средств контроля герметичности может быть достигнуто использованием вакуумных технологий и повышением температуры продукта. Последнее обусловлено, тем, что вязкость масел с ростом температуры существенно уменьшается (рисунок 6).

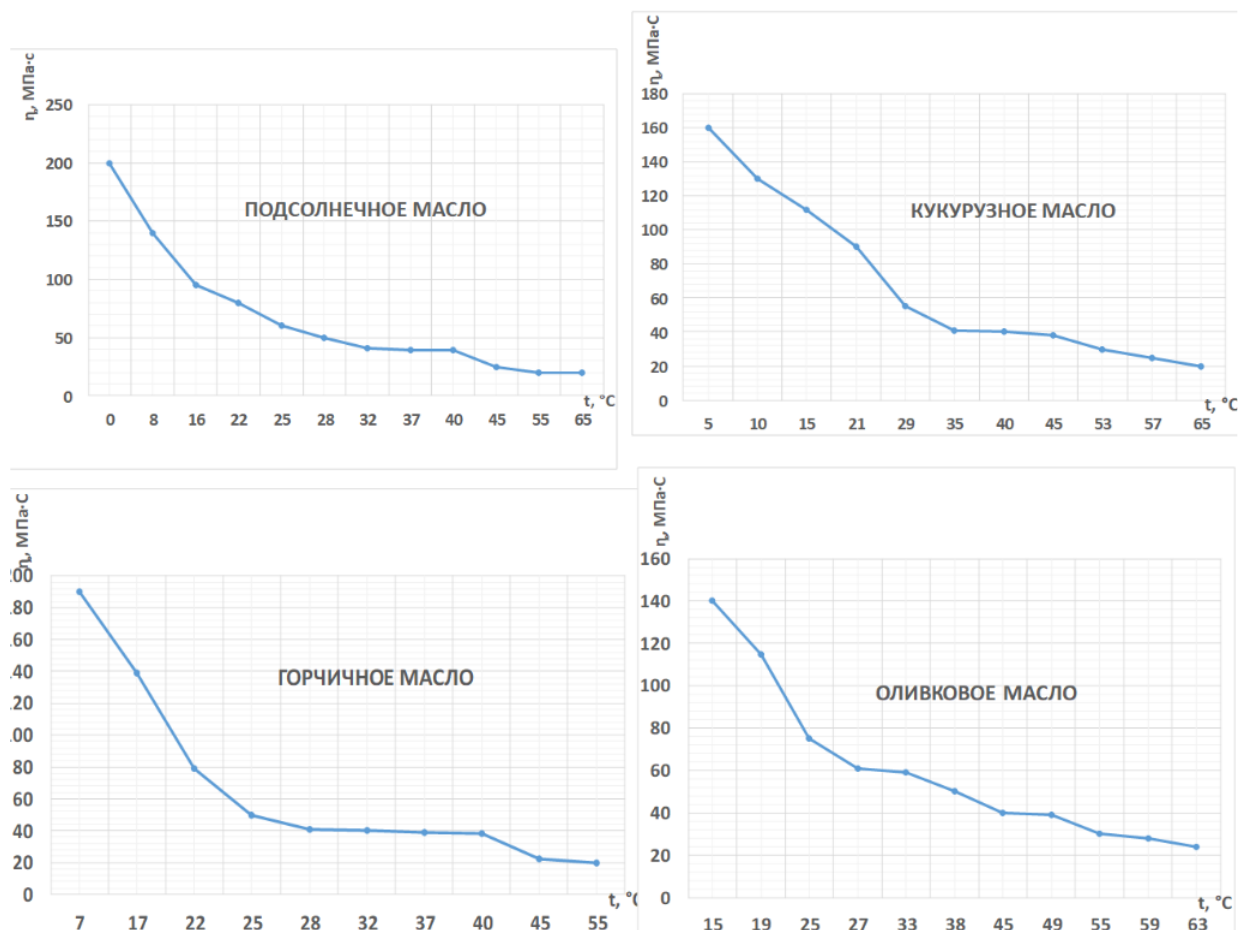


Рисунок 6. Зависимость вязкости растительных масел от температуры

Увеличение массы подтеков упрощает их фиксацию. Отсюда следует, что подтеки проще определять при повышенной температуре масла.

Выводы по первой главе

Показана целесообразность использования операторных моделей консервных линий для организации процедур контроля и управления технологическими операциями, а также указано, что повышение чувствительности средств контроля герметичности может быть достигнуто использованием вакуумных технологий.

Из-за различия коэффициентов термического расширения компонентов консервов происходит существенное изменение давления в банке, выпучивание доньшка и крышки.

Измерения размеров баночных концов позволяют определить повышение давления в банке и тем самым предупредить ее разгерметизацию.

ГЛАВА 2. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕЧЕЙ КОНСЕРВОВ

2.1. Исследование закаточных швов негерметичных банок

В существующих нормативных документах и технологических инструкциях по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных продуктов [52,14] используются методы дефектоскопии консервов с применением ручных операций. Предлагается пересмотреть эту концепцию, уделяя основное внимание дистанционному контролю с использованием средств технического зрения без непосредственного участия человека. В частности, в работе предложен способ автоматического обнаружения подтеков с использованием средств технического зрения.

В рыбконсервной промышленности используются в основном металлические банки. Консервы в стеклянной и других видах тары выпускаются в ограниченных количествах. Объем годового производства рыбных консервов в нашей стране находится на уровне 550 – 600 Муб [48].

Герметичность банки является основным техническим свойством емкости для продукта консервации, которое должно сохраняться на протяжении всего жизненного цикла консервов, включая производство, хранение, транспортировку, потребление продукта. Консервная банка в процессе производства испытывает различные механические и тепловые воздействия при стерилизации, охлаждении. Прочность банок к этим воздействиям определяется элементами двойного закаточного шва: ширина закаточного шва, глубина посадки крышки, ширина крючков крышки и банки, а также перекрытие закаточного шва [52,19].

Герметизация металлических консервных банок достигается закатыванием крышки в корпус в две операции: I - образование шва; II - образование двойного закаточного шва с последующим его уплотнением (рисунок 7).

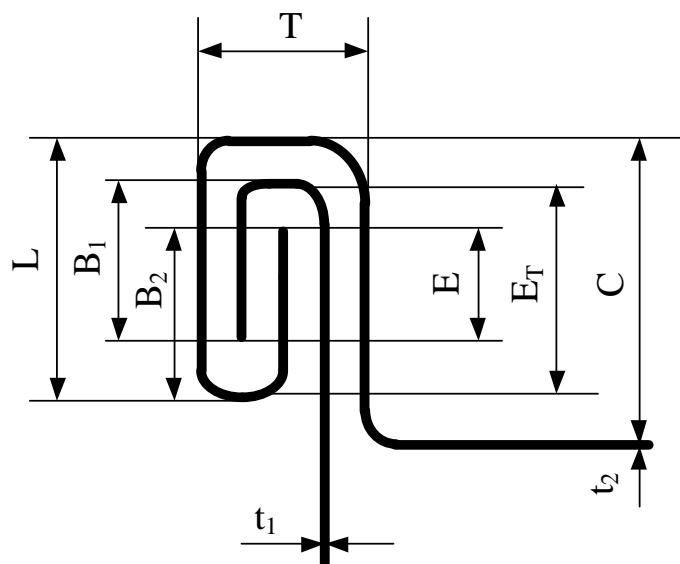


Рисунок 7. Схема двойного закаточного шва: t_1 – толщина материала банки; t_2 – толщина материалы крышки; L – ширина закаточного шва; C – глубина посадки крышки; B_1 – ширина крючка банки; B_2 – ширина крючка крышки; T – толщина закаточного шва; E – ширина перекрытия закаточного шва; E_T – теоретическая ширина перекрытия закаточного шва.

Размеры элементов двойного закаточного шва указываются в паспорте закаточной машины (Таблица 1) и могут быть измерены шовным проектором, измерительными инструментами или рассчитаны по формулам с использованием известных данных.

Проверку качества закаточного шва проводят в следующей последовательности: визуальный осмотр, проверка внешних и внутренних размеров шва, проверка на герметичность.

При внешнем осмотре проверяют форму шва, чистоту его поверхности, качество сварки и пропайки продольного шва, отсутствие дефектов (подрезов, накатов, заусенцев, волнистости, зубцов, язычков, нарушения целостности лакового или оловянного покрытий и т. п.).

Таблица 1 – Размеры в миллиметрах элементов двойного закаточного шва укупоренных металлических банок.

Диапазоны изменения внутренних диаметров банок	Банка из жести		L +0,25 -0,15	C		$B1$, +0,25 -0,15	$B2$, +0,25 -0,15
	t1	t2		Номин.	Пред. откл.		
От 59,5 до 122,0 включ.,	0,18	0,20	2,90	3,15	+0,30 -0,10	2,00	1,95
	0,18 0,20 0,22	0,22	3,00				
	0,20 0,22 0,25	0,25	3,05	3,20			
			3,15				
Свыше 122,0 до 278,0 включ.	0,20 0,22	0,22	3,00	3,20	+0,30 -0,10	2,05	2,00
	0,20 0,22 0,25	0,25	3,05				
	0,25 0,28	0,28	3,10				
			3,15				
	0,28 0,32	0,32	3,20	3,25			

Прочность закаточного шва, обеспечивающая герметичность консервной банки, определяется его перекрытием E (рисунок 7) и коэффициентом перекрытия $P = E/E_T$, которые измеряют при механическом вскрытии шва [52]:

Значение перекрытия зависит от диаметра банки, толщины жести, конструктивных особенностей закаточной машины и находится в пределах от 1,05 до 1,60 мм.

Толщина T , ширина L шва, ширина крючков банки и крышки $B1$, и $B2$, мм вычисляются по следующим зависимостям:

$$T = (3t_2 + 2t_1 + s) \pm 0,10 \quad (1)$$

$$L = [E + 0,5 (t_1 + t_2) + 1,5] - 0,1 \quad (2)$$

$$B1 = 0,4935 (E + L - 1,66t2) \quad (3)$$

$$B2 = 0,5065 (E + L - 1,6t2), \quad (4)$$

где s – толщина пленки пасты,

Ширина крючка крышки (дна) не должна превышать ширину крючка банки (корпуса).

Глубина посадки крышки (дна) должна быть больше ширины закаточного шва на 0,12 - 0,16 мм.

Показателем герметичности закаточного шва наряду с вышеуказанными параметрами является и волнистость крючка крышки, возникающая после первой операции [52].

Волнистость крючка крышки (дна) по высоте волны оценивают по шкале, приведенной на рисунке 8.

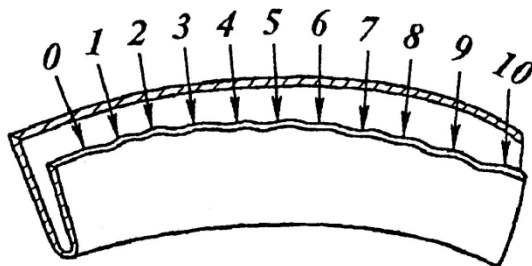


Рисунок 8. Шкала волнистости крючка крышки

По этой шкале отсутствие волны соответствует степени 0, степени 1 соответствует высота волны, равная 10 % ширины крючка, и т. д. до степени 10, соответствующей высоте волны, равной полной ширине крючка крышки (дна).

Волнистость крючка крышки (дна) не должна превышать пятой степени для банок диаметром от 72 до 99 мм и второй степени для банок больших диаметров.

После осмотра измеряют внешние размеры: ширину и толщину шва, глубину посадки крышки. Измеренные размеры шва сравнивают с расчетными (нормальными) размерами.

Измерения внутренних размеров закаточного шва проводят после его распиливания и вскрытия. Для этого на небольшом участке спиливают верхнюю часть шва на толщину материала крышки (рисунок 9), и делают разрез шва. Затем легким постукиванием осторожно сбивают крючок крышки с крючка корпуса банки, чтобы образовался зазор между крючками, при этом видна конструкция шва и ее можно сравнить с эталоном.

Для измерения ширины крючков банки и крышки и визуальной оценки степени волнистости крючка крышки вскрывают шов, делают разрез банки напильником и участок шва отпиливают сверху на толщину материала крышки (рисунок 9). Затем легкими ударами, начиная от разреза шва, выбивают крючок крышки из-под крючка банки (рисунок 10).

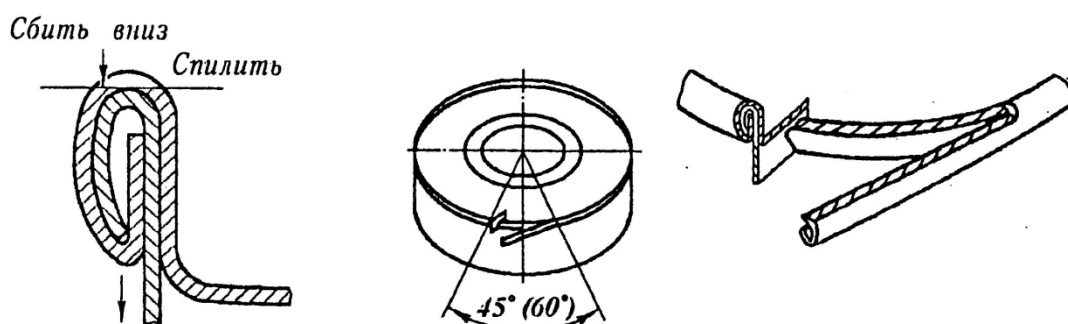


Рисунок 9. Опиловка Рисунок 10. Общий вид вскрытого шва двойного закаточного шва

При оценке двойных закаточных швов круглых банок измерения проводят в двух точках, расположенных в 60 градусах от продольного шва.

После вскрытия шва визуально оценивают степень волнистости крючка крышки (дна); измеряют ширину крючков крышки и банки, сравнивают их значения с расчетными (нормальными), а также вычисляют значение перекрытия.

Форма и размеры шва сравнивают с эталоном, в качестве которого используют правильно закатанную банку с распилом и вскрытым швом.

Сегменты вырезают, не допуская оплавления металла. Рез зачищают. Контролируемые сегменты устанавливают на объектоноситель проектора и после соответствующей настройки на резкость изображения на экране снимают размеры ширины и толщины шва, глубины посадки крышки, ширины крючков крышки и банки, ширины теоретического, фактического и максимального перекрытия.

В консервной промышленности распространение получили следующие методы контроля герметичности: манометрический с использованием воздушно-водяного тестера и пузырьковый.

На воздушно-водяном тестере герметичность швов банки проверяют в течение 10 с под избыточным давлением:

- 75 кПа - для банок с легковскрываемой крышкой;
- от 90 до 110 кПа - для банок с крышкой без устройства для легкого вскрытия.

Крышку банки до укупоривания просверливают без деформации. Затем банку, оснащенную уплотнительной прокладкой, опускают в воду. При подаче воздуха в негерметичную банку образуются пузырьки.

При отсутствии тестера герметичность швов проверяют следующим образом: в пустую банку наливают от 5 до 6 мл эфира, после чего ее укупоривают и опускают в воду с температурой не ниже 80 °С; или в банку наливают 100 мл воды, добавляют в нее 5 г двууглекислой соды и 5 г кислоты (лимонной, уксусной или винной), затем банку укупоривают, встряхивают и опускают в воду с температурой не ниже 80 °С. Выделение пузырьков воздуха или газов, отрывающихся от поверхности банки, является признаком ее негерметичности.

Причины дефектов закаточного шва металлических банок и способы их устранения приведены в таблице 1 Приложения А.

Различного рода дефекты закатки ведут к потере герметичности, вытеканию жидкой фазы консервов с образованием так называемой вторичной обсемененности и браку: легковес, бомбаж и т.п. [4].

Рассмотренные выше способы контроля позволяют на основе средств технического зрения автоматизировать выполнение операций дефектации двойного закаточного шва с использованием современных средств измерений и компьютерных технологий.

2.2 Методы обнаружения течей консервов

Консервная тара содержит швы, имеющие каналы неправильной формы, малого поперечного сечения и большой протяженности [2]. Геометрия неплотностей не позволяет характеризовать негерметичность размерами неплотностей, поэтому течи определяют потоками веществ, проникающих через них [30]:

$$Q = (\Delta P V) / \Delta t \quad (5)$$

где V – внутренний объем объекта и технологической оснастки;

Δt – время выдержки объекта;

ΔP - изменение давления в объекте в течении времени Δt .

2.2.1 Пузырьковый метод

Технология выполнения этого метода предусматривает опрессовку объекта избыточным давлением с последующим погружением его в воду. Образование пузырьков воздуха на поверхности банки свидетельствует об истечении из нее газа и о местонахождении дефекта. По скорости образования и величине пузырьков можно судить о величине негерметичности. Чувствительность контроля достигает 10^{-7} мЗ Па/с [31].

Силы, приводящие к образованию пузырьков воздуха, противодействуют сопротивлению всех сил, препятствующих этому образованию. Отсюда давление воздуха в пузырьке равно сумме давлений:

$$P_{ВН} = P_H + P_G + P_{AT}, \quad (6)$$

где P_H , P_G , P_{AT} – капиллярное, гидростатическое, атмосферное давления соответственно.

Нарушение герметичности консервов обычно сопровождается вязкостным режимом течения, поскольку газ истекает в атмосферу, при котором поток через течь определяется уравнением Пуазейля:

$$Q = \frac{\pi d^4}{256\eta l} (P_2^2 - P_1^2), \quad (7)$$

где l – длина канала;

d – диаметр канала;

$(P_2 - P_1)$ – перепад давлений на течи;

η – коэффициент вязкости.

или в упрощенном виде поток через течь равен:

$$Q = \frac{n\pi D_0^3}{6\Delta t} P_{AT} \quad (8)$$

где n – число пузырьков, образующихся за время Δt ;

D_0 – диаметр пузырька в момент его отрыва.

Размер пузырька определяется следующими выражениями:

$$D = D_0 \sqrt[3]{1 + \frac{D_0 \rho g h}{4\sigma}} \quad (9)$$

$$D_0 = \sqrt[3]{12 \frac{r\sigma}{g\rho}}, \quad (10)$$

где r – радиус капилляра;

h – высота столба жидкости;

ρ – плотность жидкости;

σ – поверхностное натяжение.

Величина поверхностного натяжения σ зависит от свойств жидкости. Для воды $\sigma = 72,86$ мН/м.

Поясняющий пример: банка, погруженная в воду, имеет негерметичное отверстие диаметром 10 мкм. На поверхности воды образуются пузырьки диаметром 0,5 мм. При частоте регистрации 1 пузырек за 30 сек поток равен:

$$Q = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 \text{ ат/сек} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ л мк/сек},$$

Повысить чувствительность метода можно заменив воду на спирт, поскольку поверхностное натяжение спирта в три раза меньше, чем воды.

Системы технического зрения [41] позволяют дистанционно с необходимой точностью измерять размеры пузырьков и частоту их появления.

2.2.2 Манометрический метод

Манометрический метод сводится к созданию в испытываемом объекте избыточного давления газа и измерению величины давления в нем в начале и конце процесса измерения.

Фактическое падение давления в объекте определяют соотношением [31]:

$$\Delta P = P_1 - P_2 \left(1 + \frac{t_1 - t_2}{273 + t_2} \right) \quad (11)$$

где P_1 и P_2 - соответственно начальное и конечное давление в объекте, Па;

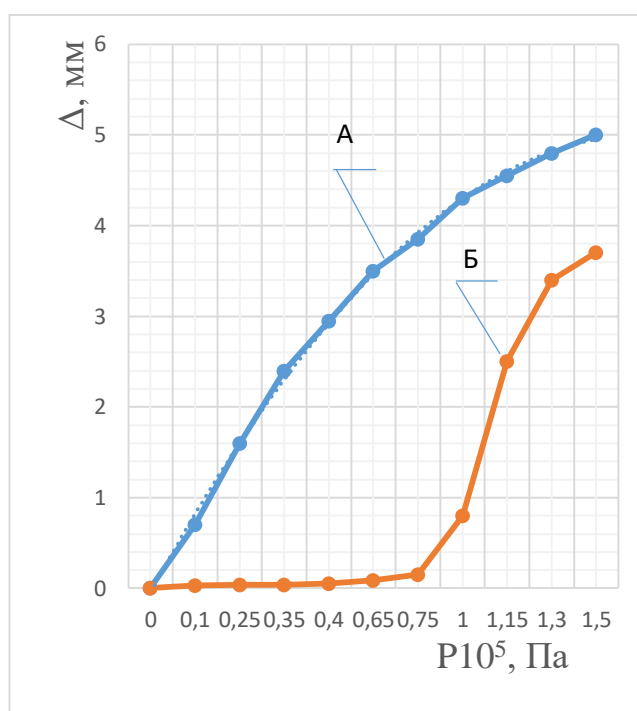
t_1 и t_2 - температура в начале и конце испытаний соответственно, °С.

Чувствительность способа характеризуется расходом субстанции Q , вытекающей из корпуса консервов:

$$Q = V/\tau \quad (12)$$

где V - объем консервной банки; τ - время истечения субстанции.

Изменение давления в банке можно определять по деформации крышки банки и размеров баночных концов. Зависимость размера баночного конца от давления в банке представлена на рисунке 11 [2]. Такой подход позволяет контролировать давление в банке и ее герметичность без нарушения целостности.



А и Б – соответственно подъем и сброс давления в банке

Рисунок 11. Зависимость размера баночного конца для жести №20 при подъеме и сбросе давления

В работе [2] для преобразования деформации баночных концов в электрический сигнал используется емкостной преобразователь. Аналогичный результат можно достичь, используя систему технического зрения для измерения размеров баночных концов [41].

Качество закаточного шва консервных банок исследуют и с помощью микрофокусной рентгенодефектоскопии [38]. Этот подход позволяет определять

негерметичные консервы. Рассеянное излучение в зависимости от энергии первичного излучателя изменяет качество снимка, снижает контрастность и четкость изображения, а, следовательно, и чувствительность самого метода. Вследствие этого дефекты малого размера тяжело различать. Недостатком этого способа является дороговизна технической реализации.

Помимо указанных способов для контроля герметичности консервов могут применяться оптические методы. Из негерметичных банок выделяется субстанция, которая на внешней поверхности банки образует подтеки. Для регистрации подтеков используются оптические методы контроля [29].

Оптические методы могут использоваться и для измерения геометрических размеров закаточного шва, включая толщину, ширину и глубину посадки крышки. Автоматизировать эти измерения можно с помощью системы технического зрения. Механическое вскрытие шва делает возможным определение не только внешних, но и внутренних параметров шва – перекрытие, ширина крючков крышки и банки.

При исследовании внутренней поверхности банок рационально использовать эндоскоп, позволяющий обнаруживать царапины, трещины, коррозионные пятна, выбоины и другие дефекты размером 0,03 ... 0,08 мм в консервных банках.

Достоверность получаемых результатов являются основными критериями, обосновывающими их выбор.

2.3 Истечение парожидкостной среды из консервов при испытании их на герметичность

В зависимости от места образования негерметичность может контактировать с паром или жидкостью. Если негерметичность контактирует с жидкостью, то из банки вытекает жидкость, оставляя на стенках банки подтеки, которые и являются предметом исследования. Если негерметичность контактирует с паром, то из банки истекает пар, который конденсируясь образует подтеки на внешней поверхности банки.

Объем жидкости, вытекающий из банки через микродефект определяется зависимостью:

$$V = k_p f_0 \sqrt{2g \left(h + \frac{\Delta p}{\rho g} \right)}, \quad (13)$$

где f_0 – площадь отверстия дефекта в банке; $k_p = \alpha \varphi$ – коэффициент расхода; α – коэффициент сжатия струи [1].

Коэффициент скорости φ вычислялся с помощью коэффициента местного сопротивления ξ по формуле: $\varphi = 1 / \sqrt{1 + \xi}$.

Массовая скорость истечения жидкости, вытекающей из банки зависит от разности давлений Δp в банке и внешней среды, плотности продукта ρ и уровня продукта в банке h :

$$\frac{dm}{dt} = \rho K_p f_0 \sqrt{2g \left(h + \frac{\Delta p}{\rho g} \right)} \quad (14)$$

Пример. При диаметре отверстия микродефекта в корпусе банки равном 1 мкм, из банки за 5 мин при $\Delta p = 40$ кПа, $\rho = 1020$ кг/м³, $\alpha = 0,62$ и $\xi = 0,5$ вытечет около 1,1 млг растительного масла. Скорость истечения масла при прочих равных условиях существенно зависит от вязкости, которая уменьшается с повышением температуры (рисунок 6, стр.20).

При истечении пара его расход определяется зависимостью [1]:

$$G = f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{k \cdot p_1 \cdot M}{(k-1) \cdot R \cdot T_1} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \quad (15)$$

где $k = 9/7$ для трехатомных газов;

M – молекулярная масса воды;

P_1 – давление в банке;

P_2 – давление вне банки.

Эта формула описывает истечение газа из отверстия малой протяженности, когда трением о стенки канала можно пренебречь.

Водяной пар перемешивается с парами масла. На поверхности жести конденсируются пары воды и масла. Давление пара воды больше, чем пара масла, поэтому на жести остаются масляные пятна. Образование масляных пятен можно фиксировать с помощью системы технического зрения, что позволяет контролировать герметичность банок дистанционно.

2.4 Использование адаптивных алгоритмов для анализа и распознавания дефектов консервных банок

Управление базируется на результатах текущих измерений и априорной информации. К адаптивным относятся системы, в которых недостаток априорной информации компенсируется более детальным использованием текущей информации. Поэтому адаптивное управление применяется для управления малоизученными технологическими процессами и объектами [59]. В неадаптивных системах качество управления может обеспечиваться использованием систем с переменной структурой, алгоритмов регулирования с большим коэффициентом усиления.

В последнее время развивается адаптивное управление, т.е. управление с максимальным использованием естественных, собственных движений объекта [56].

Текущее информационное обеспечение можно подразделить на высокое, среднее и малое. Возможности управления в условиях малого априорного и апостериорного обеспечения, т.е. управления в условиях неопределенности ограничены. Алгоритм адаптивного автоматического управления эффективно используется при высоком апостериорном информационном обеспечении. Переход к адаптивным алгоритмам требует разработки методов синтеза управления в

процессе функционирования системы. Формирование управляющих воздействий в неадаптивных системах происходит на основе детерминированных законов (формул, записанных в памяти ЭВМ).

Адаптивные системы подразделяются на самонастраивающиеся и самообучающиеся. Самонастраивающиеся системы применяются, если структура управляющего устройства может быть определена на основе априорной информации и требуется установить лишь алгоритм адаптации, т.е. алгоритм настройки параметров управляющего устройства.

Самонастраивающиеся системы подразделяют на поисковые и беспоисковые. В поисковых системах экстремальное значение показателя качества управления ищется с помощью поисковых воздействий, производимых небольшими шагами, величина которых ограничивается тем сильнее, чем неопределенней исходная информация. Беспоисковые системы в своей структуре содержат модели управления объектов. В процессе функционирования беспоисковых адаптивных систем может иметь место скачкообразное, т.е. без каких-либо промежуточных изменений параметров устройства управления.

Самообучающиеся системы – это системы с самонастройкой структуры. На практике часто встречаются ситуации, когда отсутствует необходимая исходная информация. Обучение машины распознаванию образов заключается в формировании правила распознавания образов на основе информации о некоторых образах из исходной совокупности. Обучение может базироваться на основе детерминированной или стохастической информации [12,61].

Первоначально задача обучения была сформулирована в связи с проблемой моделирования особенностей человеческого мозга: человек, познакомившийся с небольшим числом рукописных начертаний умеет читать любой подчёрк, т.е. машина должна обучаться знанию технических образов путем знакомства с небольшим числом их представлений. При обучении необходимо заранее ограничить классы объектов, распознаванию которых машина должна обучаться. Здесь под образом понимается некоторое специальное множество объектов, наделенное особыми свойствами. Любая математическая теория распознавания

образов исходит из некоторой гипотезы о свойствах объекта. Детерминированной постановки задачи соответствует достаточно простое по форме множество. Изображение можно закодировать разными способами, позволяющими, в частности, разделить исходное множество на подмножества, которые отделяются друг от друга некоторыми правилами, что и служит основой для обучения машины распознаванию образов. Задача распознавания образов в вероятностной постановке может быть решена после формирования исходных предположений, например, предпочтений касающихся свойств самих функций степени достоверности, которые подлежат восстановлению. Существуют и иные математические постановки задач распознавания образов. При этом предпочтения должны отражать требования, упрощающие задачу распознавания, что достигается использованием простых и гладких функций. В результате решения задачи обучения машины распознаванию образов в вероятностной постановке используются функции достоверности, которые затем могут использоваться для прогнозирования принадлежности новых объектов к определенному образу.

Задача анализа изображений дефектов консервных банок может решаться с применением алгоритмов машинного обучения. В работе был проведен эксперимент, в котором исследовались выборки герметичных и негерметичных банок с различными видами дефектов [24]. Для анализа изображений дефектов использовались самообучающиеся алгоритмы.

Решение задачи анализа и классификации может быть представлено в виде следующей последовательности действий:

- идентификация исследуемого объекта;
- выделение исследуемого объекта;
- классификация характеристик исследуемого объекта

В процессе идентификации исследуемого объекта определялись области интереса (прямоугольник окружающий банку), позволяющая сократить объем последующих вычислений путем отбрасывания частей изображения, находящихся вне пределов этой области.

Алгоритм идентификации распознает объект с использованием нечётких признаков. В качестве алгоритма идентификации исследуемого объекта выбран алгоритм Виолы-Джонса [79].

Алгоритм отделения исследуемого объекта от фона основывается на анализе корреляции изображений как с исследуемым объектом, так и без него.

При запуске алгоритма идентификации исследуемое изображение (рисунок 12) переводится в одноцветный формат.



Рисунок 12. Исходное исследуемое изображение



Рисунок 13. Фоновое изображение

Фоновые изображения (рисунок 13) хранятся в одноцветном формате. Небольшие неточности в позиционировании камеры при получении фоновых изображений и изображений исследуемых объектов нивелируются в ходе последующей обработки и классификации. При значительных изменениях вида объектов, попадающих в область видимости камеры, следует подготовить новый набор фоновых изображений.

Исследуемое и фоновое изображения ограничиваются прямоугольником области интереса. Это ограничение повышает точность отделения, так как исключает области изображения, которые также изменились по отношению к фону. Изменения могут быть вызваны движением в область видимости камеры, перемещениями оборудования и персонала и т.д.

Получившиеся таким образом обрезанные изображения упрощают поиск связи между исследуемым и фоновым изображениями [12]. Некоррелирующие

между собой области изображения представляют собой грубое описание границ исследуемого объекта с высокой зашумленностью (рисунок 14).

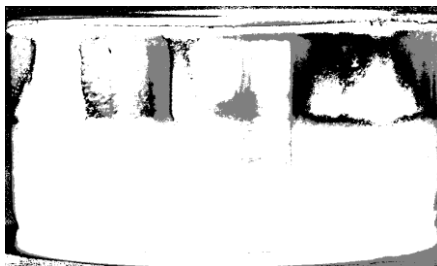


Рисунок 14. Приблизительные контуры границ исследуемого объекта



Рисунок 15. Бинаризованные контуры границ исследуемого объекта

Зашумленность понижается низкочастотным фильтром (фильтр Гаусса). Отфильтрованное изображение бинаризуется по адаптивному гауссовому алгоритму (рисунок 15).

На бинаризованном изображении оператором Кэнни [73] усиливаются найденные контуры, тем самым определяются границы исследуемого объекта (рисунок 16).

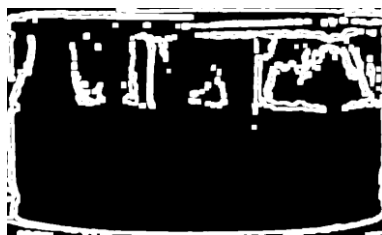


Рисунок 16. Контуры границ исследуемого объекта

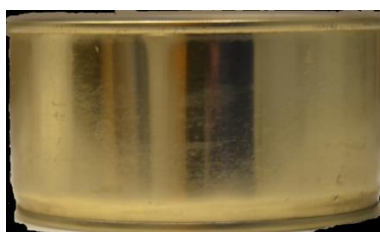


Рисунок 17. Отделённый исследуемый объект

Среди полученных контуров находится замкнутая область с наибольшей площадью, которая закрашивается белым цветом. Области вне этого контура закрашиваются чёрным, области внутри самого контура закрашиваются белым цветом.

Полученное изображение используется как маска для исследуемого изображения, тем самым отделяя исследуемый объект от остального изображения (рисунок 17).

Первый этап классификации по признаку герметичности включает в себя анализ геометрии банки: расположение закаточного шва, вмятина и залом корпуса банки и другие дефекты. Исходным материалом является изображение банки, подсвеченное контрастным лазерным лучем (рисунки 18 и 19).

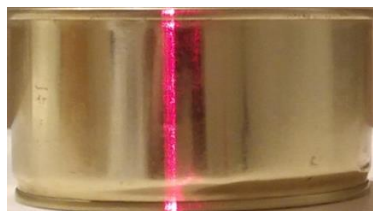


Рисунок 18. Банка без дефектов

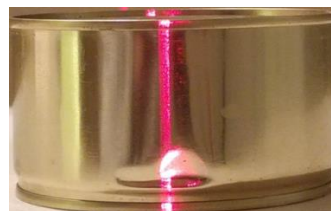


Рисунок 19. Банка с заломом

Для выделения подсвеченных областей изображения используется тот факт, что спектр лазерного луча сравнительно узок и можно отфильтровать подсвеченную область по оттенку. В примере подсветки контрастным лазерным лучем (рисунки 17 и 18) использован лазер с длиной волны 660нм. Используя цветовую модель HSV, разделяющую изображение на цветовой тон, насыщенность и яркость тона, можно выделить на изображении область, соответствующую цвету заданной частоты.

Поскольку шкала оттенков HSV отображает видимый цветовой диапазон на круговую шкалу с началом отсчёта на отметке 700нм, то интересующий нас оттенок располагается в крайне узкой части шкалы оттенков и может быть легко выделен. Выделенная подсвеченная область фильтруется и закругляется (рисунок 20).



Рисунок 20. Отфильтрованный подсвеченный участок банки



Рисунок 21. Подсвеченный участок банки с изломом

На отфильтрованном изображении чётко выделяется закаточный шов, что позволяет анализировать его местоположение и возможные сдвиги. Так же видно, что лазерный луч оставил почти идеально прямую линию, что говорит о гладкости стенки банки, отсутствии на ней повреждений, крупных локальных выделений и т.д.

Для банки с заломом и потенциальной разгерметизацией оставленное лучом изображение будет другим (рисунок 21). При этом отчётливо видны границы излома.

Выполнять классификацию напрямую не представляется возможным – шумы, перепады освещённости и случайные засветки сильно влияют на результат классификации, приводя к ложным срабатываниям.

Второй этап классификации по признаку герметичности основан на поиске цветовых аномалий, вызванных локальными выделениями. Полученное обособленное изображение исследуемого объекта уже можно было бы классифицировать, но оно содержит слишком много информации и поиск сравнительно небольшого пятна другого цвета может быть либо длительной операцией, либо иметь большой процент ложных срабатываний. Желательно усилить и выделить потенциальные цветовые аномалии перед их классификацией. Исследуемое изображение представлено на рисунке 22, в правой части банки жёлтым маркером нанесено пятно.



Рисунок 22. Исследуемый объект с цветовой аномалией

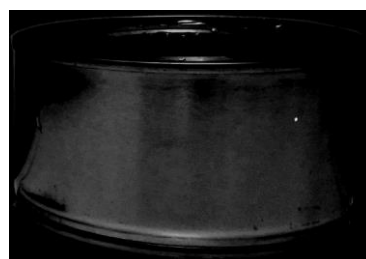


Рисунок 23. Цветоразностное изображение B-G

Исходя из того, что исследуемый объект (банка) имеет один и тот же цвет по всей поверхности и этот цвет близок к белому, изображение нормализуется так, чтобы доминирующий цвет изображения поверхности исследуемого объекта, стал серый. То есть среднее значение яркостей пикселей во всех трёх каналах цвета должно располагаться посередине диапазона их возможных значений.

Так как цвет объекта в данном случае близок к белому, это приводит к равномерному изменению яркостей объекта во всех каналах цвета и, наоборот при отличии от белого, к большей неравномерности между яркостями аномалий в каналах цвета.

Затем вычисляются шесть разностных изображений R-G, B-R, G-R, G-B, B-R, B-G, которые будут иметь сравнительно небольшие значения яркости в местах, где распределение яркости по каналам примерно одинаково; и большие

положительные или отрицательные значения там, где значения яркости отличаются, то есть в областях цветовых аномалий. Одно из наиболее показательных разностных изображений представлено на рисунок 23.

Для лучшего усиления цветовой аномалии цветоразностные изображения дальше бинаризируются с достаточно высокой границей отсечки.

Финальное изображение получается путём выбора изображения с наивысшей яркостью, то есть содержащего искомые данные (рисунок 24).

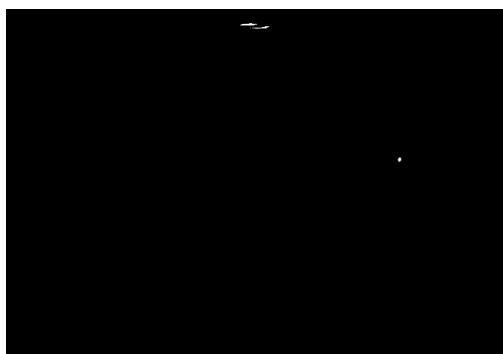


Рисунок 24. Финальное цветоразностное изображение

Разностное изображение в бинарном виде классифицируется методом опорных векторов с ядерным преобразованием [12].

Применительно к задаче классификации цветовых аномалий, метод опорных векторов используется для анализа формы ранее выделенных цветовых аномалий в допущении, что границы аномалии, вызванной локальными выделениями, отличаются от границ аномалии, вызванной неравномерностью освещения исследуемой банки в момент снятия снимка.

Выбор ядра для метода опорных векторов, параметров ядра и регуляризации осуществляется на основе построения и анализа кривых обучения.

Для построения кривых обучения был подготовлен набор учебных данных, представляющих собой двухбитные изображения размером 100x100 пикселей. Из них 76 отпечатков капель, то есть положительно классифицируемых изображений и 84 отпечатка бликов (рисунок 25), то есть отрицательно классифицируемых изображений.



Рисунок 25. Положительно (слева) и отрицательно (справа) классифицируемое изображение

Обучение классификатора производилось на учебном наборе данных. Затем для проверочного и учебного наборов данных определялась средняя точность классификации. Эта операция выполнялась для $1 \dots m$ записей в учебном наборе, где m - общее количество записей в учебном и проверочных наборах. Выполнение этой операции позволило рассмотреть точность классификации как функцию от размера учебного набора и построить кривые обучения.

На языке python [34] была реализована программа, для построения кривых. С помощью этой программы были построены кривые обучения для различных ядер и различного коэффициента регуляризации. Кроме того, для нелинейного ядра были построены графики полиномов разной степени (рисунки 26, 27, 28). На всех графиках синяя кривая – точность классификации для проверочного набора данных, красная кривая – точность классификации для учебного набора данных.

Метод опорных векторов применяется не ко всему бинаризованному разностному изображению сразу, а к окну поиска, сканирующему изображение. В случае, если в ходе сканирования метод опорных векторов классифицирует текущее содержимое окна поиска положительно, анализ изображения останавливается и исследуемый объект признаётся негерметичным. В противном случае после окончания сканирования исследуемый объект признаётся герметичным. Таким образом использование метода опорных векторов ко всему вектору яркостей при анализе геометрических характеристик однозначно классифицирует банку герметичной или негерметичной.

Из графиков видно, что радиальная базисная функция и сигмоида показывают неудовлетворительные результаты: точность классификации даже для учебного набора незначительно низка. В свою очередь линейное ядро показывает склонность к переобучению, которая возрастает с уменьшением коэффициента регуляризации. Полиномиальное ядро для полинома 6-го порядка показывает высокое отклонение от ожидаемой модели и, следовательно, неточный уровень распознавания герметичности банки. Для полиномов второго и третьего порядков стоит отметить графики с регуляризационным коэффициентом 10 (рисунок 26) и коэффициентом 1 (рисунок 27), которые показывают хорошую сходимость и высокую степень точности классификации [12].

Исходя из анализа, проведенного выше, показано, что в алгоритме обучения системы технического зрения применяемой для распознавания дефектов консервных банок рекомендуется использовать полиномиальное ядро третьего порядка с коэффициентом регуляризации 10.

Применение метода опорных векторов в сочетании с данным ядром демонстрирует хорошую точность модели, с аккуратностью более 99.9 % и полнотой в 1, то есть отсутствием ложнонегативных срабатываний, а значит классификаций дефектной банки как качественной.

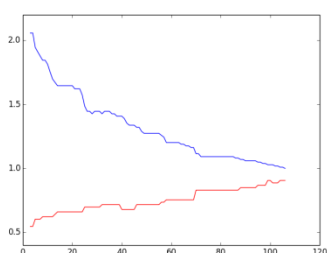


Рисунок 26.
Полиномиальное ядро,
коэффициент
регуляризации 10,
полином третьей степени

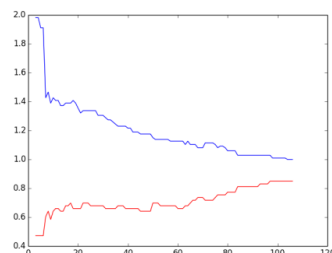


Рисунок 27.
Полиномиальное ядро,
коэффициент
регуляризации 1,
полином третьей степени

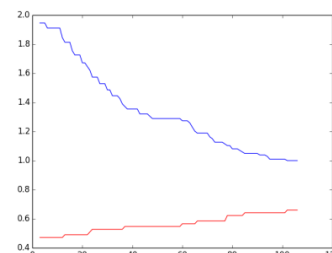


Рисунок 28.
Полиномиальное ядро,
коэффициент
регуляризации 0.1,
полином третьей степени

Выводы по второй главе

Предложено пересмотреть существующую концепцию дефектоскопии консервов, заменив ручные операции по анализу дефектов консервов системами автоматического обнаружения подтеков с использованием средств технического зрения.

Учитывая особенность течения жидкой и газовой фаз через неплотности рекомендовано определять негерметичность потоками веществ, протекающих через них. Выделены основные методы контроля герметичности консервов, а именно пузырьковый, предусматривающий опрессовку объекта избыточным давлением с последующим погружением его в воду и манометрический. Показано, что нарушение герметичности сопровождается вязкостным течением продуктов, выделяющихся из негерметичных консервов. Использование средств технического зрения позволяет дистанционно с необходимой точностью в автоматическом режиме определять размер пузырьков и частоту их появления.

Приведены зависимости размеров баночных концов при подъеме и сбросе давления, что позволяет контролировать давление в банке и ее герметичность без нарушения целостности.

Указана возможность использования оптических методов для контроля герметичности, размеров закаточных швов и глубины посадки крышки. Отмечена возможность использования методов машинного обучения для дефектоскопии консервов.

ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСЕРВОВ

3.1 Управление качеством закаточного шва консервов

Закаточный шов является важнейшим фактором, определяющим герметичность консервов. Закаточный шов консервов характеризуется внешними (толщина и ширина шва, глубина посадки крышки) и внутренними параметрами закаточного шва (ширина крючка крышки и корпуса, перекрытие). Управление качеством закаточного шва включает в себя измерение вышеуказанных параметров, принятие решения об управлении на основе статистического анализа результатов измерений и реализацию управляющих воздействий, которые, в основном, определяются закаточной машины. Регулирование параметров закаточной машины может быть ручным, автоматизированным или автоматическим. Модернизация управления закаточной машины основана на использовании системы технического зрения для контроля внешних параметров закаточного шва консервов.

При поточном изготовлении консервов отдельные операции и процесс производства осуществляются в одинаковых условиях.

Основная задача поточного производства заключается в достижении наибольшей воспроизводимости закаточного шва консервных банок при заданной или максимально возможной производительности линии, определяемой числом банок, выпускаемых в единицу времени. Воспроизводимость технологического процесса производства консервов характеризуется среднеквадратичным отклонением элементов закаточного шва от их среднестатистических значений или долей дефектных банок. Каждое проверяемое изделие относят в соответствии с установленными критериями к одной из двух категорий – либо годное, либо дефектное. Система управления качеством продукции поточного производства может базироваться на результатах сплошного или выборочного контроля. Число и последовательность банок, подлежащих исследованию при выборочном контроле, определяют при разработке плана контроля. Увеличение объема выборки

или частоты проверок можно снизить риск незамеченной разладки, увеличивая, при этом, расходы на контроль.

Исследование технологического процесса поточного производства как ОУ обычно предполагает его идентификацию в виде временного ряда $Z(i)$ - результатов показателей качества контролируемых банок, где i – число банок, зарегистрированных в текущий момент времени.

Идентификация временного ряда связана с выделением систематического изменения контролируемого параметра – тренда. Тренд характеризует относительно устойчивую тенденцию в изменении показателей качества в течение достаточно длительного периода. Для выявления тренда временной ряд сглаживают, применяя, например, метод скользящего среднего [17].

Причинами тренда могут служить параметрические возмущения, связанные с изменением сырья и других материалов, окружающей среды, сроков хранения обрабатываемого продукта в межоперационных накопителях.

Визуально наблюдаемый тренд в действительности может оказаться частью сезонных или других низкочастотных колебаний. Поэтому, выдвигая гипотезу о наличии тренда, следует иметь в виду конкретную длительность временного ряда.

После выделения тренда и сезонных периодичностей остаточный временной ряд может содержать коррелированную случайную компоненту $S(n)$ и некоррелированную (нерегулярную) помеху $N(n)$. $S(n)$ можно рассматривать как низкочастотную составляющую случайной последовательности показателей временного ряда $Z(n)$, а $N(n)$ - как высокочастотную составляющую $Z(n)$. Наличие низкочастотной составляющей объясняется, в частности, тем, что усредненные физико-механические свойства сырья изменяются от партии к партии медленно. Высокочастотная составляющая обусловлена прежде всего неоднородностью малых партий консервов.

Тренды и скрытые периодичности приводят к нестационарности временных рядов по различным вероятностным характеристикам - математическому ожиданию, дисперсии. При наличии в наблюдаемых временных рядах нестационарных периодичностей условие эргодичности не соблюдается [54].

Одним из основных инструментов в обширном арсенале статистических методов контроля качества являются контрольные карты, которые применяют при решении задач оперативного и перспективного управления качеством продукции. Контрольные карты могут помочь и при изучении другой статистической информации, например, удобны для регистрации текущих поверок системы измерений. Идея контрольной карты высказана в 1924 г. известным американским статистиком Уолтером А. Шухартом. В условиях слабой подготовленности ОУ к комплексной автоматизации внедрение контрольных карт остается актуальным, позволяя свести к минимуму число проверок [15].

Контрольная карта Шухарта представляет собой отпечатанный на бумаге формуляр с сеткой из вертикальных и горизонтальных линий. По горизонтальной оси откладывают время работы оборудования после его наладки или порядковый номер выборок изделий. В выборку входят изделия, произведенные в течение достаточно короткого интервала времени. При оценке качества по количественным признакам объем выборок n обычно не превышает 6... 12. По вертикальной оси откладывают необходимые значения коррелируемого показателя.

В качестве показателей, подлежащих проверке, могут быть выбраны характеристики продукта, указанные в стандарте или косвенно связанные с ним, например, режим работы оборудования, характеристики энергоносителей. В середине контрольной карты обычно пунктирной чертой проводят линию, соответствующую среднему значению контролируемого показателя. Кроме нее проводят линии, соответствующие верхней (ВГР) и нижней (ИГР) границам регулирования. Эти линии ограничивают область изменения контролируемого показателя, соответствующую нормальному ходу технологического процесса и удовлетворительной наладке оборудования. Если полученное значение контролируемого показателя выходит за границы регулирования, то это с высокой степенью вероятности означает, что процесс нуждается в наладке. На контрольной карте могут указываться верхняя (ВПП) и нижняя (НПП) предупреждающие границы. Выход за пределы этих границ одного или нескольких значений контролируемого показателя должен рассматриваться как предупреждающий

сигнал о возможной разладке технологического процесса. При получении предупреждающего сигнала необходимо увеличить частоту проверок.

Проведя контрольную операцию, оператор должен нанести на карту точку, соответствующую полученному значению контролируемого показателя. Соединяя контрольные точки отрезками прямых линий, получим картину изменения во времени контролируемого показателя. В практике находят применение несколько видов контрольных карт, которые классифицируют в зависимости от вида контроля и используемой статистической характеристики.

При производстве тары, контроле числа бомбажных банок, качества этикетирования и маркирования в консервном (пресервном) производстве целесообразно использовать контрольные карты доли брака (числа дефектных единиц продукции).

При контроле по количественному признаку часто используют карты средних арифметических значений, если разладка процесса проявляется в изменении среднего значения контролируемого параметра. Карты этого типа эффективны при контроле качества дозирования сырья, соли и других компонентов в рыбоконсервном и пресервном производствах. Карты средних арифметических значений обеспечивают высокую вероятность обнаружения разладки технологического процесса и не требуют при этом увеличения затрат труда на контроль по сравнению с картами индивидуальных значений. Если разладка процесса проявляется в увеличении случайного рассеивания контролируемого параметра, то используют карты средних квадратичных отклонений. Часто используют комбинированные карты, например, средних арифметических значений и средних квадратичных отклонений.

При использовании контрольных карт Шухарта решение об остановке или переналадке принимается только по одному последнему результату измерений. В ряде отраслей промышленности распространены так называемые кумулятивные карты. На контрольную карту этого типа наносят значения кумулятивной, т. е. накопленной суммы значений контролируемого показателя в смежных выборках. Контрольные карты кумулятивных сумм более чувствительны к разладке процесса,

позволяют раньше обнаружить нарушения в работе оборудования и могут использоваться не только в массовом, но и в мелкосерийном и штучном производствах.

Разработке и внедрению контрольных карт предшествует большая подготовительная работа, в ходе которой выбирают точки контроля и показатели, подлежащие измерению, осуществляют статистический анализ производственного процесса, выбирают вид контрольных карт, определяют необходимый объем выборки и частоту проверок состояния технологического процесса. К точкам контроля, т. е. технологическим операциям, где необходимо вести контроль, относят операции, на которых в основном формируется качество продукции и где постоянный надзор за состоянием дел экономически оправдан. Особое внимание нужно уделять стартовым операциям, поскольку источники нестабильности на этих операциях оказывают дестабилизирующее воздействие на весь технологический процесс и затрудняют построение модели процесса.

Контрольные карты и другие средства анализа данных (гистограммы, планы выборок) образуют информационную (пассивную) подсистему общей системы управления качеством продукции. Важным шагом на пути создания активной (управляющей) подсистемы явилось предложение о перенесении идей планирования эксперимента на промышленные процессы, выпускающие товарную продукцию.

Реализация этой идеи на базе современной вычислительной техники привела к созданию автоматических систем статистического управления, позволяющих проводить систематическую подналадку процесса в реальном масштабе времени [6].

Условия для введения системы статистического регулирования благоприятны, если дисперсия низкочастотной коррелированной составляющей существенно превышает дисперсию высокочастотной составляющей, а время спада автокорреляционной функции регулярной составляющей исследуемого процесса много больше запаздывания в объекте по каналу управления.

Повышение эффективности консервного производства и качества выпускаемой продукции является важной задачей, стоящей перед рыбообработывающей промышленностью. Существенную роль в ее решении может сыграть внедрение систем и технических средств, базирующихся на статистических методах управления качеством продукции, применяемых во многих отраслях промышленности: металлообрабатывающей, легкой, радиоэлектронной и других отраслях народного хозяйства. Известен опыт применения этих методов и за рубежом.

Внедрение статистических методов управления качеством рыбконсервной продукции протекает, к сожалению, сравнительно медленно. Это объясняется недостаточной подготовленностью технологических процессов и отсутствием практических рекомендаций в виде методик контроля, а также отсутствием унифицированных алгоритмов, технических средств и систем для проведения контроля.

Устранить указанные недостатки можно на основе реализации следующих подходов:

- анализ технологических процессов производства консервов для выявления операций, влияющих на качество консервов;
- определение главных параметров контроля и регулирования, разработка математических моделей, связывающих эти параметры с технологическими режимами;
- выбор наиболее эффективных методов статистического регулирования для ведения предупредительного и приемочного статистического контроля на выбранных операциях производства рыбных консервов;
- разработка алгоритмов контроля и принципов построения одноканальных и многоканальных статистических анализаторов (СА) на программируемых логических контроллерах;
- техническая реализация СА;
- внедрение СА и обоснование экономической эффективности их использования в промышленности;

– передача технических средств в промышленную эксплуатацию.

Система статистического контроля и регулирования качества (СКРК) представляет собой некоторую совокупность датчиков и измерительных приборов для получения необходимой информации, преобразователей для приведения ее к единой системе физических величин, СА или специализированных вычислительных устройств, реализующих принятые алгоритмы управления, исполнительных механизмов и различного рода выходных сигнализирующих, запоминающих и регистрирующих устройств. СА, используемые в таких системах, осуществляют обработку информации, отображающую физическую сущность регулируемого технологического процесса, и на основе полученных результатов вырабатывают сигналы управления контролируемыми параметрами или объектом [6].

Системы СКРК выполняют следующие функции: автоматическое измерение контролируемого параметра обработанных изделий;

– автоматическую обработку результатов измерения — вычисление статистической оценки среднего значения контролируемого параметра для партии изделий и оценку зоны естественного рассеяния параметров;

– формирование сигналов, управляющих коррекцией настройки оборудования и блокировкой процесса обработки партии банок.

Таким образом, статистические методы управления качеством [13] предназначены для анализа точности и регулирования, а также статистического приемочного контроля качества.

Статистический анализ точности технологического процесса предполагает определение статистическими методами точностных характеристик и закономерностей протекания во времени технологического процесса.

Статистическое регулирование технологического процесса — это корректирование параметров технологического процесса по результатам выборочного контроля параметров изготавливаемых консервов и пресервов для обеспечения требуемого качества и предупреждения брака.

Подналадка является более простой формой обратной связи, чем контроль в процессе обработки, поскольку она позволяет компенсировать только систематические погрешности и не компенсирует случайные. В производственной практике существуют следующие виды подналадок: по одной банке, по среднему размеру выборки, по определенной настройке закаточной машины.

Можно выделить два типа систем СКРК: первый - это системы, в которых регулирование (подналадка) осуществляется без изменения цикла выпуска изделий, и второй - системы, в которых для осуществления подналадки требуется остановка технологического процесса.

При использовании статистических методов активного контроля проверяется качество продукции, состояние хода технологического процесса, выявляются причины брака и отказов, количественно (по изменению доли дефектных изделий и другим показателям, отражающим динамику качества) оценивается эффективность корректирующих воздействий, своевременно выявляются и устраняются причины разладки технологического оборудования, предупреждается брак, лучше и полнее вскрываются резервы для дальнейшего совершенствования технологических процессов и конструкции банок, повышения их качества.

Оба метода контроля имеют важное значение с точки зрения обеспечения требуемого качества выпускаемой продукции. Однако активный контроль, направленный на профилактику брака, т. е. на обеспечение необходимого качества в самом процессе ее получения, является наиболее прогрессивным.

Качество систем активного контроля в значительной степени определяется тем, насколько полно и совершенно они решают задачу компенсации технологических погрешностей. Поэтому большое внимание уделяется анализу производственных погрешностей и факторов, вызывающих их возникновение.

Погрешности, обусловленные изнашиванием инструмента, тепловыми и силовыми деформациями технологического оборудования, вызывают изменение режимов его настройки. Эти погрешности весьма трудно скомпенсировать методом предварительной настройки оборудования. Необходимо отметить, что ввод

информации в системе СКРК может осуществляться в форме количественного и качественного представления результатов измерения.

В ходе производственного процесса на технологическое оборудование действует сумма возмущений $\sum f(t)$, вызывающих разброс выходного параметра $X(t) = Z_0 - Z_t$, где Z_0 и Z_t - номинальное и измеренное значения. Этот разброс можно разбить на две составляющие: $X(t) = \xi(t) + r(t)$. Первая составляющая $\xi(t)$ обусловлена воздействием случайных факторов. Она не зависит от размерной настройки оборудования и является причиной того, что определенному уровню настройки соответствуют различные значения выходной величины, т. е. характеризует точность оборудования. Вторая составляющая $r(t)$ является следствием главным образом тепловых механических деформаций элементов закаточной машины.

Ввиду того что любая реальная система автоматической поднастройки имеет определенное время запаздывания, импульс на поднастройку необходимо подавать с опережением.

Зона регулирования описывает разброс выходного параметра, а ширина ее в общем случае зависит от устойчивости технологического процесса, шага регулирования и принятого алгоритма контроля. Сузить зону регулирования можно двумя путями: уменьшением шага регулирования (так называемая поднастройка «малыми импульсами») и выбором соответствующего алгоритма контроля, исключающего перерегулирование процесса при грубых разбросах выходного параметра R . Принятый алгоритм контроля реализуется блоком обработки информации.

Производство консервов выполняется в условиях значительного числа случайных факторов, что обуславливает низкую воспроизводимость характеристик закатки консервных банок.

Внедрению систем СКРК предшествует значительная подготовительная работа по анализу стабилизации процесса.

Статистический контроль консервной продукции может быть сплошным или выборочным, пассивным или активным. Сплошной контроль требует больших

материальных и временных затрат и не позволяет прогнозировать качество продукции при изменении режима работы линии. Поэтому обычно применяют выборочный контроль, требующий предварительного определения объема выборки и частоты ее изъятия.

Любой отлаженный производственный процесс характеризуется кривой распределения с определенным центром распределения и зоной рассеяния измеренных значений вокруг него.

Отклонение качества закаточного шва от требуемого уровня, возникающее в процессе изготовления консервов, обусловлено случайными и систематическими возмущениями. Систематическая составляющая погрешности проявляется в смещении центра группирования параметров закаточного шва. Оно может быть вызвано, например, постепенным изнашиванием оборудования (роликов и патронов закаточных машин), изменением температурных условий и т. д. Множество случайных факторов, воздействующих в процессе закатывания банок, вызывает рассеяние параметров готовых изделий вокруг центра группирования, причем ширина зоны рассеяния является характеристикой используемого оборудования консервной линии. Методы статистического контроля и регулирования компенсируют указанные погрешности: смещение центра группирования и ширины зоны рассеивания. В каждом конкретном случае выбор статистического контроля при производстве консервов обусловлен объемом производства, требованиями к параметрам закаточного шва консервов, уровнем автоматизации технологического процесса и управления им [13].

Пассивный статистический контроль – это такой контроль, который позволяет по различным признакам разделять изделия на годные и бракованные. К контролю такого вида относятся, например, приемочный статистический контроль качества, позволяющий фиксировать брак и препятствовать попаданию бракованных изделий в годную продукцию. Часто партия изделий проверяется уже тогда, когда на данном рабочем месте закончено изготовление последующих партий, такой контроль применяют в основном на выходных участках (выходной контроль).

К пассивному виду контроля можно отнести также статистический анализ технологического процесса. В результате статистического анализа определяются основные операции, формирующие свойства изделия, устанавливаются закон распределения параметров, их практические значения, приемлемые уровни качества на основных операциях и разрабатываются планы контроля. Для технологических процессов в задачи статистического анализа также входит определение оптимальных режимов отдельных операций, включая бланширование и стерилизацию. Статистический анализ может включать в себя дисперсионный, корреляционный и факторный анализы.

Активный статистический контроль дает возможность предотвратить появление бракованной продукции за счет своевременного обнаружения отклонений параметров технологического процесса. Кроме того, имея статистические характеристики параметров закаточного шва, можно дать объективную оценку хода технологического процесса, то есть судить о строгости его соблюдения, а также о точности работы закаточной машины. Активный статистический контроль можно разделить на текущий предупредительный и статистическое регулирование.

Предупредительным статистическим контролем целесообразно охватывать главные технологические операции, на которых закладывается качество банок. Отличительной чертой предупредительного контроля от статистического регулирования является наличие автоматической обратной связи между выходными и регулируемыми параметрами данной технологической операции. Обратное воздействие на ход технологической операции в процессе обработки изделий может осуществляться через человека – предупредительный статистический контроль, или автоматически - статистическое регулирование.

В качестве характеристики отлаженности функционирования консервной линии используют отдельные значения – индивидуальные данные выборки. Каждое из значений выборки сравнивается с определенной областью допустимых значений, по выходу какого-либо значения за границы этой области судят о настроенности процесса и необходимости подналадки. Если, например, в выборке

из пяти банок геометрические размеры закаточного шва хотя бы двух вышли за контрольные границы, т. е. за верхний или нижний пределы поля допуска, то подается сигнал о неправильной настройке закаточной машины.

Самым перспективным для автоматизации и достаточно надежным среди методов, оперирующих с отдельными значениями геометрических размеров закаточного шва, является метод итераций, основанный на применении малых по объему выборок. Каждое значение выборки проверяют по правилу: находятся ли все они, за контрольными границами, т. е. образуют ли все данные одной выборки некоторую итерацию вне контрольной границы. По литературным данным [9], метод итераций применяется довольно часто, что объясняется его простотой, наглядностью и достоверностью.

Кроме этого метода для малых выборок используют метод группировок, который также оперирует отдельными значениями в выборке. При этом все данные, входящие в одну выборку, делятся контрольными границами на три группы: первая – слева от нижней границы, вторая – справа от верхней границы и третья – внутри контрольных границ. Подсчитывается число измеренных значений, попавших в каждую группу, а именно: n^- – число банок, имеющих размеры меньше допустимого наименьшего размера; n^+ – число банок, имеющих размеры больше допустимого наибольшего размера; n_0 – число банок, имеющих размеры в пределах допуска [6].

При регулировании производственного процесса вычисляются следующие величины: $n_1 = n^+ + n^-$ и $n_2 = n^+ - n^-$. Величины n_1 и n_2 характеризуют соответственно количество брака, т. е. точность обработки и сдвиг центра настройки, каждая из них сравнивается с определенными критическими значениями, при превышении которых подается либо сигнал на подналадку, если $n_2 > n_{2max}$, или $n_2 < n_{2min}$, или $|n_2| > n_{2кр}$, либо команда остановки процесса $n_1 \geq n_{1кр}$. Если, например, для выборки в десять банок абсолютная величина разности $|n^+ - n^-| > 3$ или сумма будет больше пяти, то подается сигнал о разладке процесса, причем в первом случае необходима подналадка, а во втором, когда значительно увеличился брак, нужно проверить правильность работы самой закаточной

машины. Статистическое регулирование на основе этого метода характеризует качество процесса закатки консервных банок.

Положение центра распределения характеризуют обычно математическим ожиданием или медианой, а зону рассеяния – дисперсией или средним квадратическим отклонением (стандартом). Положение центра распределения можно оценивать либо по среднему арифметическому:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (16)$$

либо по выборочной медиане, которая определяется следующим образом:

$M_e = X_{m+1}$, если $n = 2m + 1$ (нечетное), или

$M_e = X_m + X_{m+1}/2$, если $n=2m$ (четное), причем выборка должна быть упорядоченной. Однако точность оценки центра распределения по среднему арифметическому и медиане различна, а именно, если

$$\sigma_{\bar{X}} = \sigma / \sqrt{n}, \text{ то } \sigma_{M_e} = \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2n}}, \quad (17)$$

где σ — мера рассеяния случайной величины X_i при известном законе распределения.

Для оценки положения центра настройки по медиане с той же точностью, что и по среднему арифметическому, нужно в $n/2$ раз увеличить объем выборки. В качестве статистических оценок среднего квадратического отклонения используют обычно выборочный размах:

$$R_{\text{ВЫБ}} = (X_{\max} - X_{\min}), \quad (18)$$

или разбросы:

$$R^+ = X_{\max} - M_e; \quad R^- = M_e - X_{\min}; \quad R = R^+ + R^-;$$

или среднее квадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - \bar{X})^2} \quad (19)$$

или средние значения этих оценок по нескольким выборкам:

$$\bar{R} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K R_i; \quad \bar{R}^+ = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K R_i^+; \quad \bar{R}^- = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K R_i^-; \quad (20)$$

где K - число выборок.

Каждая из этих оценок характеризуется своим математическим ожиданием и точностью, связанными с теоретическим средним квадратическим отклонением, причем для размаха и разбросов эта связь определяется коэффициентами:

$$\sigma = N\overline{R}; \quad \sigma' = S\sqrt{\frac{\pi-2}{2n}}; \quad (21)$$

$$\text{где } N = \sqrt{\frac{\pi n}{2(n-1)}};$$

Практически по малым выборкам рассеяние оценивают с помощью размаха или разбросов. При этом необходимо упорядочение выборки в вариационный ряд, как и при определении медианы.

Сравнивая различные способы оценки положения центра настройки и точности работы оборудования, можно заметить, что для одних оценок требуется упорядочение выборки в вариационный ряд, а для других — нет. В связи с этим целесообразно различать два метода, оперирующих статистическими характеристиками: 1) медиан и размаха (разбросов), 2) среднего арифметического и стандарта [6].

В обоих случаях рассчитанные оценки сравнивают с заранее заданными контрольными или контрольно-предупредительными границами. При этом сигнал на подналадку дается при выходе либо медианы, либо среднего арифметического за соответствующие контрольно-предупредительные границы, тогда как увеличение размаха или стандарта сверх критического значения требует незамедлительной остановки процесса или оборудования.

Контрольно-предупредительные границы для обоих методов регулирования необходимо рассчитывать с учетом всех особенностей данного производства.

Преимуществом метода медиан является возможность использования всех измеренных значений, включая и грубые, редкие отклонения, для оценки положения центра настройки. Это объясняется тем, что грубые отклонения измеряемой величины от номинала сказываются на выборочном значении медианы гораздо меньше, чем на среднем арифметическом. Вследствие этого при контроле по среднему арифметическому необходимо учитывать лишь те значения

регулируемого параметра, которые попадают в определенную критическую зону. Практически это требование всегда выполняется, так как пределы измерения в СА ограничены. Метод медиан и размаха рекомендуется использовать лишь при ручной обработке данных, для автоматического статистического регулирования его применение нецелесообразно, так как значительно усложняется схема прибора, а точность контроля хуже по сравнению с методом среднего арифметического, который напротив, наиболее перспективен для автоматического регулирования и мало пригоден при ручной обработке данных из-за сложных арифметических операций.

Все рассмотренные выше методы статистического контроля и регулирования можно разделить на методы, применяемые в основном при обработке данных вручную, и методы, наиболее подходящие для автоматического статистического регулирования. К последним относятся методы итераций, группировок, среднего арифметического и стандарта. Кроме того, комбинируя различные методы, можно получить более сложные сочетающие преимущества отдельных методов. Например, положение центра настройки можно оценивать по среднему арифметическому, а точность - по числу бракованных изделий, как в методе группировок.

Если значение контролируемого параметра обрабатываемых изделий представляет собой случайную величину X , закон распределения которой выяснен в процессе предварительного исследования объекта управления, то по некоторому объему выборки n можно высказать суждение о значении параметров распределения. При этом выдвигаются две гипотезы: нулевая H_0 , когда значение некоторого параметра $\theta = \theta_0$, и конкурирующая, или альтернативная, H_1 когда параметр $\theta = \theta_1$.

Статистическая проверка нулевой гипотезы относительно альтернативной заключается в том, чтобы по некоторой выборке из генеральной совокупности принять гипотезу H_0 или отклонить ее (принять H_1). При этом можно допустить ошибку первого рода - отклонить гипотезу H_0 в случае ее истинности - и второго

рода - принять гипотезу H_1 в случае ее ложности. Вероятности ошибок первого и второго рода не должны превышать некоторых наперед заданных чисел α и β .

Метод статистической проверки гипотез должен удовлетворять критерию оптимальности, заключающемуся в минимизации при заданных θ_0 , θ_1 , α и β объема выборки n .

Существуют две оптимальные процедуры выбора гипотез - классическая и последовательная [6].

Технологический процесс считается настроенным, если вероятность появления изделий, параметр которых отклоняется от номинала больше, чем на $\pm\delta$, не превышает допустимого значения. Превышение может быть вызвано двумя причинами - смещением центра распределения θ и увеличением стандарта σ .

Таким образом, статистический контроль сводится к решению задачи статистической проверки гипотез о положении центра распределения, дисперсии и доли брака.

Итак, при предупредительном статистическом контроле необходимо одновременно проверять гипотезы относительно P , X и σ^2 .

В общем случае погрешность обработки изделия можно рассматривать как случайную функцию времени работы оборудования. При этом обычно без потери общности результатов одномерный закон распределения можно полагать достаточно близким к нормальному. Кроме того, в достаточно отлаженных процессах всегда наблюдается определенная стабильность статистических характеристик общей погрешности, т. е. погрешности описываются стационарными в широком смысле функциями времени или же имеет место нестационарность только такой характеристики процесса, как среднее значение погрешности.

Приемочный статистический контроль служит для определения годности предъявленной для проверки продукции [13]. Он находит широкое применение на предприятиях главным образом при осуществлении входного, промежуточного или окончательного контроля в целях проверки соблюдения технических требований к качеству изделий, согласованных между заказчиком и поставщиком.

Этот контроль не оказывает непосредственного влияния на производство, он выявляет брак уже готовой продукции. На основании полученных данных можно сделать выводы о причинах возникновения брака и принять меры к их устранению.

Предварительный статистический анализ точности, настроенности и стабильности технологического процесса включает: выбор характеристик качества ИПК (информативных признаков качества); выбор датчиков и способов измерения ИПК; накопление и математическую обработку статистического материала; оценку точности, настроенности и стабильности технологического процесса; выявление и устранение причин, вызывающих отклонение технологического процесса от нормы; установление нормативных значений средних квадратических отклонений; установление периодичности и объема выборок; подсчет границ регулирования для выборочных характеристик из ряда X_n , R_n , σ_n , Me_n и др.; установление средней доли q производственного брака.

Способ обработки и необходимое количество наблюдений зависят от характера рассеяния параметра изделий и от величины смещения центра распределения. Поэтому, чтобы спланировать эксперимент, сначала необходимо провести с обязательным участием технологов теоретическое исследование основных закономерностей обследуемой технологической операции.

Составленный по теоретической модели процесса план эксперимента может при его осуществлении меняться в зависимости от информации, полученной на отдельных этапах исследования. После теоретического анализа на первом этапе статистического исследования проводят пассивный эксперимент — регистрируют отклонения контролируемого параметра изделий, при этом процесс должен проходить без каких-либо подстроек и специально вносимых возмущений. Если смещение центра рассеяния ожидается медленное, то выборка должна быть большего объема. Полученную в результате пассивного эксперимента совокупность значений отклонений параметра группируют и на основании вида распределения выдвигают гипотезу о конкретном теоретическом законе распределения. Далее, пользуясь критерием χ^2 с определенной степенью надежности, проверяют эту гипотезу и определяют параметры гипотетического

закона распределения рассеяния отклонений. Затем, пользуясь тестом Бартлета, проверяют гипотезу о постоянстве дисперсий и определяют характеристики смещения центра распределения на данной технологической операции [6].

Эксперимент необходимо провести при прохождении по линии нескольких наиболее характерных партий изделий, изготовление которых требует отличающихся технологических режимов (высший номинал, несколько средних и низших и т. д.).

Следует заметить, что проводить полный статистический анализ технологического процесса при всевозможных партиях изделий и режимах работы линии нецелесообразно, так как это требует при ручном сборе и обработке информации больших затрат времени и труда. Достаточно иметь минимум данных, которые необходимы для разработки средств контроля и управления; дальнейшей информацией они будут обеспечивать себя сами в процессе функционирования.

Статистический контроль должен:

- носить предупредительный характер и активно содействовать улучшению качества выпускаемой продукции;
- представлять собой простой и наглядный метод наблюдения за технологическим процессом производства и обнаруживать конкретные технологические и производственные причины, вызывающие чрезмерное колебание контролируемых признаков качества;
- охватывать как можно больше технологических операций и факторов, участвующих в производственном процессе.

Из общих требований к контролю вытекают требования к техническим средствам. Последние следует разделить на две группы: технические средства, оперирующие информацией, которая дает количественную оценку технологического процесса, и технические средства, обеспечивающие его качественную оценку.

Технические средства, оперирующие количественной информацией, должны: запоминать полученную в результате измерений информацию; вычислять определенные статистические характеристики; сравнивать полученные расчетные

значения с соответствующими границами или пороговой зоной; вырабатывать сигналы подналадки; индцировать результаты вычислений; управлять исполнительными механизмами.

Оценка зоны рассеяния по выборочной дисперсии, размаху и т. п. требует проведения сложных и трудоемких вычислительных операций и, следовательно, довольно сложной технической реализации. Поэтому целесообразно использовать более простой по реализации метод косвенной оценки зоны рассеяния - по числу бракованных изделий в выборке, как это делается при статистическом контроле по методу группировок.

СА в замкнутых автоматических системах СКРК должны выполнять следующие функции: запоминать информацию о величине контролируемого параметра одного изделия (или группы изделий) на время одного цикла работы СА; сравнивать исходную информацию X_i с критическим значением X_{KP} по результату этого сравнения определять, следует ли учитывать данное значение контролируемого параметра при вычислении статистических оценок среднего и стандарта; определять количество данных, учитываемых при вычислении статистических оценок, и сравнивать полученное значение с заданным значением объема выборки; вычислять выборочные оценки среднего и стандарта; сравнивать вычисленное значение оценки стандарта с допустимым; вырабатывать сигналы блокировки процесса при условии $\sigma \geq \sigma_{пор}$; сравнивать вычисленное значение оценки среднего с допустимым (пороговой зоной) и вырабатывать сигналы коррекции настройки оборудования; осуществлять непрерывный контроль информации, не учитываемой при вычислении оценок среднего и стандарта, путем сравнения текущего числа выбросов контролируемого параметра n_b за пределы критической зоны с заданным допустимым значением N_B (при условии $n_b \geq N_B$ вырабатываться сигналы блокировки).

Исходными данными для проектирования СА будут служить следующие характеристики процесса, полученные на этапе статистического анализа: закон распределения (чаще всего нормальный), характеристика зоны рассеивания (дисперсия, стандарт), средняя и максимальная скорости изменения

математического ожидания контролируемого параметра на одно изделие. Требования к работе всей системы определяются такими показателями, как заданная доля брака и количество управляющих воздействий (коррекция настройки оборудования и блокировка процесса). Последние характеристики позволяют правильно выбрать величины вероятностей ошибок первого и второго рода для всей системы в целом, что необходимо для расчета параметров СА.

Герметичность консервов определяется прежде всего отсутствием утечек субстанции из банки. Это проверяется помещением банки в нагретую воду. При наличии утечек из банки появляются пузырьки. Их регистрация может осуществляться визуально или с помощью технического зрения. Система технического зрения позволяет регистрировать размеры пузырьков от десятых долей миллиметров до десятков миллиметров и частоту их появления. Важнейшим показателем надежности консервов является характеристика закаточного шва, а именно размеры его элементов.

Утечки обычно устраняются регулированием закаточной машины.

В процессе дефектоскопии банок и консервов используют:

- визуальный осмотр;
- систему технического зрения;
- средства рентгенодефектоскопии и механического вскрытия шва для внутренней дефектоскопии банок.

Система технического зрения используется для контроля толщины, ширины шва и глубины посадки крышки в корпус банки. Средства рентгенодефектоскопии и механического вскрытия шва используются для измерения ширины крючков крышки и корпуса банки, а также перекрытия (рисунок 7).

Для экспериментальной проверки возможности дефектоскопии банок и консервов проводились опыты по рентгенодефектоскопии перекрытий слоев жести.

На рисунке 29 приведена рентгенограмма областей, прилегающих к зоне перекрытия одним листом жести второго листа, причем верхний лист повернут относительно нижнего на 10-20°.

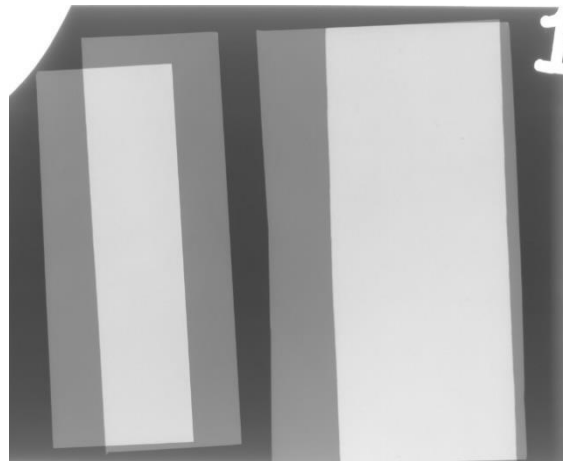


Рисунок 29. Рентгенограмма областей перекрытия

Рентгенограмма показывает: зона перекрытия выделена четко, что позволяет использовать этот метод рентгенодефектоскопии для диагностики двойного закаточного шва.

В настоящее время качество швов консервных банок оценивают и с использованием микрофокусной рентгенографии, которая позволяет получить снимки для оценки качества сварки по рентгенограммам. Достоверность результатов рентгеновского контроля швов в работе проверялась использованием механического вскрытия банки. При получении рентгенограмм применялись различные режимы работы рентгеновских установок. Рисунок 28 соответствует режиму рентгенографии с напряжением 16 кВ и временем экспозиции 6 сек. Данный режим позволил получать качественные снимки, которые выявляют предполагаемые дефекты и позволяют оценить качество шва не только визуально, но и по виду рентгенограмм.

Наличие потемнений на рентгенограммах является признаком негерметичности. Дефекты, показывающие области нарушения герметичности в местах соединения крышки с корпусом банки, показаны на рисунке 30.

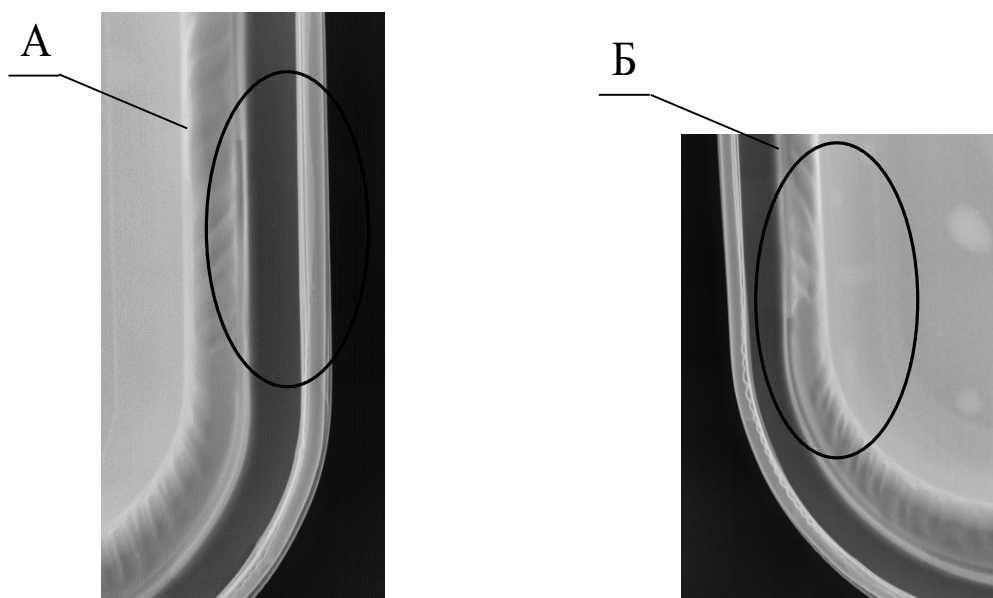


Рисунок 30 А и Б – выделенные области с нарушением соединения крышки с корпусом банки

3.2 Функциональная структура автоматизированной системы контроля герметичности консервов

В Российской Федерации разработкой оборудования для герметизации и контроля герметичности консервов занимаются научно-исследовательские и конструкторские организации овощной, молочной, мясной и рыбной промышленности. Исследования направлены в первую очередь на повышение чувствительности метода и приборов контроля, а также надежности функционирования систем контроля герметичности консервов, которая может быть повышена использованием микропроцессорной техники [22].

В промышленно освоенных и в разрабатываемых образцах оборудования негерметичность консервов оценивается преимущественно по контролю утечки газа или падению давления в таре. Важнейшим условием применимости системы контроля герметичности консервов является ее безопасность при контакте с пищевыми продуктами, что характерно для манометрического и пневмогидравлического принципов построения систем контроля.

На основе результатов выполнения работ в качестве базового варианта оснащения производства системами контроля герметичности консервных банок приняты системы технического зрения в совокупности с механическим вскрытием закаточного шва [21].

Функциональная структура схемы системы контроля герметичности с использованием микропроцессорной техники, средств технического зрения и механического вскрытия шва приведена на рисунке 31.

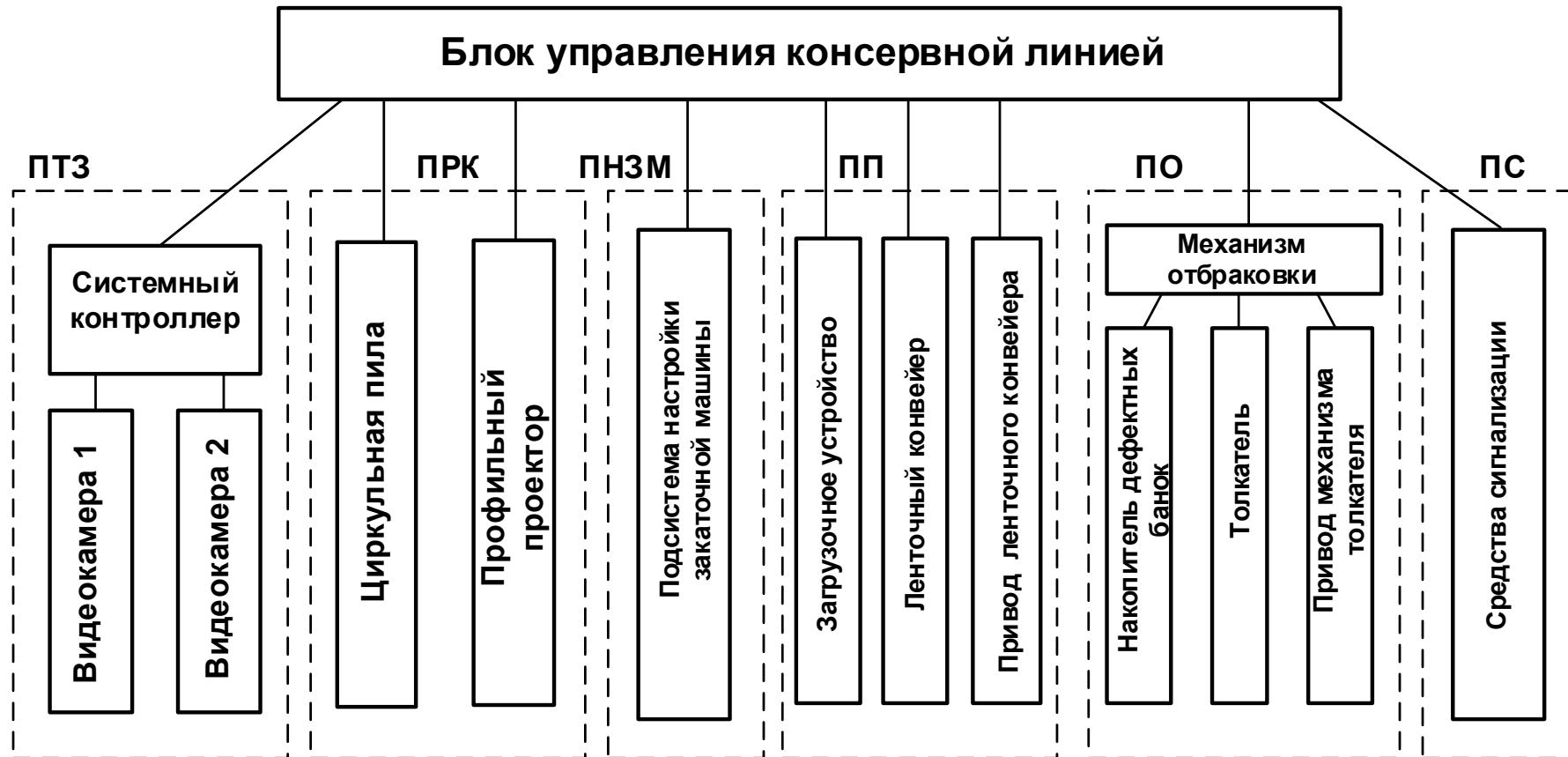


Рисунок 31. Функциональная структура автоматизированной системы контроля герметичности с использованием системы технического зрения

Подсистема технического зрения (ПТЗ), контролирующая качество закаточного шва по внешним параметрам, включает в себя системный контроллер для управления всеми элементами ПТЗ и две видеокамеры технического зрения, что обусловлено необходимостью контроля банок с внешней и внутренней стороны ленты транспортера. В подсистеме разрушающего контроля (ПРК) выполняются контрольные срезы банки и сравнивая их с эталонными значениями размеров банки на профильном проекторе определяют тем самым причины разгерметизации банки.

Подсистема настройки закаточной машины (ПНЗМ) адаптирует положение и усилие поджатия ролика закаточной машины по сигналу рассогласования между регламентированными и фактическими размерами закаточного шва. Указанная информация о качестве шва поступает в блок управления линией и оператору.

Для установки консервных банок в зону обзора видеокамеры (рабочее положение) на ленточном конвейере используется подсистема позиционирования (ПП). Подсистема отбраковки (ПО) обеспечивает удаление дефектных банок с конвейера в накопитель с помощью толкателя. Подсистема сигнализации (ПС) информирует оператора световым и звуковым сигналами о наличии и количестве бракованных банок.

Индикация подтеков осуществляется по неоднородности цвета поверхности банки с помощью системы технического зрения. Видеосъемка движущейся банки производится одновременно с двух сторон видеокамерами, поворачивающимися в плоскости, параллельной ленте конвейера. Крайние значения угла поворота видеокамер соответствуют начальной и конечной позициям банки в цикле видеосъемки (рисунок 32) [41].

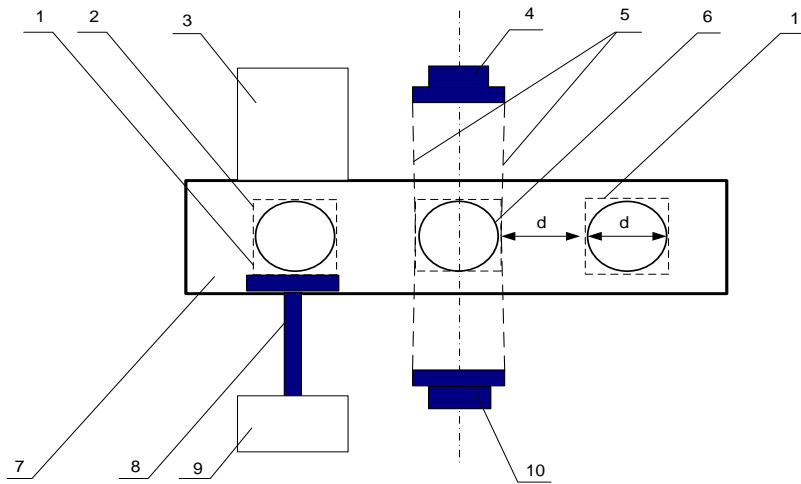


Рисунок 32. Взаимное положение видеокамер системы технического зрения с контролируемыми банками на ленточном конвейере

1 – разметка установки банки на ленточный конвейер; 2 – позиция дефектной банки; 3 – накопитель дефектных банок; 4 – видеокамера 1; 5 – зона обзора видеокамеры; 6 – контролируемая банка; 7 – ленточный конвейер; 8 – толкатель; 9 – привод механизма толкателя; 10 – видеокамера 2.

Для установки консервных банок в зону обзора видеокамер (рабочее положение) на ленточном конвейере используется подсистема позиционирования, состоящая из загрузочного устройства, ленточного конвейера с установленными фиксаторами положения и привода конвейера [42].

Расстояние между движущимися банками d выбирается с учетом времени, необходимого для разворота видеокамер в исходную позицию после окончания видеосъемки (рисунок 33).

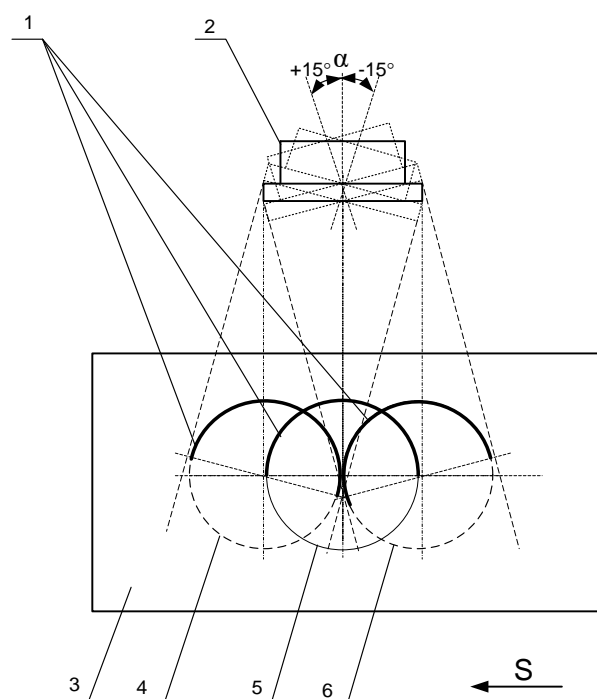


Рисунок 33. Изменение взаимного положения видеокамеры и контролируемой банки при движении ленточного конвейера.

1 – контролируемая поверхность банки; 2 – видеокамера; 3 – ленточный конвейер; 4, 5, 6 – соответственно конечная, текущая и начальная позиции банки в цикле видеосъемки.

Загрузочное устройство ленточного транспортера (рисунок 34) включает питатель в форме наклонного желоба, средство загрузки – подающая звезда с регулируемыми по длине наконечниками из эластичного материала и фиксатор положения банки. Подающая звезда механически связана с приводом конвейера. Фиксаторы установлены на конвейере таким образом, чтобы весь закаточный шов попадал в зону обзор видеокамер. Фиксаторы выполнены в виде U-образных захватов (рисунок 35), и позволяют регулировать положение банок в зависимости от их типоразмера. Фиксаторы обеспечивают позиционирование с необходимой точностью [43].

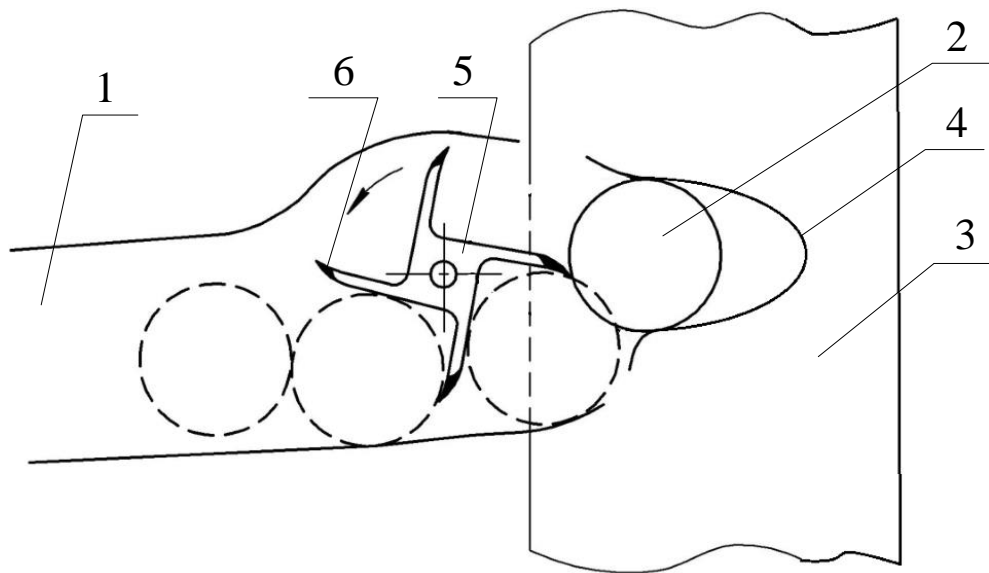


Рисунок 34. Схема загрузочного устройства банок на ленточный конвейер

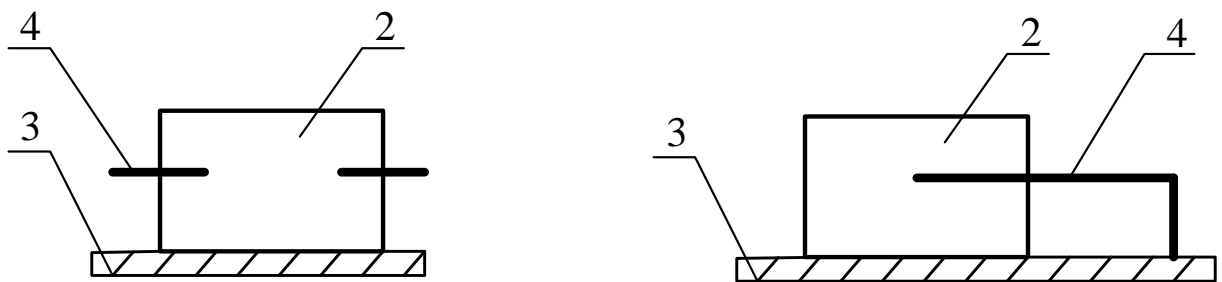


Рисунок 35. Проекция фиксатора на корпусе банки

Консервные банки 2 подаются по установленному под наклоном питателю 1 на вращающуюся звезду 5, которая поштучно отправляет банки в фиксаторы положения 4, расположенные на ленточном конвейере 3. Далее, банка под воздействием эластичного наконечника 6, установленного на конце луча подающей звезды 5, продвигается в необходимую позицию на ленточном конвейере, ограниченную фиксатором 4 положения банки. Скорость вращения подающей звезды 5 и скорость движения ленточного конвейера 3 синхронизированы посредством механической связи.

Для пояснения принципа действия подсистемы позиционирования рассмотрен пример, в котором в качестве объекта использовалась выборка из 50 банок №6 (диаметр банки 84мм; высота 57мм) с продуктом «Килька в томатном

соусе». На ленточном конвейере предварительно наносилась разметка установки фиксаторов банок с учетом их диаметра и разрешающей способности видеокамер. Опытным путем из условия функционирования загрузочного устройства подобрано расстояние между соседними позициями банок, равное диаметру банки $L=84$ мм, как показано на рисунке 28. Видеокамеры размещены по обе стороны от конвейера посередине между начальной и конечной позициями контролируемой банки, причем расстояние до каждой из позиций составляет 115мм. Видеокамеры установлены с возможностью синхронного поворота на угол $\alpha = \pm 15^0$. Скорость поворота видеокамер равна скорости движения конвейера $V=0,25$ м/с.

При этом длительность одного цикла видеосъемки от начальной до конечной позиции составила:

$$T_{\text{ОЦ}} = T_{\text{РЦ}} + T_{\text{в}}, \quad (22)$$

где $T_{\text{РЦ}}$ – время рабочего цикла, с;

$T_{\text{в}}$ – время возврата видеокамер в начальную позицию, с;

$$T_{\text{РЦ}} = L/V, \quad (23)$$

Один рабочий цикл видеосъемки от начальной до конечной позиции составляет $T_{\text{РЦ}} = 0,336$ с. В начале цикла видеосъемки видеокамеры находятся в исходном положении: повернуты на 15^0 в сторону начальной позиции банки. Во время видеосъемки видеокамеры поворачиваются, сопровождая банку до конечной позиции. Скорость поворота согласована со скоростью движения конвейера. Время поворота видеокамер составляло $T_{\text{рц}} = 0,336$ с. При этих условиях обеспечивается видеосъемка банки на 180^0 с каждой стороны. Скорость конвейера и расстояние между позициями выбирались с учетом времени на разворот видеокамер в исходную позицию, которое составляло в данном случае 0,2 с. Общая длительность одного цикла видеосъемки составляла 0,536с. Обработку видеoinформации системный контроллер 2 выполняет в течение 0,1 с. После чего, в случае

обнаружения локальных выделений системный контроллер 2 передает сигнал блоку управления, который связан с механизмом отбраковки 5. Одновременно средством сигнализации 6 выдается звуковой сигнал о браке. При достижении банкой позиции отбраковки она удаляется толкателем дефектных банок (ДБ) с конвейера в накопитель на основании информации от видеокамер системы технического зрения. В проверенной партии банок в количестве 50 шт. система технического зрения 1 отбраковала 3 шт. Визуальный осмотр банок подтвердил наличие признаков негерметичности швов. При установленном времени цикла контроля герметичности 0,536 с производительность установки составила 3700 банок в час.

Подсистема сигнализации информирует оператора световым и звуковым сигналами о наличии и количестве бракованных банок.

3.3 Контроль герметичности консервов на ленточном конвейере

Алгоритм автоматизированного контроля герметичности консервов с учетом схемы взаимного положения видеокамер и контролируемой банки при движении ленточного конвейера приведен на рисунке 36. Для повышения чувствительности контроля утечек банки после стерилизации попадают в разряженную среду, создаваемую вакуумным насосом. Такой подход позволяет повысить чувствительность в 1,5 раза. [44].

Реализация рассматриваемого алгоритма обеспечивает необходимое качество контроля герметичности консервов в условиях автоматизированного поточного производства.

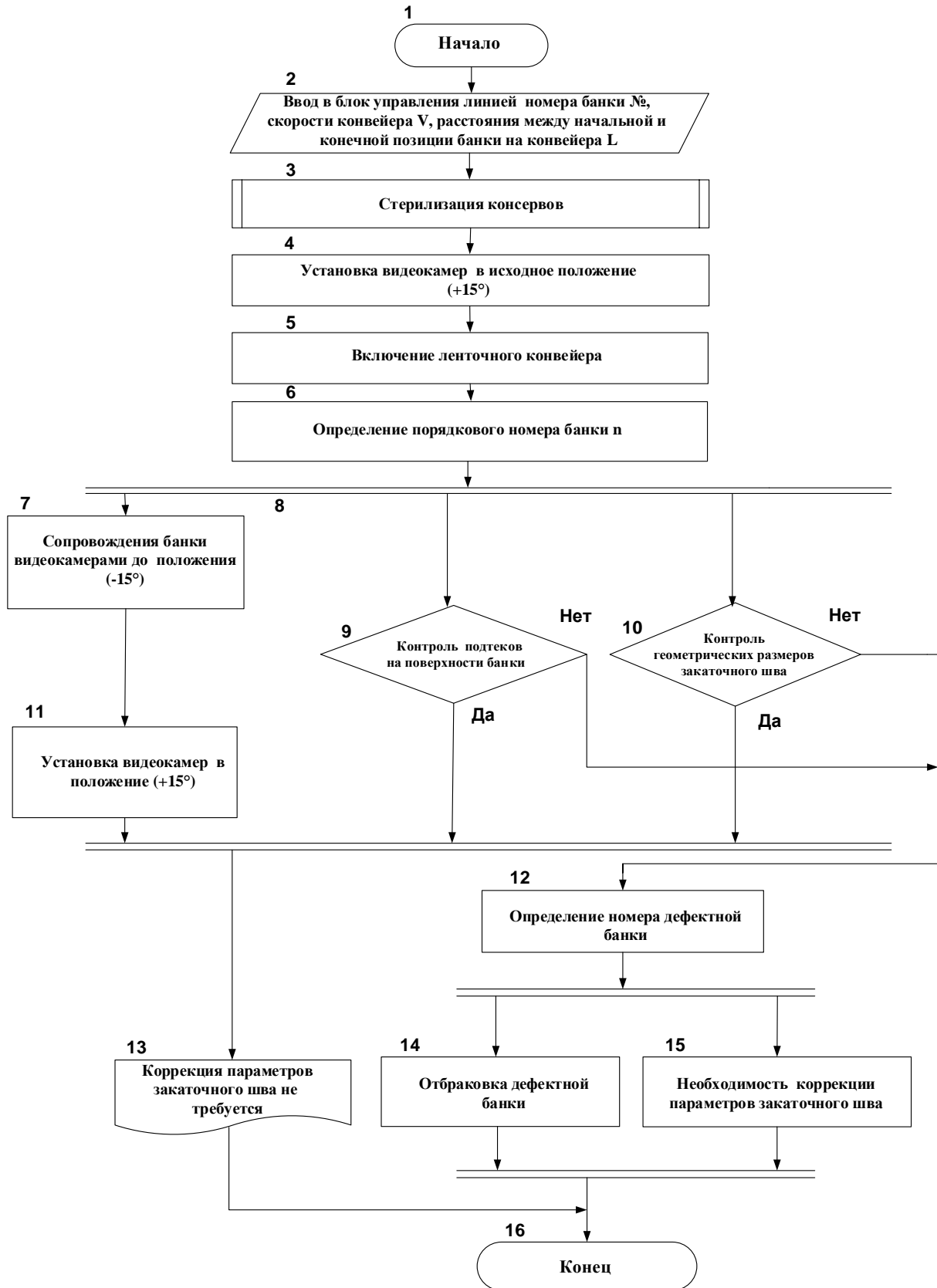


Рисунок 36. Алгоритм контроля герметичности консервов при движении ленточного конвейера

Выводы по третьей главе

Изложена структура универсальной системы контроля герметичности и качества закаточного шва при движении консервов на ленточном конвейере с блоком управления, включающая подсистемы технического зрения, разрушающего контроля, позиционирования, отбраковки и сигнализации.

Особое внимание уделено подсистеме позиционирования, обеспечивающей полный обзор закаточных швов при движении консервной линии.

ГЛАВА 4. НАСТРОЙКА ЗАКАТОЧНОЙ МАШИНЫ

4.1 Алгоритмы коррекции внешних элементов двойного закаточного шва

Алгоритм коррекции глубины посадки крышки приведен на рисунке 37. В блок схеме алгоритма приведены следующие обозначения: C_i – текущее значение глубины посадки крышки, C_n – номинальное значение глубины посадки крышки; C_1 и C_2 – границы зоны регулирования глубины посадки крышки, которые устанавливаются в пределах 20% от максимального и минимального значений диапазона изменения глубины посадки крышки и корректируются при пускеналадке закаточной машины; C_3 и C_4 – минимальное и максимальное значения диапазона изменения глубины посадки крышки.

Алгоритм коррекции глубины посадки крышки основан на результатах измерений системой технического зрения текущей глубины посадки крышки и обеспечивает установку крышки в пределах +0,3 - -0,1мм. Время измерения системой технического зрения составляет 0,1с. Если глубина крышки отклоняется от требуемого значения, то она корректируется автоматически. Если задача не решается в автоматическом режиме, то коррекция выполняется оператором-настройщиком закаточной машины. На рисунках 36 – 38 приведены алгоритмы коррекции внешних элементов закаточного шва для возможных исходных сочетаний операций.

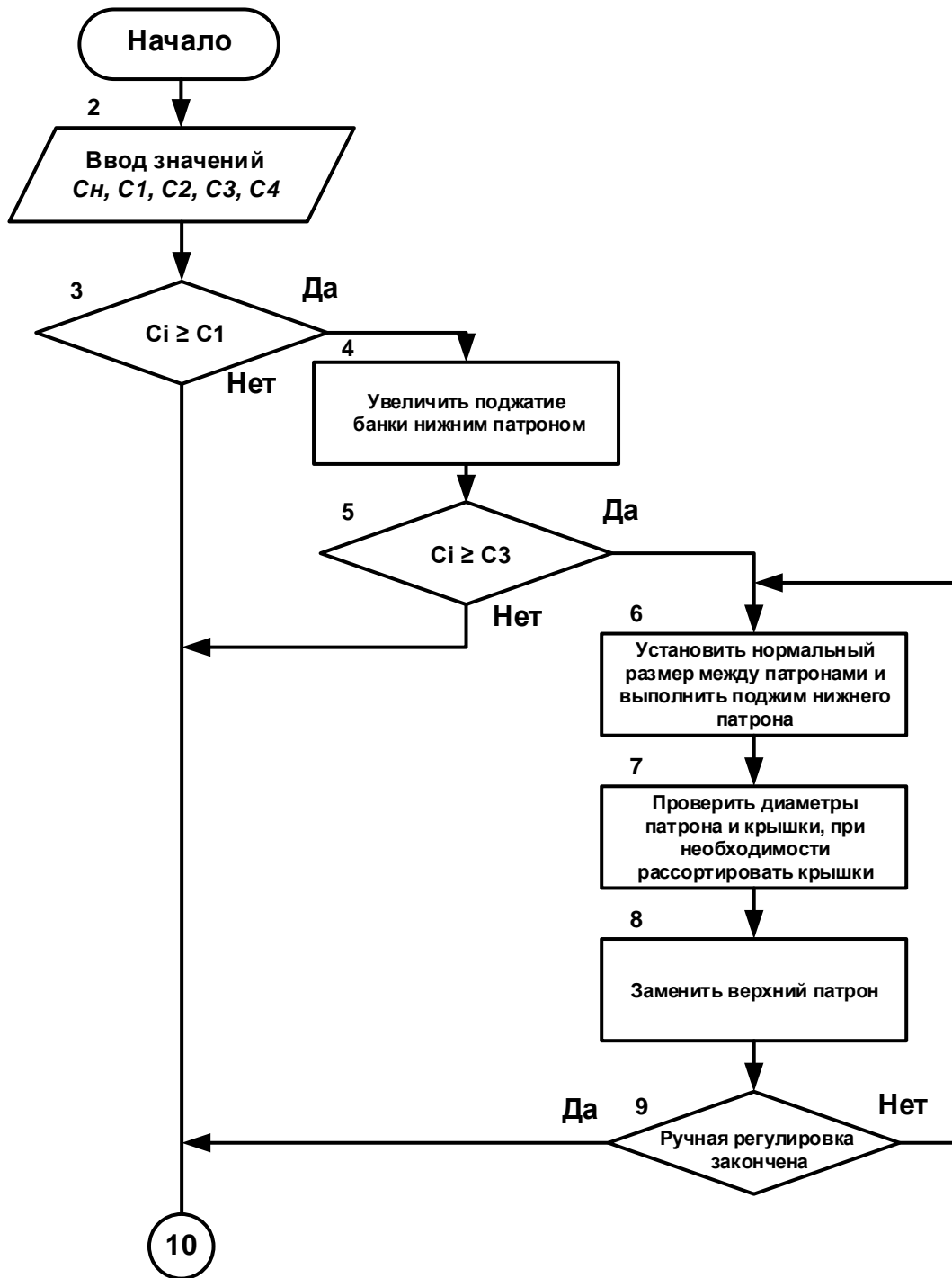
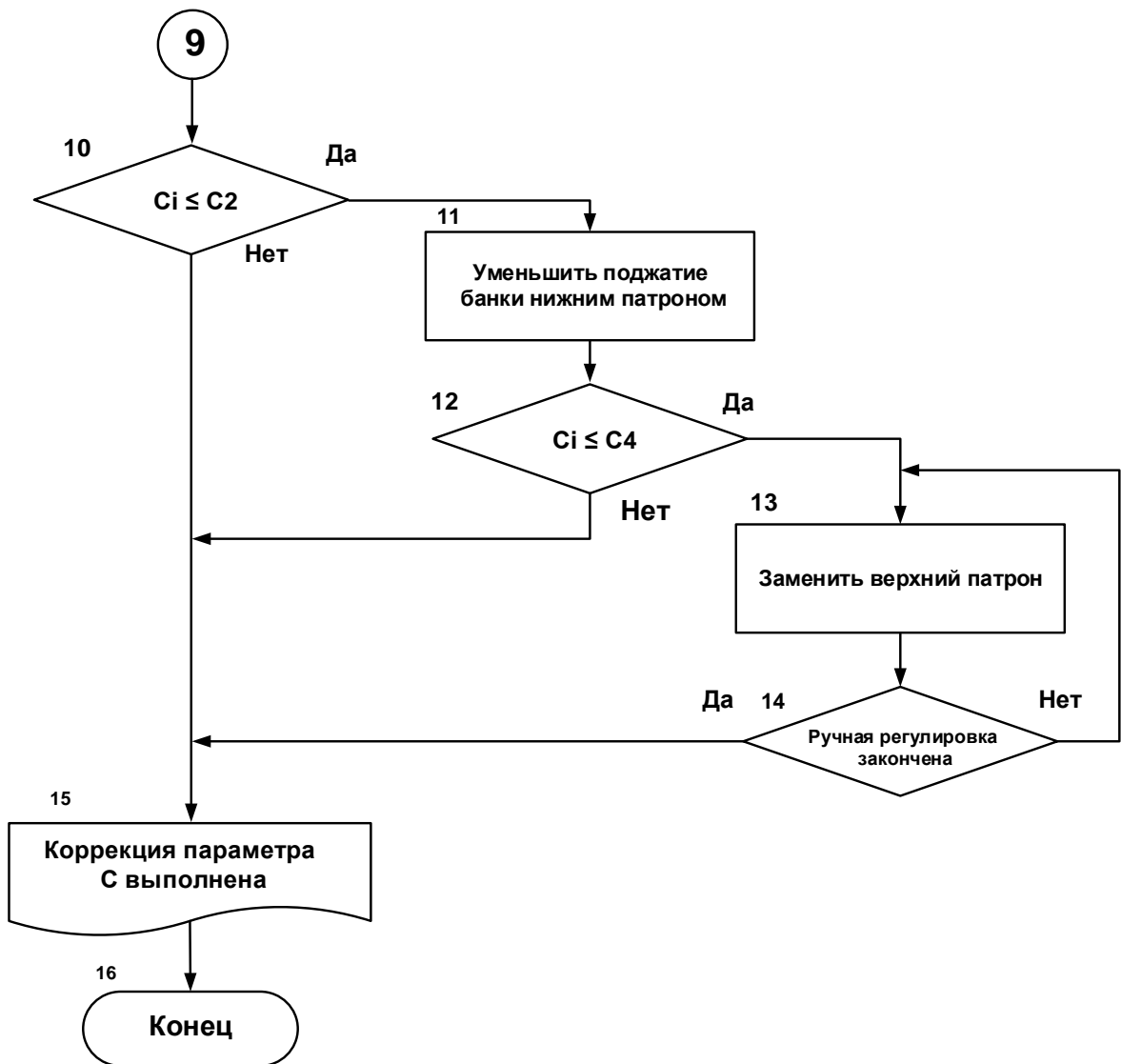


Рисунок 37. Алгоритм коррекции глубины посадки крышки



Продолжение рисунка 37. Алгоритм коррекции глубины посадки крышки

Алгоритм коррекции ширины закаточного шва приведен на рисунке 38. Логика работы алгоритма коррекции ширины закаточного шва в целом совпадает с логикой работы алгоритма коррекции глубины посадки крышки. В блок схеме алгоритма даны следующие обозначения: L_n – номинальное значение ширины закаточного шва; L_1 и L_2 – границы зоны регулирования ширины закаточного шва, которые устанавливаются в пределах 20% от максимального и минимального значений диапазона изменения ширины закаточного шва и корректируются при пуске-наладке закаточной машины; L_3 и L_4 – минимальное и максимальное значения диапазона изменения ширины закаточного шва.

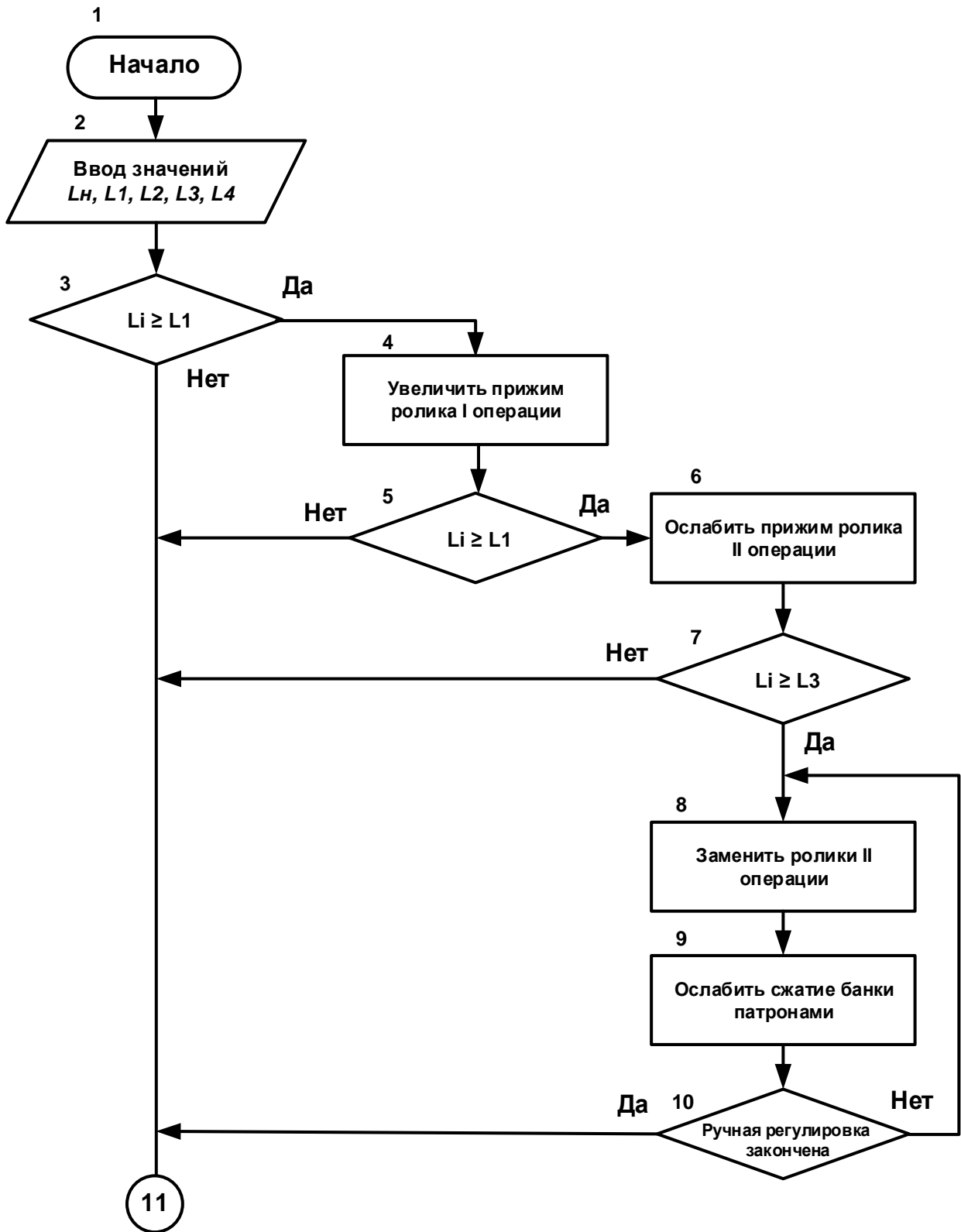
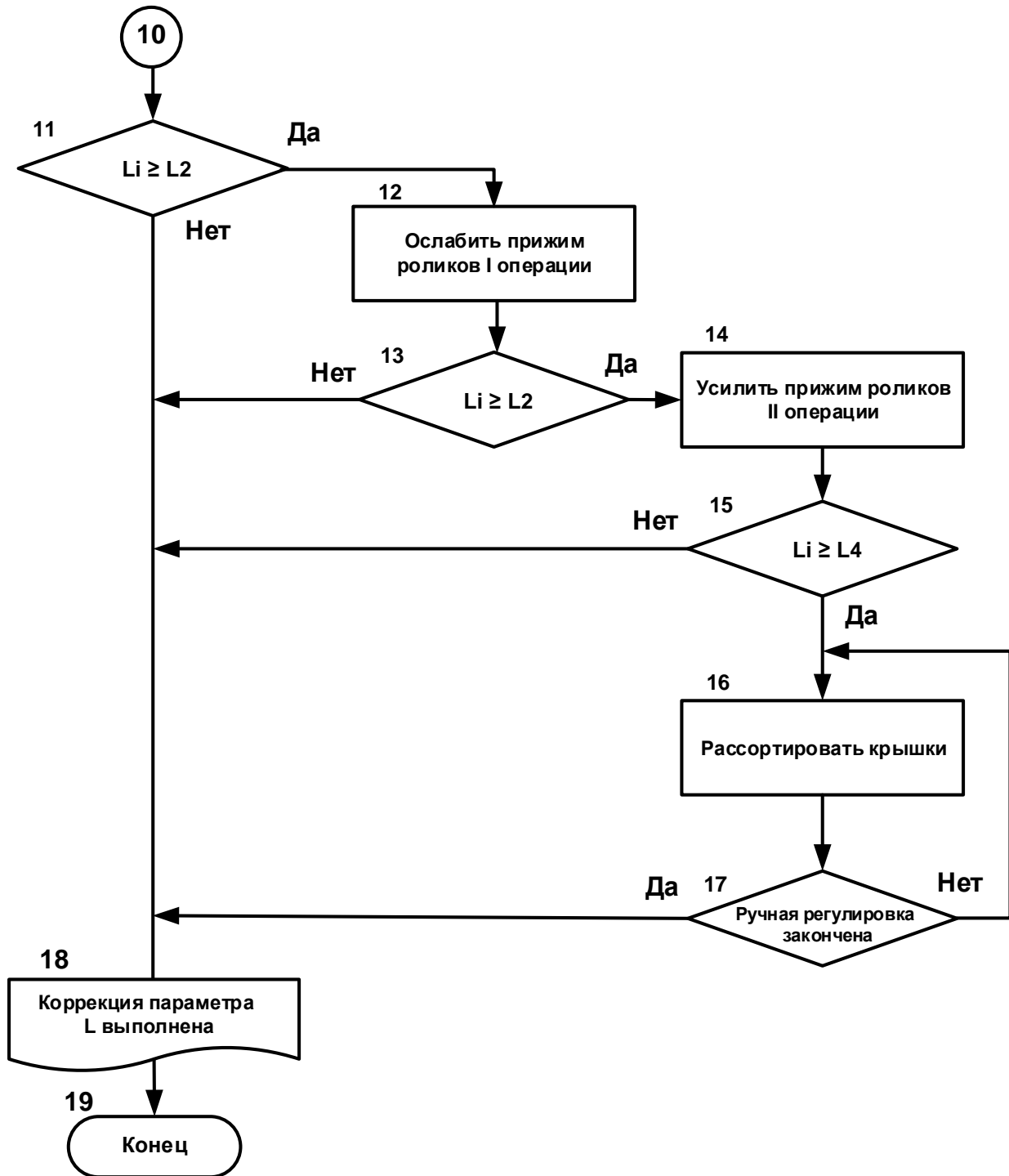


Рисунок 38. Алгоритм коррекции ширины закаточного шва



Продолжение рисунка 38. Алгоритм коррекции ширины закаточного шва

Алгоритм коррекции толщины закаточного шва приведен на рисунке 39. В блок схеме алгоритма приведены следующие обозначения: T_n – номинальное значение толщины закаточного шва; T_1 и T_2 – границы зоны регулирования толщины закаточного шва, которые устанавливаются в пределах 20% от максимального и минимального значений диапазона изменения толщины

закаточного шва и корректируются при пуске-наладке закаточной машины; T_3 и T_4 – минимальное и максимальное значения диапазона изменения толщины закаточного шва.

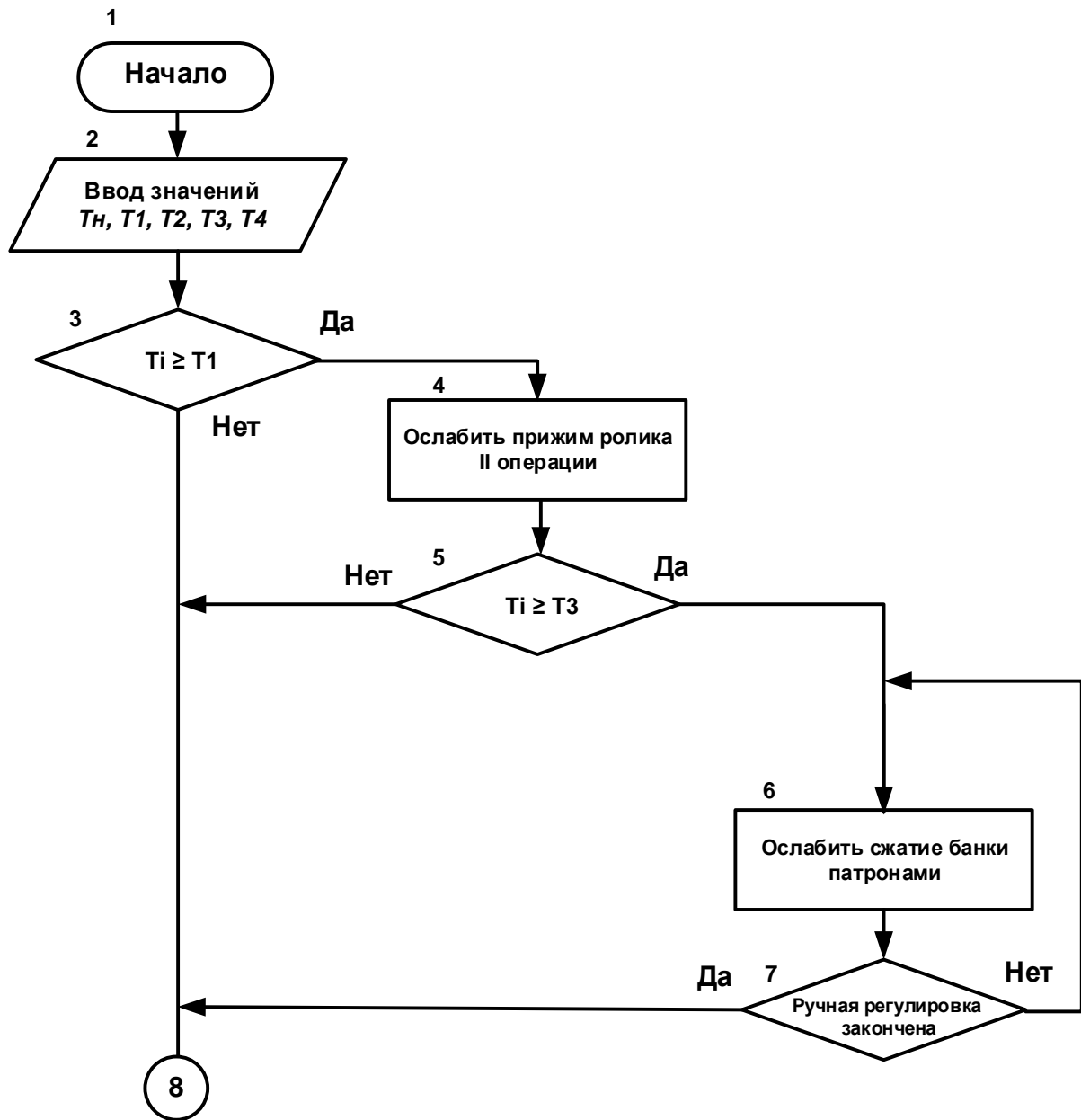
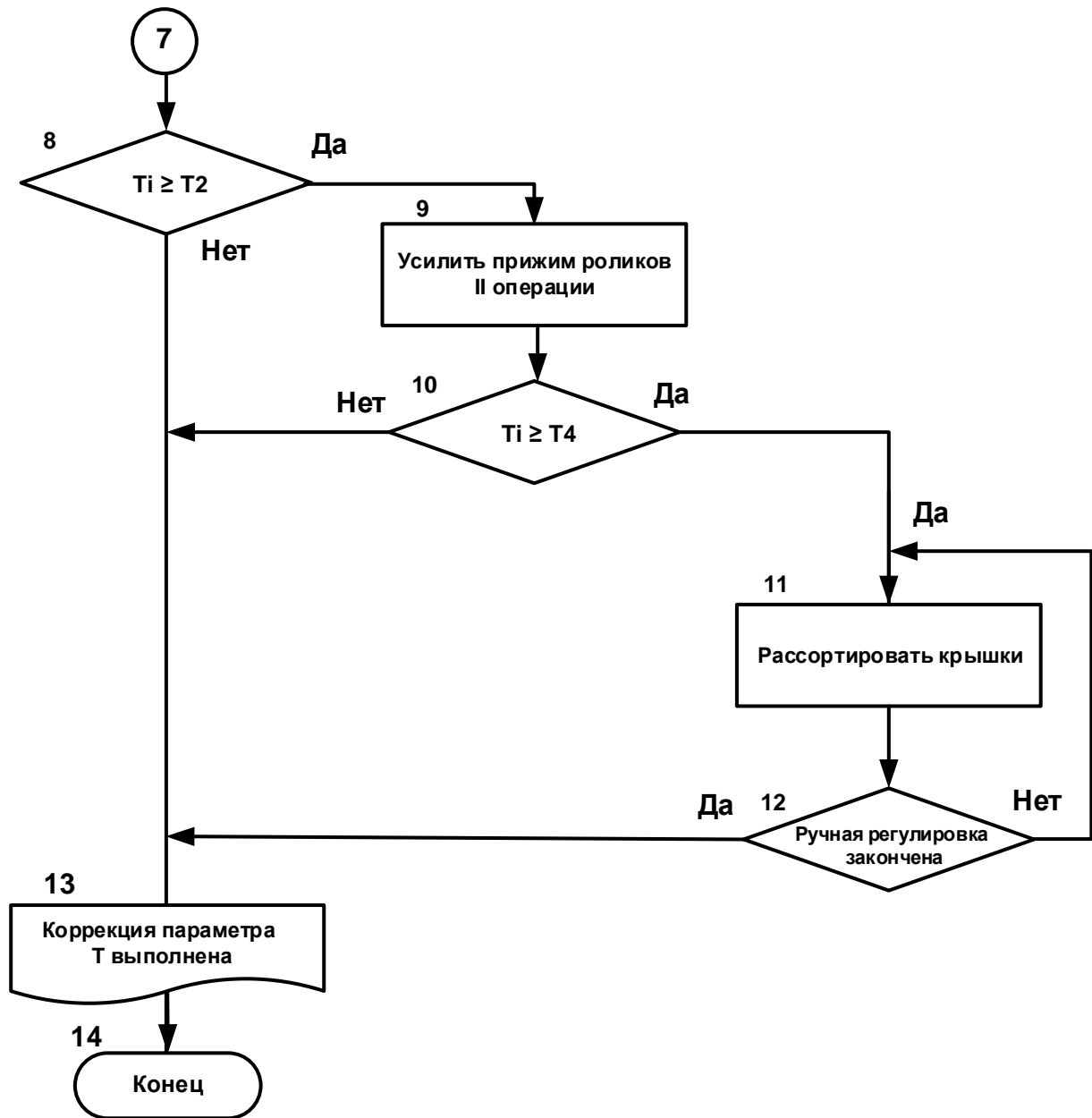


Рисунок 39. Алгоритм коррекции толщины закаточного шва



Продолжение рисунка 39. Алгоритм коррекции толщины закаточного шва

4.2 Алгоритмы коррекции внутренних элементов двойного закаточного

шва

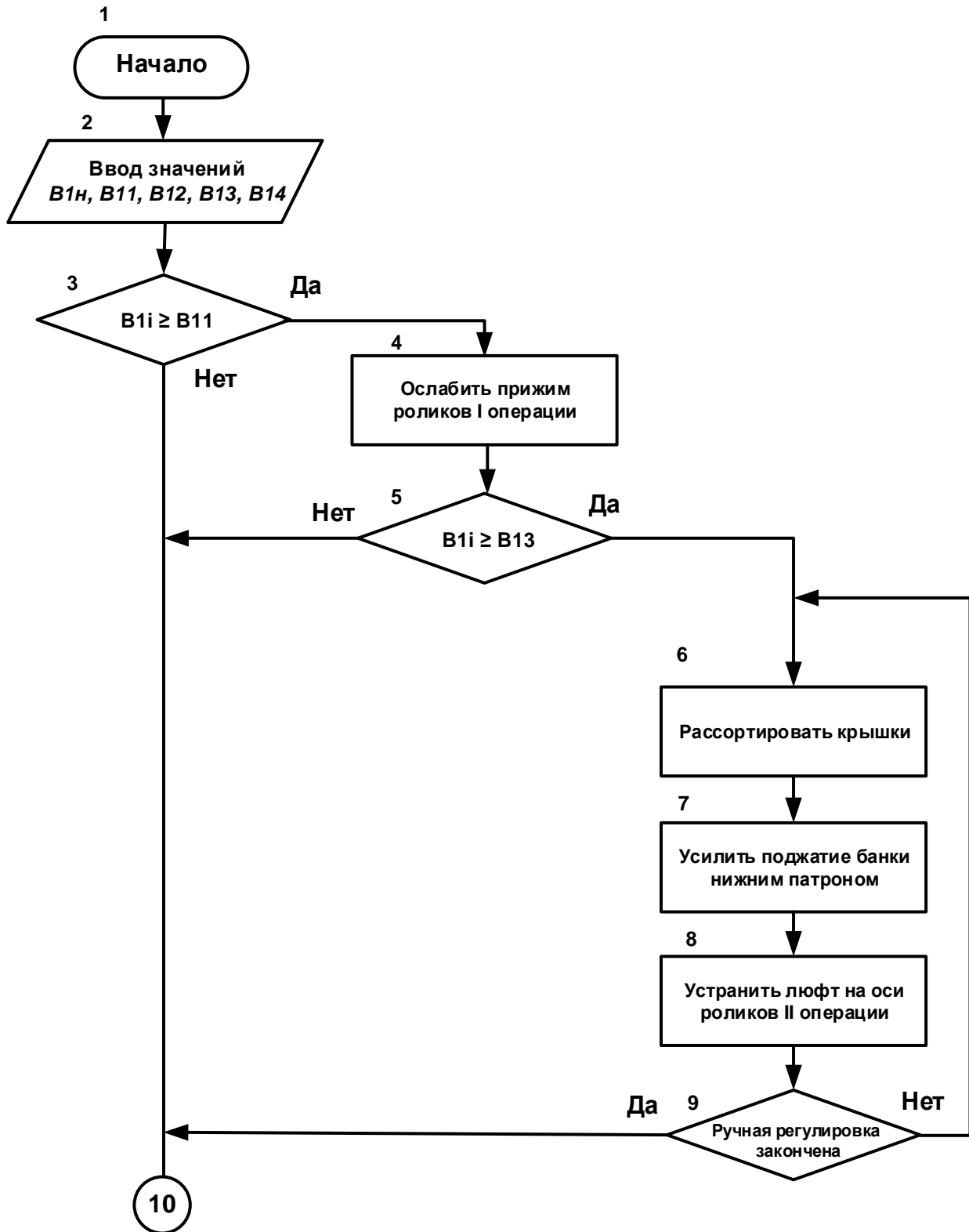
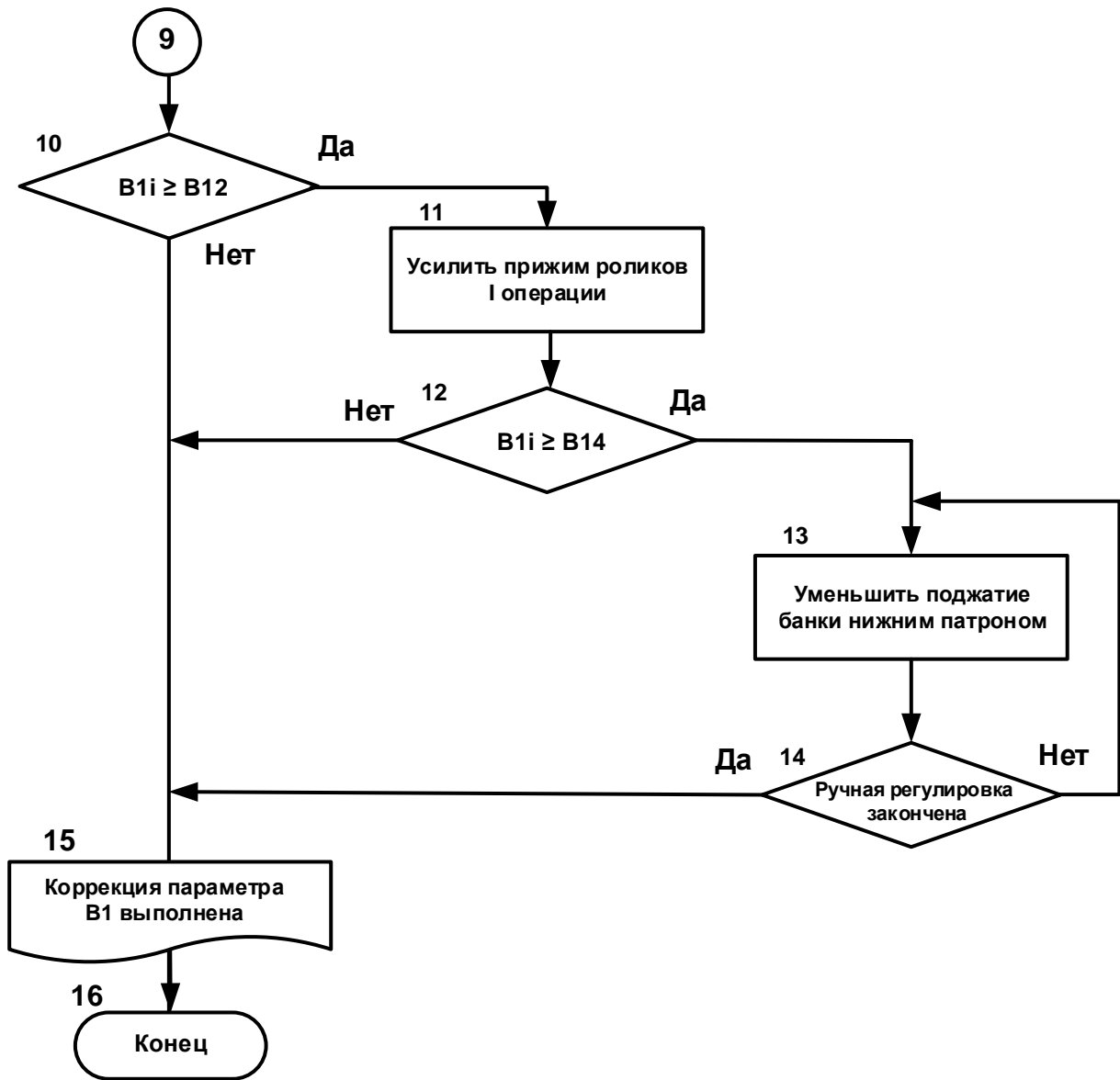


Рисунок 40. Алгоритм коррекции ширины крючка крышки



Продолжение рисунка 40. Алгоритм коррекции ширины крючка крышки

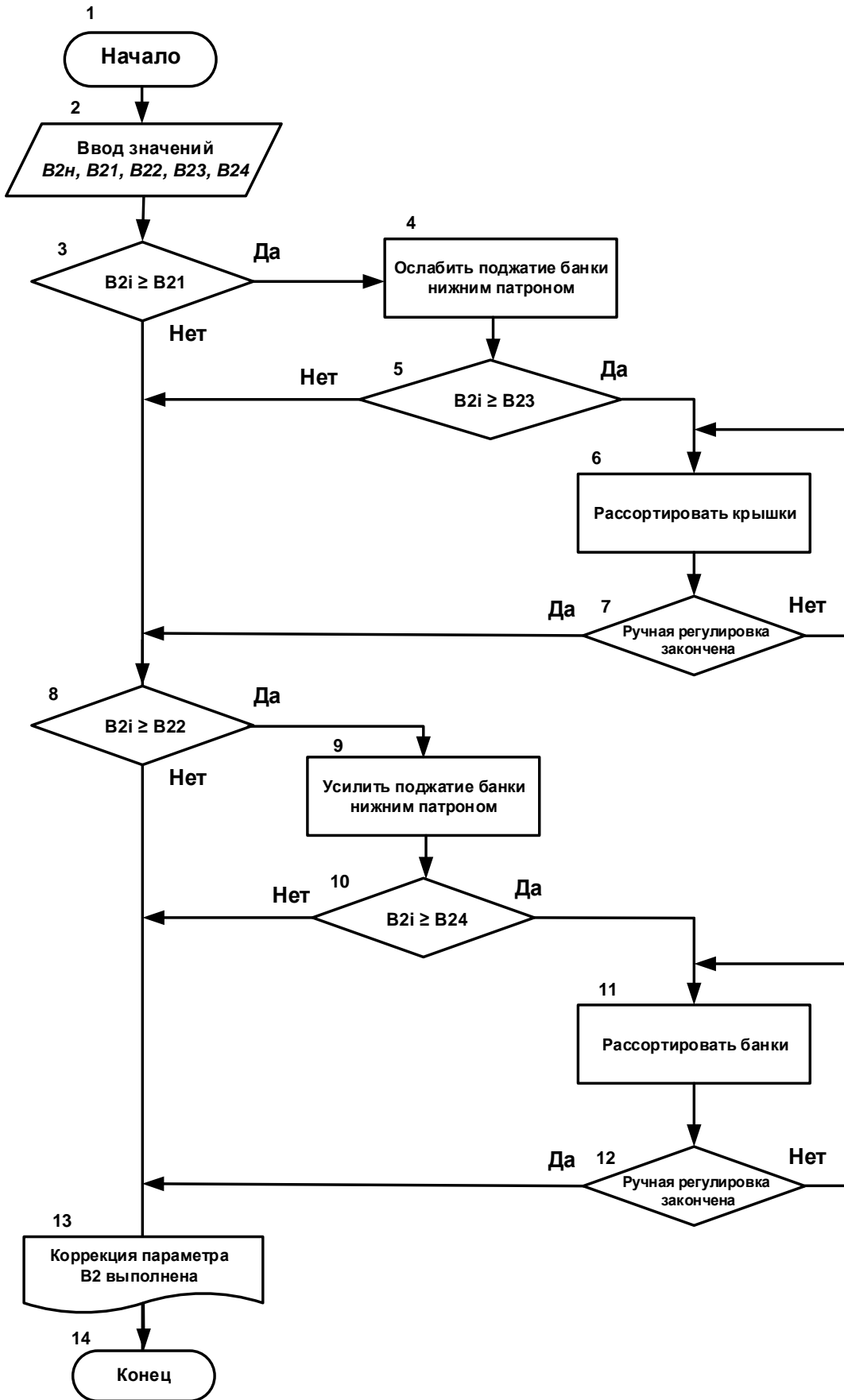
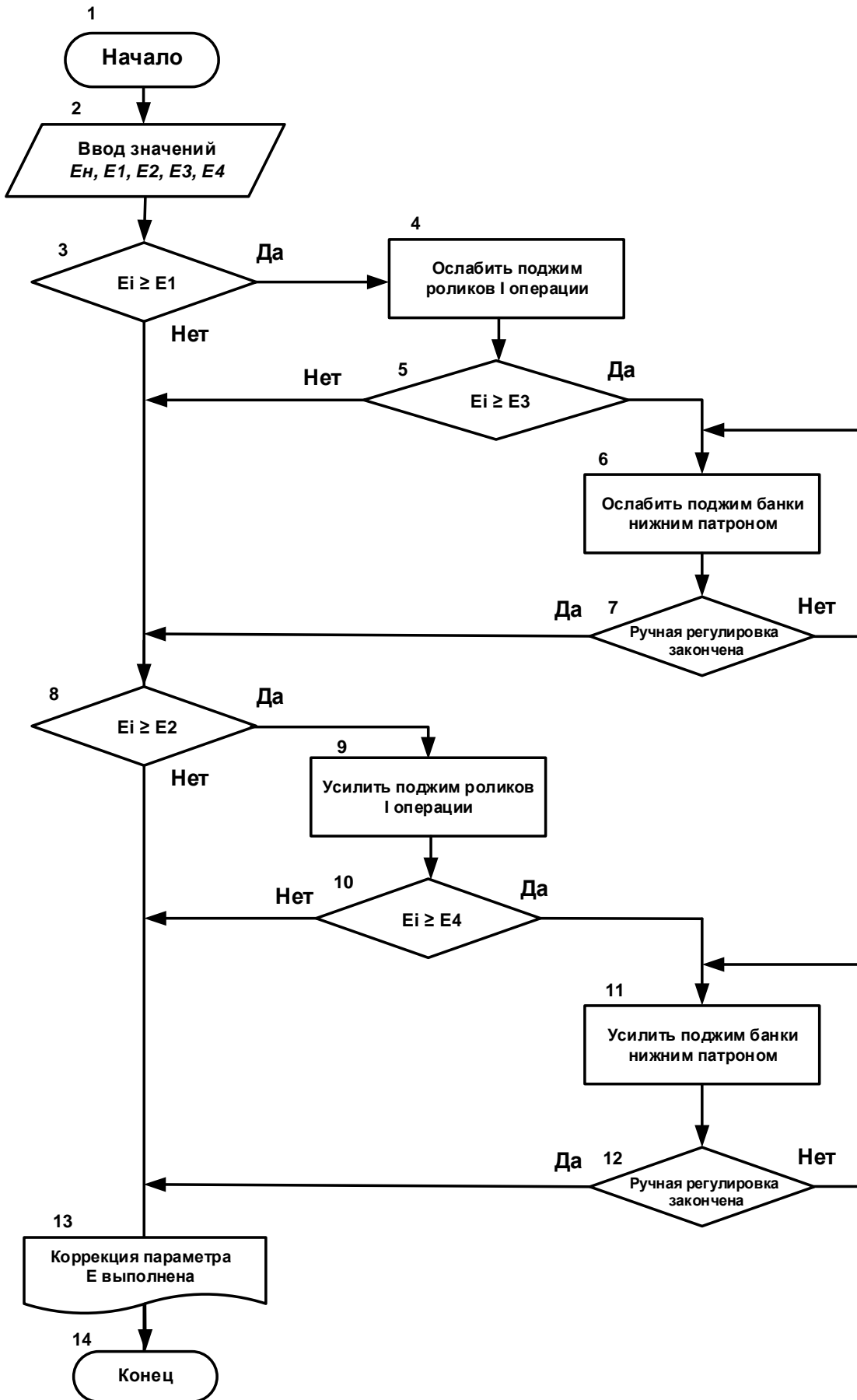


Рисунок 41. Алгоритм коррекции ширины крючка корпуса



Продолжение рисунка 42. Алгоритм коррекции перекрытия

4.3 Алгоритм настройки закаточной машины

Информация, необходимая для построения алгоритмов дефектоскопии может быть получена с использованием технического зрения, рентгенодефектоскопии и механического вскрытия шва.

Коррекция параметров настройки закаточной машины выполнялась с применением системы технического зрения (СТЗ), рентгенодефектоскопии (РДС) и механического вскрытия шва (МВШ).

Использование СТЗ и МВШ повышает качество дефектоскопии консервов. Оценка внутренних параметров закаточного шва без нарушения целостности банки может быть достигнута с использованием РДС, при условии, что ошибка измерения внутренних параметров закаточного шва не превышает 10% от данных, полученных с использованием МВШ.

Ошибки измерений внутренних параметров шва зависят главным образом от типа банки и толщины жести.

Алгоритм настройки закаточной машины с применением СТЗ и МВШ включает в себя следующие действия: коррекция внешних параметров закаточного шва, коррекция внутренних параметров закаточного шва и контроль герметичности банки (рисунок 43).

Алгоритм настройки закаточной машины, основанный на совместном использовании информации от систем технического зрения и рентгенодефектоскопии, отличается от предшествующего алгоритма заменой блока 8 на 8а: Измерение внутренних параметров закаточного шва с применением рентгенодефектоскопии (рисунок 43).

Универсальный алгоритм коррекции настройки закаточной машины основан на совместном использовании СТЗ, РДС и МВШ. В блок-схеме универсального алгоритма дополнительно к блоку 8 (рисунок 42) включен блок 8а.

Коррекция настройки закаточной машины включает в себя:

- измерение и коррекцию внешних параметров закаточного шва;
- измерение и коррекцию внутренних параметров закаточного шва;

-контроль герметичности (утечки содержимого) консервов.

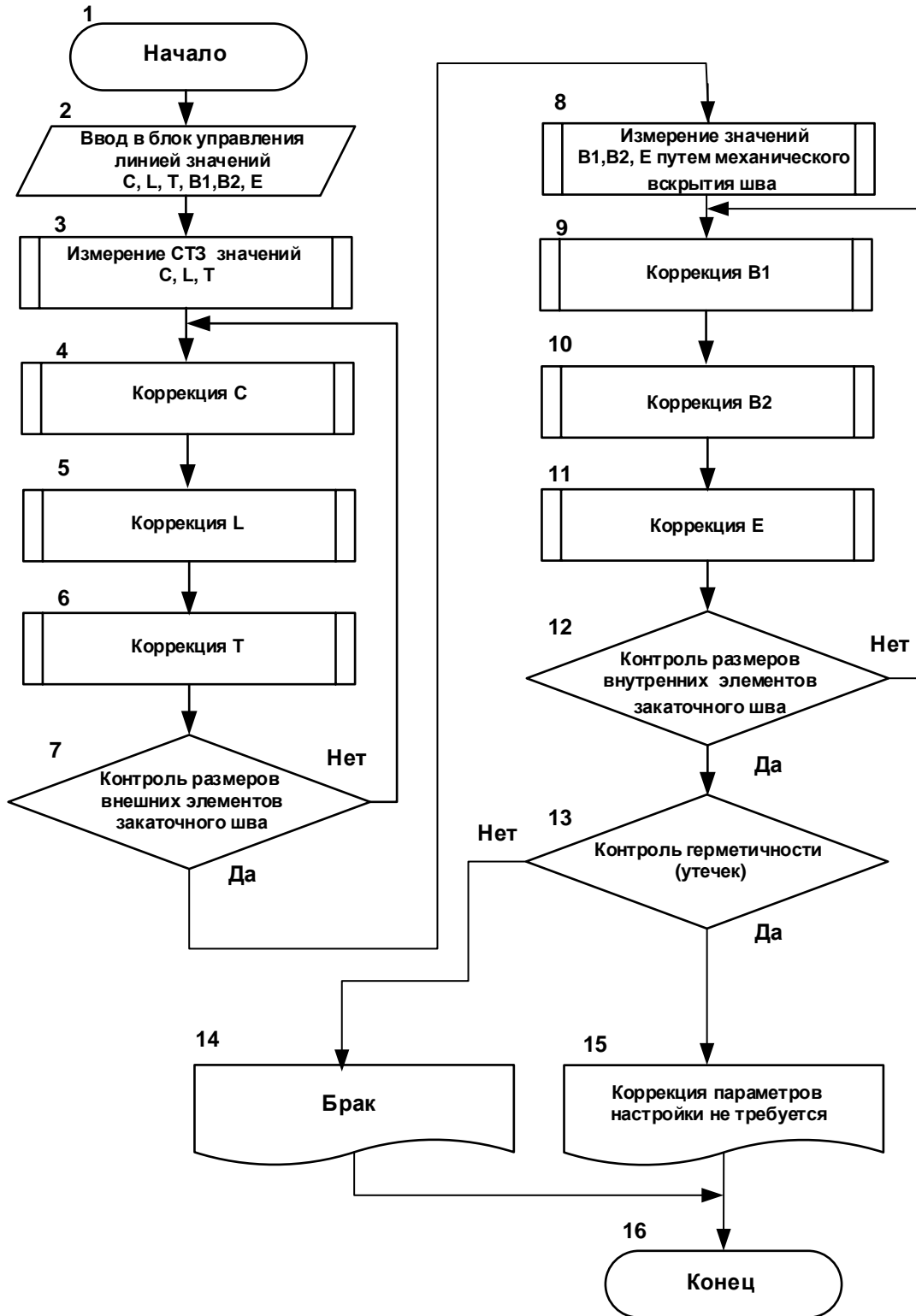


Рисунок 43. Алгоритм настройки закаточной машины

Выводы по четвертой главе

Приведены правила настройки закаточной машины с коррекцией внешних и внутренних элементов двойного закаточного шва. Указанные правила (алгоритмы) показанные на рисунках 37-43 обеспечивают дефектоскопию консервов с учетом коррекции внешних и внутренних элементов закаточного шва.

ГЛАВА 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

5.1 Функциональная структура подсистемы позиционирования

Подсистема позиционирования обеспечивает необходимую точность положения банок для контроля их герметичности средствами технического зрения на ленточном конвейере. Состав и взаимосвязь элементов подсистемы позиционирования показан на рисунке 44.

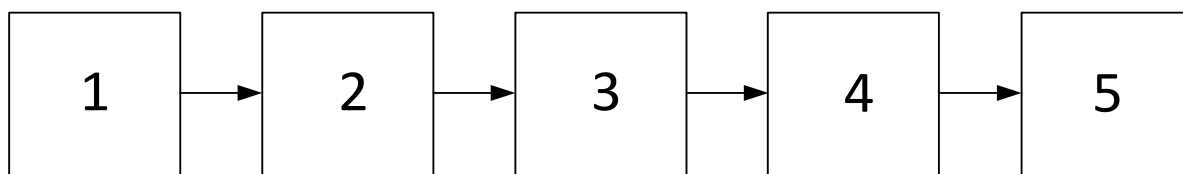


Рисунок 44. Состав и взаимосвязь элементов подсистемы позиционирования

1 – контролируемая банка; 2 – питатель; 3 – подающая звезда с эластичными наконечниками; 4 – ленточный конвейер с фиксаторами; 5 – система технического зрения.

Видеокамера технического зрения в процессе движения конвейера должна регистрировать состояние всего закаточного шва. Исходя из этого определялись координаты расположения фиксаторов банок на конвейере [41]. Анализ изменения зоны обзора закаточного шва видеокамерой в процессе контроля герметичности консервов показывает, что закаточный шов контролируется полностью, если видеокамера совершает периодические колебания угла ее поворота в пределах $\pm 10 - 15^\circ$ от начального положения.

В процессе моделирования изменялись расстояния: от видеокамеры до банки, между банками, а также угол поворота видеокамеры так, чтобы она регистрировала закаточный шов в пределах от начального до конечного значений. Метод

моделирования позволяет указанные процедуры выполнять экономично и результативно.

Результаты моделирования показали, что угол поворота видеокамеры для банки №6 составляет примерно $\pm 15^\circ$. При обратном ходе видеокамеры скорость ее поворота выбирается максимально возможной. В зону обзора видеокамеры попадает банка $n+1$ (вторая) банка и цикл контроля повторяется.

5.2 Моделирование системы перемещения конвейера

Динамика движения конвейера зависит от усилия, перемещающего ленту конвейера и момента трения, который зависит от массы банок, уложенных на конвейер.

Для синтеза систем управления электроприводами широко используют принципы подчиненного регулирования. В классической постановке подчиненное регулирование реализуется с помощью обратных связей, действующих по переменным состояниям объекта [37].

Согласно концепции обратных задач динамики управляемых систем, подсистема управления строится по принципу симметрии структуры и обращения операций по отношению операциям математической модели ОУ. Структура и параметры модели ОУ однозначно определяют структуру и параметры алгоритма управления, что приводит к получению алгоритма компенсации, т.е. управлению движением по разомкнутой схеме [57].

Системы компенсационного типа обладают высокой чувствительностью к изменению параметров управляемых объектов и мало пригодны для практических применений.

Синтезировать эффективный алгоритм управления можно, если отказываться от условия абсолютного минимума функционала и принять более мягкое требование: значение функционала принадлежит малой окрестности экстремума. В таком случае синтезированная система является практически оптимальной по затратам энергии на ускорение.

Рассмотрим пример синтеза регуляторов тока W_{PT} и скорости W_{PC} применительно к системе, показанной на рисунке 45.

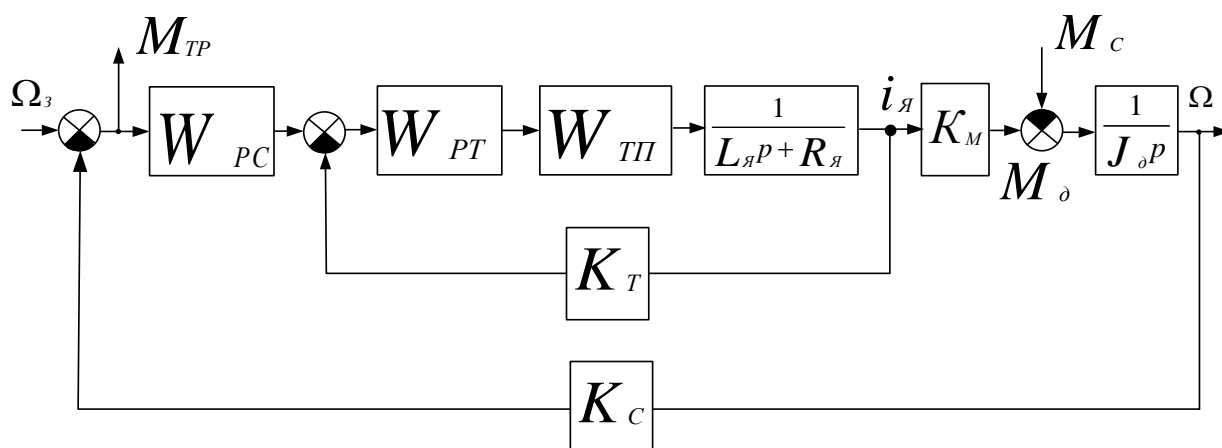


Рисунок 45. Структурная схема системы подчиненного регулирования

Основным возмущением, влияющим на скорость движения конвейера, является момент трения, определяемый трением вала о втулку подшипника скольжения $M_{\text{тр}}$:

$$M_{\text{тр}} = m g K_{\text{тр}} R_{\text{рол}}, \quad (23)$$

где m – масса банок на участке ленточного конвейера,

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент трения подшипника скольжения при движении конвейера, перемещающего консервы,

$R_{\text{рол}}$ – радиус оси (вала) подшипника скольжения.

При рациональном проектировании лента конвейера не касается неподвижных элементов конструкции, поэтому $M_c = 0$.

Для управления электроприводом ленточного конвейера могут использоваться двигатели постоянного тока и двухфазные асинхронные электродвигатели. Последние более надежны, но использование двигателя постоянного тока улучшает регулировочные характеристики.

Рассмотрим электромеханическую систему, в которой для управления электроприводом ленточного конвейера используется двигатель постоянного тока с независимым возбуждением 4ПБМ112МО4.

Синтезируем регуляторы для каждого контура электропривода и электромеханической системы в целом. Для выбора регуляторов представим неизменяемую часть рассматриваемой системы (рисунок 46).

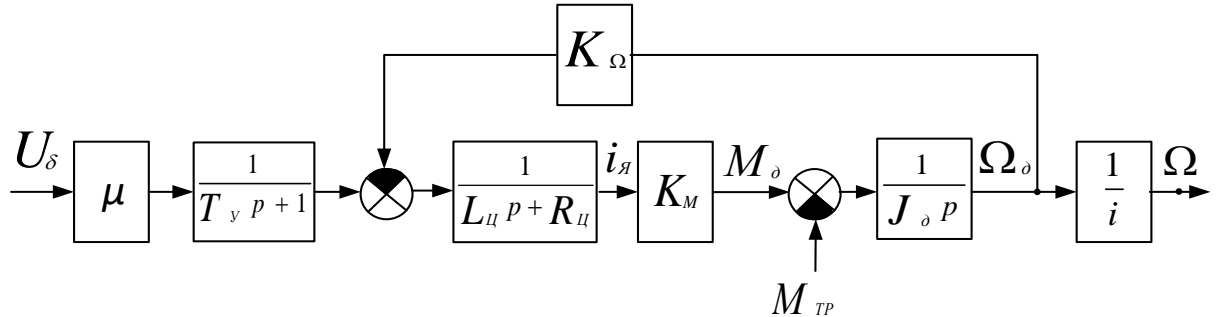


Рисунок 46. Структурная схема неизменяемой части электромеханической системы

Запишем уравнения, определяющие динамику движения конвейера в зависимости от момента M_d , развиваемого двигателем и момента трения $M_{тр}$.

Уравнение элемента сравнения:

$$U_\delta = K_\delta (\Omega_3 - \Omega), \quad (24)$$

Уравнение транзисторного усилителя:

$$(T_y p + 1)U = \eta U, \quad (25)$$

Уравнение силовой цепи усилитель – исполнительный двигатель (У-ИД):

$$(L_{ц} p + R_{ц}) i_{я} + K_\Omega \Omega_d = U, \quad (26)$$

Уравнение электромагнитного момента, развиваемого исполнительным двигателем (ИД):

$$M_d = K_M i_{я}, \quad (27)$$

Уравнение момента на валу ИД:

$$J_d \Omega_d p = M_d - M_{TP}, \quad (28)$$

Линейная скорость движения конвейера V_K , определяющая его производительность:

$$V_K = 2\pi R_{РОЛ} \Omega_d, \quad (29)$$

Параметры элементов с учетом выбранного двигателя постоянного тока 4ПБМ112МО4 равны:

$K_\delta = 1$ В/рад – коэффициент передачи элемента сравнения

$R_\Pi = 9$ Ом – суммарное сопротивление силовой цепи У-ИД;

$L_\Pi = 2 \cdot 10^{-2}$ Гн – суммарная индуктивность силовой цепи У-ИД;

$K_\Omega = 0,6$ рад/с – коэффициент пропорциональности между противо-ЭДС и угловой скоростью;

$I_\delta = 0,16$ кг м² – момент инерции якоря ИД;

$M_\delta = 1,4$ Нм – электромагнитный момент, развиваемый ИД;

$K_M = 0,6$ Нм/А – коэффициент пропорциональности между током и моментом ИД;

$I_H = 3 \cdot 10^5$ кг м² – момент инерции объекта управления;

$T_y = 0,18$ с – постоянная времени усилителя;

u_δ – В, напряжение рассогласования;

i_δ – А, ток в цепи якоря двигателя;

μ – коэффициент передачи усилителя мощности по напряжению;

Ω_δ – рад/с, угловая скорость ИД;

u – В, напряжение на выходе усилителя мощности;

u_1 – В, напряжение на входе усилителя мощности;

Методами структурных преобразований приведем схему, изображенную на рисунке 47 к следующему виду:

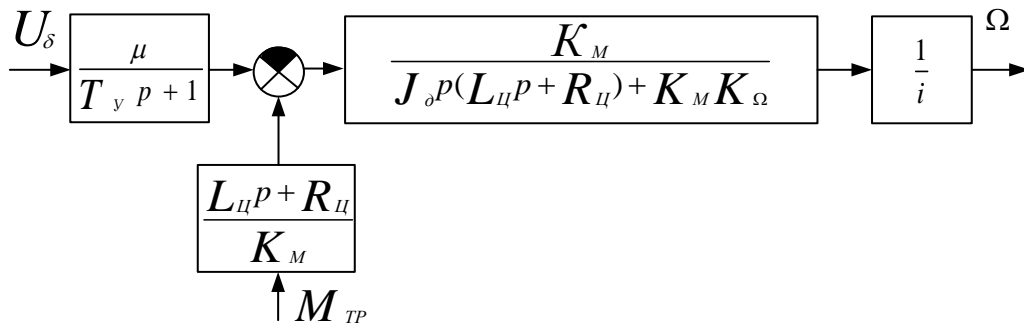


Рисунок 47. Преобразованная структурная схема неизменяемой части электромеханической системы

Передаточные функции неизменяемой части системы по сигналу рассогласования $W_{\delta\Omega}(p)$ и возмущению $W_{f\Omega}(p)$:

$$W_{\delta\Omega} = \frac{\mu K_M}{i(T_y p + 1)(L_{ц} p + R_{ц}) J_d p + K_{\Omega} K_M} \quad (30)$$

$$W_{f\Omega} = \frac{(T_y p + 1)(L_{ц} p + R_{ц})}{\mu K_M} M_{TP} \quad (31)$$

Полагая $L_{ц} = 0$, и используя параметры выбранного двигателя получаем упрощенную передаточную функцию $W_{\delta\Omega}(p)$ неизменяемой части по каналу: скорость вращения Ω - сигнал рассогласования δ :

$$W_{\delta\Omega}(p) = \frac{16,66}{(0,18p + 1)(4p + 1)} \cdot \quad (32)$$

Выбор закона регулирования относится к задаче параметрической оптимизации систем автоматического регулирования.

Определяющим фактором при выборе закона регулирования являются динамические свойства объекта, величина возмущающих воздействий в системе, необходимая точность поддержания регулируемого параметра и требуемое качество процесса регулирования [33].

Определяем тип и параметры настройки регулятора тока. Учитывая, что $T_{o1} = 0,18$ с, а $T_{o2} = 4$ с, выбираем ПИ-регулятор, настраиваемый на симметричный оптимум СО ($T_{o1} \ll T_{o2}$).

Параметры настройки регулятора тока:

$$K_p = \frac{T_{o2}}{2 \cdot K_o T_{o1}} = \frac{4}{2 \cdot 16,66 \cdot 0,18} = 0,66;$$

$$T_p = T_u = 4 \cdot T_{o1} = 0,72 \text{ с};$$

$$W_{PT} = \frac{K_p (T_u p + 1)}{T_u p} = \frac{0,66(0,72 p + 1)}{0,72 p}$$

Результаты моделирования данного контура с применением пакета VISSIM 6.0 показаны на рисунке 48.

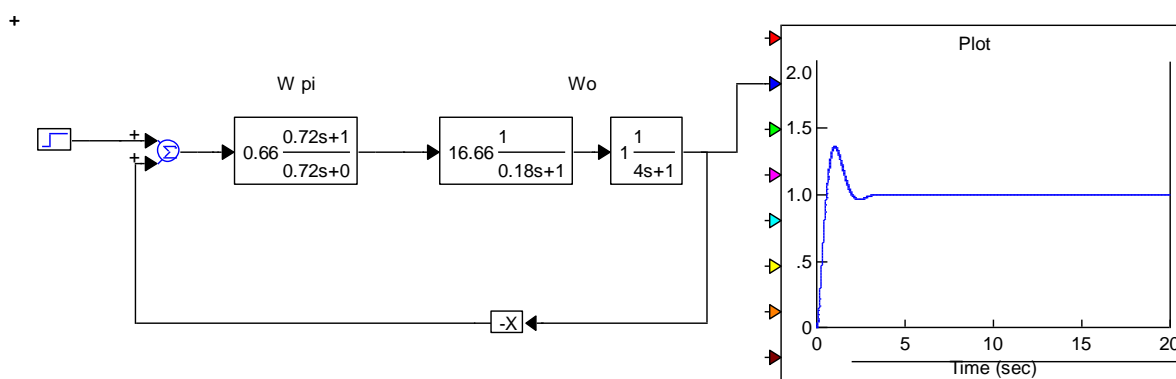


Рисунок 48. Результаты моделирования внутреннего контура

Используя приведенные на рисунке 44 результаты моделирования аппроксимируем внутренний контур апериодическим звеном первого порядка при $T_{вн.к.} = 0,72$ с:

$$W(p) = \frac{1}{0,72p + 1}, \quad (33)$$

По указанной передаточной функции определим тип и параметры настройки регулятора внешнего контура (регулятора скорости).

Динамические характеристики полученной системы по каналам управления и возмущения приведены на рисунках 49 и 50.

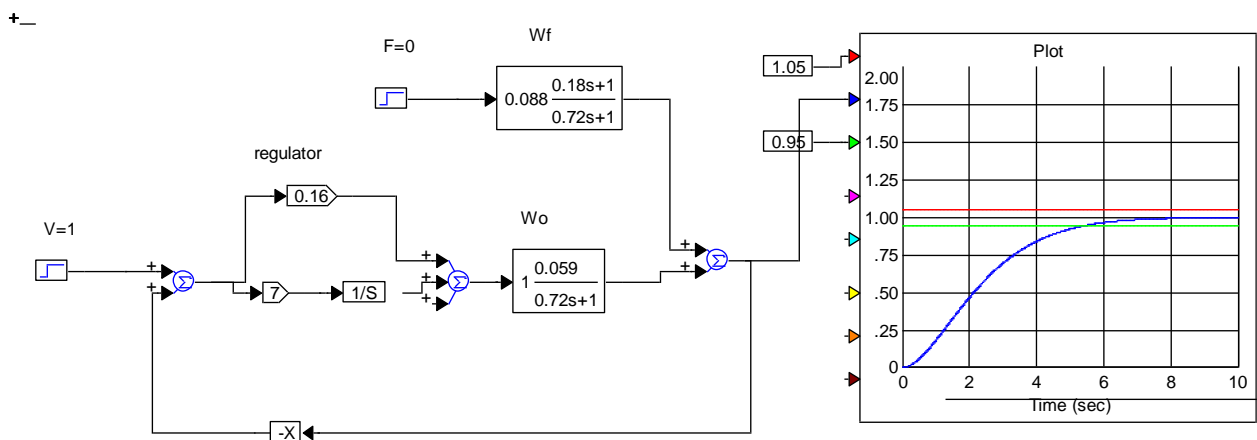


Рисунок 49. Динамическая характеристика системы по каналу управления

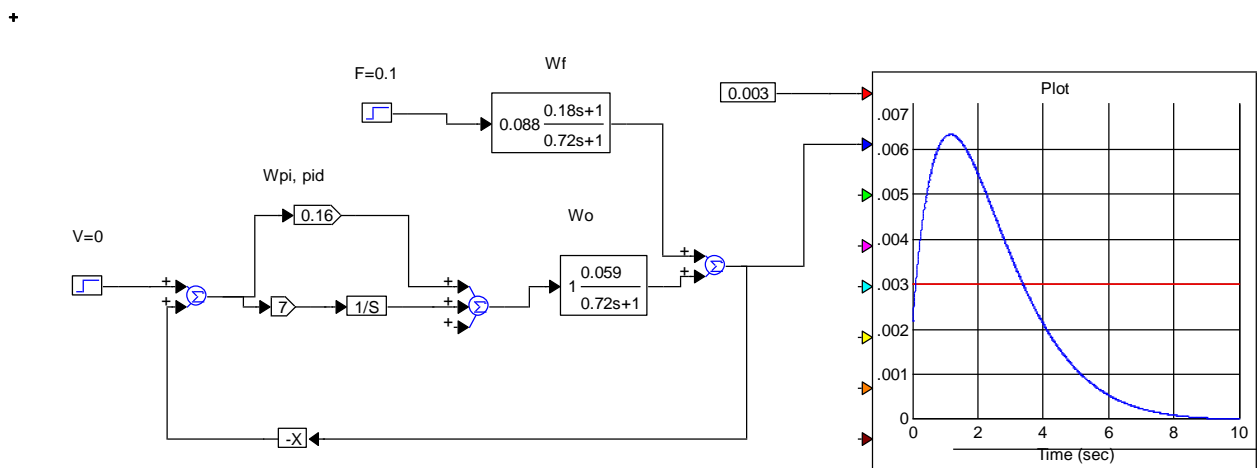


Рисунок 50. Динамическая характеристика системы по каналу возмущения

При изменении нагрузки на ленте конвейера (Мтр) получим переходные характеристики по каналу возмущения (рисунок 51):

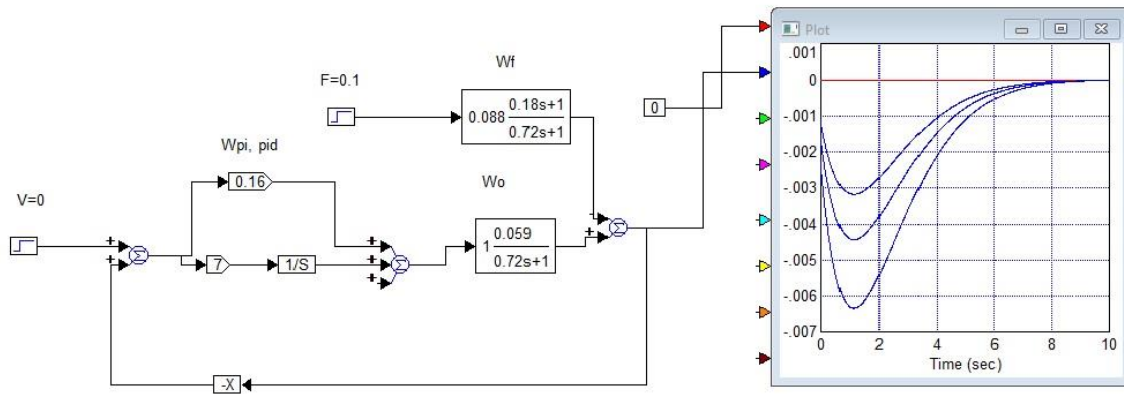


Рисунок 51. Динамическая характеристика системы по каналу возмущения при изменении нагрузки на конвейере

Разработанная система удовлетворяет требованиям точности, быстродействия и колебательности системы регулирования.

Выводы по пятой главе

Показано, что видеокамеры технического зрения регистрируют состояние всего закаточного шва, при условии рационального расположения фиксаторов положения банок и колебания угла поворота видеокамер в пределах $10-15^\circ$ от номинального значения. Динамика движения видеокамер и ленты конвейера проверялись методом компьютерного моделирования.

Динамика движения конвейера рассчитывалась аналитически на основе баланса сил, создаваемых двигателем конвейера и моментов трения в подшипнике скольжения конвейера.

Разработанная система удовлетворяет требованиям, сформулированным на основе обследованных реально действующих систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе получены следующие основные результаты:

1. Предложено изменить технологию дефектоскопии консервов, заменив ручные операции контроля автоматизированными на основе средств технического зрения.
2. Обосновано использование операторных моделей для организации процедур контроля и управления технологическими операциями консервных линий, а также повышение чувствительности контроля герметичности использованием вакуумных технологий.
3. Различие коэффициентов термического расширения компонентов консервов приводит к существенному изменению давления в банке вплоть до ее разгерметизации. Предотвратить разгерметизацию консервов в процессе стерилизации можно на основе измерений размеров баночных концов.
4. Негерметичность консервов определяется потоками веществ через неплотности банки. Использование средств технического зрения позволяет автоматизировать измерение расхода среды, вытекающей из консервов, путем измерения размеров и частоты появления пузырьков газа.
5. Доказана возможность применения оптических методов для контроля герметичности, размеров закаточных швов и глубины посадки крышки, а также машинного обучения для дефектоскопии консервов.
6. Разработана система контроля герметичности и качества закаточного шва консервов при их перемещении ленточным конвейером. Структура системы контроля состоит из подсистем: технического зрения, разрушающего контроля, позиционирования, отбраковки и сигнализации. Особое внимание уделено подсистеме позиционирования, обеспечивающей полный обзор закаточных швов при движении консервной линии.

7. Синтезированы алгоритмы настройки закаточной машины, обеспечивающие дефектоскопию консервов с учетом коррекции элементов закаточного шва.
8. Методом компьютерного моделирования определены условия, обеспечивающие фиксацию закаточного шва: координаты расположения фиксаторов банок от номинального значения и угол поворота видеокамер.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

КГ – контроль герметичности;

СТЗ – система технического зрения;

ПТЗ – подсистема технического зрения;

ПРК – подсистема разрушающего контроля;

ПП – подсистема позиционирования;

ПО – подсистема отбраковки;

ПС – подсистема сигнализации;

СКРК – система статистического контроля и регулирования качества;

СА – статистический анализатор;

ИПК – информативные признаки качества;

МВШ – механическое вскрытие шва;

РДС – рентгенодефектоскопия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айнштейн, В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Учебник для вузов: В 2 книгах. Кн.1/В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. проф. В.Г. Айнштейна. М.: Химия, 1999. 888 с.
2. Ангелюк В.П. Научные аспекты экологически-эффективных процессов продукционных систем консервных предприятий мясной промышленности. – Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.18.12 Ставрополь, 2005, 300с.
3. Андреев, М.П. Совершенствование системы управления качеством и безопасностью рыбной продукции/ М.П. Андреев. Научные основы совершенствования технологии рыбных продуктов. Сб. научных трудов. Калининград: АтлантНИРО, 2004. – С.6-11.
4. Артюхова, С.А. Технология продуктов из гидробионтов/ С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.; Под. ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с
5. Бабарин, В.П. Стерилизация консервов: Справочник/ В.П. Бабарин.- СПб.: ГИОРД, 2006. – 312 с.
6. Балашов, Е.П. Статистический контроль и регулирование качества массовой продукции/ Е.П. Балашов, В.А. Долженков. - Москва: Машиностроение, 1984. - 231 с.
7. Баль, В.В. Технология рыбных продуктов и технологическое оборудование/ В.В. Баль, Е.Л. Верейн. - М.: Агропромиздат, 1990. — 205 с.
8. Барбаянов, К.А. Производство рыбных консервов Учебное пособие/ К.А. Барбаянов, К.П. Лемаринье. — М.: Пищевая промышленность, 1967. — 341 с.
9. Беляев, Ю.К. Вероятностные методы выборочного контроля/Ю.К. Беляев. - М.: Физматлит, 1975. — 408 с.
10. Благовещенская, М.М. Система автоматического регулирования с цифровой видеокамерой / М.М. Благовещенская, Я.В. Иванов // Вестник ТГТУ. – 2010. – Том 16. – №4. – С. 776-779.

11. Благовещенская М.М., Иванов Я.В. Вычитание изображений в программе MATLAB//Сб. докладов IV международной конференции-выставки "Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации". Часть 2. Москва: МГУПП, 2006. С. 130-132.
12. Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / В.В. Вьюгин. — МЦМНО, 2014. — 304 с.
13. Гельфанд, С.Ю. Статистические методы контроля качества продукции в консервной и пищевых концентратной промышленности / С. Ю. Гельфанд, Э. В. Дьяконова. - М.:, 1984. - 160 с.
14. ГОСТ 8756.18—2017. Консервы. Методы определения внешнего вида, герметичности упаковки и состояния внутренней поверхности упаковки. Москва: Стандартинформ, 2017. - 8с.
15. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. Москва: Стандартинформ, 2015. - 46с.
16. ГОСТ 5981-2011 Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия. Москва Стандартинформ.2013.
17. Грешилов, А.А. Математические методы построения прогнозов/А.А. Грешилов, В.А. Стакун, А.А. Стакун. – Москва: Радио и связь, 1997. – 112с.
18. Де Жен П.Ж. (De Gennes P.G.) Смачивание: Статика и динамика// Успехи физических наук. 1987. Т.151. Вып.4. С.619-681.
19. Дегтярев, В.Н. Герметизация консервной тары. Учебное пособие/ В.Н. Дегтярев. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 123с.
20. Долгий Н.А. Применение систем технического зрения в процессах контроля и управления/Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев // Информационные технологии в науке и образовании/Научно-практический сборник №29, часть3, Изд. КПИ ФСБ РФ, Калининград, 2011. Материалы 29 межвузовской научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Проблемы и перспективы совершенствования охраны государственной границы и объектов», С.88-93

21. Долгий, Н.А. Неразрушающий метод контроля герметичности консервов в поточном производстве/ Н.А. Долгий, Л.Т. Серпунина, С.П. Сердобинцев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. №;1, 2016г., С.113-118.
22. Долгий Н.А. Автоматизированная система контроля герметичности консервов/Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев//Автоматизация и современные технологии. Ежемесячный межотраслевой научно-технический журнал, Москва, Изд. Машиностроение, №1, 2011г., С.14 – 16.
23. Долгий Н.А. Элементы комплексной автоматизации консервного производства / Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев //Известия ВУЗов. Пищевая технология. Научно-технический журнал, Краснодар, Изд. ФГБОУ ВПО «КГТУ», №2,3, 2012г., С.106-108.
24. Долгий, Н.А. Применение методов машинного обучения к анализу изображений дефектов консервных банок с целью контроля их герметичности/ Н.А. Долгий, Д.В. Чаплыгин//Известия КГТУ. Научный журнал, Калининград, Изд. ФГБОУ ВО «КГТУ», №43, 2016г., С. 121-131.
25. Жежера, Н. И. Автоматизация испытаний изделий на герметичность: учеб. пособие для вузов / Н. И. Жежера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Оренбург: ОГУ, 2006. - 550 с.
26. Жежера, Н. И. Проектирование цифровых систем контроля и управления герметичности изделий: учеб. пособие /Н. И. Жежера, Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. - 439 с.
27. Заславский Ю.М. К оценке периода вытекания капель жидкости из капиллярного отверстия /Ю.М. Заславский, В.Ю. Заславский// Математическое моделирование. Оптимальное управление. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012, №5, с.90-92.
28. Иванов Я.В., Благовещенская М.М. Использование цифровых видеокамер в системах автоматического управления технологическими процессами пищевых производств//Сб. материалов V юбилейной школы-конференции с

международным участием" Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации". М.: МГУПП, 2007. С. 347-349.

29. Клюев, В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; Под ред. В.В. Клюева. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2003. 656 с.

30. Коуден Д. Статистические методы контроля качества/ Д. Коуден. - Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. — 623 с.

31. Ланис, В.А. Техника вакуумных испытаний/ В.А. Ланис, Л.Е. Левина; под общ. ред. М.И. Меньшикова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва; Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. - 263 с

32. Ларионов, В.Г. Производство и применение металлической тары. Справ. пособие /В. Г. Ларионов, В. А. Левенко, Я. Ю. Локшин и др. Под ред. Я. Ю. Локшина. - Москва: Пищевая промышленность, 1980. - 223 с.

33. Лукас, В.А. Теория автоматического управления. Учебник для вузов/ В.А. Лукас. - 2-е изд. перераб. и доп., М.: Недра, 1990. - 416 с.

34. Лутц, М Программирование на Python / М. Лутц. — Москва: Символ–Плюс, 2011. — 992 с.

35. Магергут, В.З. Инженерные методы выбора и расчёта оптимальных настроек промышленных регуляторов/В.З. Магергут, Д.П. Вент, И.А. Кацер. – Новомосковск: НФ РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1994. – 158 с.

36. Маслова, Г.В. Рыбные консервы: проблемы качества и безопасности/ Г.В. Маслова//Москва: Рыбпром. - №1,- 2010.- С.16-17.

37. Михайлов, О.П. Динамика электромеханического привода металлорежущих станков/ О.П. Михайлов. - М.: Машиностроение, 1989. - 224 с.

38. Нино, В.П. Рентгенодефектоскопический комплекс для неразрушающего экспресс-контроля качества закаточного шва и содержимого консервной продукции/ В. П. Нино // Рыбное хозяйство. - 2014. -№ 1. - С. 86-89.

39. Панфилов, В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств / В. А. Панфилов. - Москва: Агропромиздат, 1986. - 248 с.

40. Панфилов, В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) /В.А. Панфилов. —Москва: Колос, 1993. -288с.
41. Пат. 2396529 Российская Федерация, МПК G01M3/00. Способ контроля герметичности металлических банок с пищевыми продуктами и устройство для его осуществления/ Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев; заявитель и патентообладатель Калининградский государственный технический университет. - № 2009128944/28; заяв. 27.07.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 22. – 8 с.
42. Пат. на полезную модель 105263 Российская Федерация, МПК 65B5/10. Устройство для загрузки консервных банок на транспортер и их позиционирования/ Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев; заявитель и патентообладатель Калининградский государственный технический университет. - № 2010148482/21; заяв. 26.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16. – 2 с. : ил.
43. Пат. на полезную модель 153576. Российская Федерация, МПК B65B5/10. Система для загрузки консервных банок на транспортер и их позиционирования / Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев, Н.С.Будченко; заявитель и патентообладатель Калининградский государственный технический университет. – № 2014154299/13; заяв.30.12.2014, Бюл. № 21.-2с.:ил.
44. Пат. на полезную модель 127589 Российская Федерация, МПК A22C29/00. Линия для производства рыбных консервов/ Н.А. Долгий; заявитель и патентообладатель Калининградский государственный технический университет. - № 2012136523/13; заяв. 24.08.2012; опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13. – 1 с.: ил
45. Платонов, П.Н. Автоматика и автоматизация консервного производства: учебное пособие / П. Н. Платонов, А. И. Павлов, Л. М. Сычук. - Киев: Высшая школа, 1981. - 264 с.
46. Ривкин, С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник/ С.Л. Ривкин, А.А. Александров. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 80 с.
47. Розенбелов, А.Е. Регулирование закаточных машин / А. Е. Розенбелов. - Москва: Пищепромиздат, 1961. - 84 с.
48. Россия в цифрах. 2018: Крат.стат.сб./Росстат- М., Р76. - 2018 - 522 с.


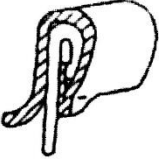
49. Ротач, В.Я. Автоматизация настройки систем управления/ В.Я. Ротач, В.Ф. Кузицин, А.С. Ключев и др.; под ред. В.Я. Ротача. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 272с.
50. Рындич, Н. Н. Комплексно-механизированные линии производства рыбных консервов/Н.Н. Рындич. - Москва: Пищевая промышленность, 1966. - 174 с.
51. Сажин, С.Г. Автоматизация контроля герметичности изделий массового производства/ С.Г. Сажин, В.Б. Лемберский. - Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1977. -175 с.
52. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных продуктов. Том 1. - СПб: Судостроение, 2012. - 160 с.
53. Семенова, Е.А. Инструментальные сенсорные методы оценки качества рыбных консервов/ Е.А. Семенова, А.Л. Мاستихина, Ю.И. Сидоренкова и др.// Москва: Пищевая промышленность. №7, -2014.- С.14-16.
54. Сердобинцев, С.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов в рыбной промышленности: Учеб /С.П. Сердобинцев. - Москва: Колос, 1994. - 335 с.
55. Сердобинцев, С.П. Цифровые системы управления: учеб. пособие/ С. П. Сердобинцев.- КГТУ. - Калининград: КГТУ, 2004. – 93с.
56. Сердобинцев, С.П. Адаптивное управление процессами термической обработки пищевых продуктов / С. П. Сердобинцев. -Калининград:, 1998. - 178с.
57. Сердобинцев, С.П. Управление электромеханическими системами с переменными параметрами: Учеб. пособие/ С.П. Сердобинцев. – Калининград. КГТУ, 2004. - 103 с.
58. Серпунина, Л.Т. Научные и практические основы регулирования пищевой ценности стерилизованных консервов из гидробионтов / Л. Т. Серпунина, С. А. Артюхова; Калининградский гос. технический ун-т. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. – 264с.
59. Срагович, В.Г. Адаптивное управление/ В.Г. Срагович. - М.: Наука, 1981. — 384 с.


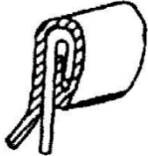

60. Сурган, Г.А. Основы автоматизации технологических процессов консервного производства /Г.А. Сурган. – Москва: Пищевая промышленность, 1973. –224 с.
61. Сырямкин, В.И. Системы технического зрения: Справочник/ В.И. Сырямкин, В.С. Титов, Ю.Г. Якушенков и др. – Томск, МГП «Раско», 1992. – 367с.
62. Троицкий А.К., Благовещенский И.Г. Теоретические основы использования системы технического зрения в системе автоматического управления технологическим процессом // Материалы Международной научно-практической конференции «Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины». М.: Изд. комплекс МГУПП, 2012. С. 165-172.
63. Фан-Юнг, А.Ф. Проектирование консервных заводов/ А.Ф. Фан-Юнг. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 307с.
64. Федеральный закон РФ от 02.01.2000 N 29-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О качестве и безопасности пищевых продуктов».
65. Флауменбаум, Б.Л. Теоретические основы стерилизации консервов/ Б.Л. Флауменбаум. - Киев: Изд-во Киевского университета, 1960. -195 с.
66. Холоша, О.А. Определение опасных факторов и оценка рисков при производстве рыбных консервов / О. А. Холоша, Е. С. Таргунакова // Рыбное хозяйство. -2016. - N 6. - С. 109-112.
67. Чупахин В.М. Производство жестяной консервной тары /В. М. Чупахин, В. Т. Леонов. - 3-е изд. - Москва: Пищевая промышленность, 1974. - 432 с.
68. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. — 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 752 с.
69. Abramowicz, D.A., Jenkins, L., Ambrose, K., Bucklow, I., Bengel, T., Fields, B., Hughes, G., Noke, A., Bilko, J., Ioannides, A., Ramsey, C. Innovations and trends in metal packaging for food, beverages and other fast-moving consumer goods Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2013, P. 153-186.
70. B.G. Batchelor, E.R. Davies, M Graves Using X-rays to detect foreign bodies. Detecting Foreign Bodies in Food. Woodhead Publishing Ltd. 2004, P. 226-264.

71. Donald L. Downing A. Complete Course in Canning and Related Processes, 1996 CTI PUBLICATIONS, INC., 489 p.
72. Featherstone S. In-plant quality control in food canning operations. A Complete Course in Canning and Related Processes. Elsevier Ltd. 2015, P. 235-254.
73. John Canny, A Computational Approach to Edge Detection, IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. PAMI-8, NO. 6, -1986, P.679-698.
74. Hanby E. Advances in sealing and seaming and methods to detect defects. In-Pack Processed Foods. Woodhead Publishing Limited. 2008, P. 55-68.
75. H. Allan Bremner Safety and Quality Issues in Fish Processing. Woodhead Publishing. 2002, 520p.
76. Howard, Alfred John. Canning technology. London, J. & A. Churchill, 1949, 287p.
77. Lalpuria M., Anantheswaran R., Floros J. Packaging technologies and their role in food safety. Microbial Decontamination in the Food Industry. Woodhead Publishing. 2012, P. 701-745.
78. Mark T. Morgan, Timothy A. Haley. Design of Food Process Controls Systems. Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery. Elsevier. 2007. P. 485-552.
79. P. Viola and M.J. Jones, Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001, IEEE, P.1-9.
80. Page B. Rigid metal packaging. Packaging Technology. Woodhead Publishing. 2012, P. 122-162.
81. Su-In Lee, Honglak Lee, Pieter Abbeel, and Andrew Y Ng. Efficient L1 regularized logistic regression. In AAAI, 2006. - P.1-8.
82. Robertson G.L. Packaging and Food and Beverage Shelf Life. The Stability and Shelf Life of Food. Elsevier Ltd. 2016, P. 77-106.
83. Wilbur A. Gould, Ronald W. Gould. Packaging and container integrity evaluation. Total Quality Assurance for the Food Industries (Third Edition). CTI Publications. 2001, P. 137-158.




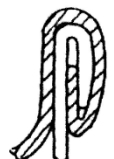
ПРИЛОЖЕНИЯ



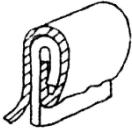
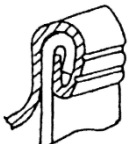
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Причины дефектов закаточного шва металлических банок и способы их устранения

Дефект шва	Причина возникновения дефекта	Способ устранения дефекта
Банка негерметична по закаточному шву в нормальном сечении (кроме углового шва), шов гладкий без следов нарушения	Неправильно нанесена уплотняющая паста Высота загиба фланца корпуса недостаточна Шов недостаточно обжат, толщина его увеличена Крючок корпуса внутри шва увеличен Ширина шва мала, шов резко обжат	Рассортировать крышки Рассортировать банки. Поднять нижний патрон или усилить амортизационную пружину Замерить зазор между патроном и роликами II операции. При увеличенном зазоре его уменьшить. При нормальном зазоре поджать амортизационную пружину роликодержателя Нижний патрон опустить или ослабить его амортизационную пружину Ослабить нажим роликов I операции
Банка негерметична по угловому шву (сборные банки)	При отсутствии указанных выше причин негерметичность по угловому шву вызвана дефектами изготовления банки	Проверить качество банок
 Фальшивый шов - нет зацепления крючков	Подбивка крышки слишком глубока Завиток крышки имеет деформацию Корпус банки деформирован Увеличена отбортовка корпуса Чрезмерно тугая посадка крышки на корпусе банки	Рассортировать крышки Тоже Рассортировать банки Тоже Рассортировать крышки и банки. Проверить диаметр корпуса и размеры крышки
 «Язык» - местное опускание низа шва за счет крючка крышки	Центр банки не совпадает с центром патрона Попадание продукта на фланец борта корпуса банки Увеличена высота завитка крышки Перекося корпуса банки Чрезмерное количество пасты под завитком крышки Борт корпуса банки имеет деформацию Чрезмерное сжатие банки нижним патроном Ролики I операции изношены (сработаны) Ролики I операции недостаточно прижимают шов	Проверить посадку банок на патроне Проверить качество фасования продукта Рассортировать крышки Рассортировать банки Рассортировать крышки по качеству наложения пасты Рассортировать банки Ослабить сжатие банки между патронами Заменить ролики I операции Усилить нажим па шов роликов I операции

Дефект шва	Причина возникновения дефекта	Способ устранения дефекта
 <p>Верхний подрез – заострение радиуса верхней плоскости шва, сопровождающееся снятием полуды с плоскости шва</p>	<p>Чрезмерное сжатие шва роликами II операции (пережим) Ролики I операции имеют большой люфт Чрезмерно большой слой припоя на продольном шве Имеется скольжение между крышкой и патроном Шпиндель закаточного патрона имеет большой люфт в вертикальном направлении</p>	<p>Ослабить нажим роликов II операции Устранить люфт роликов I операции Рассортировать банки Усилить сжатие банки между патронами Устранить вертикальный люфт шпинделя патрона</p>
 <p>Нижний подрез – снятие полуды, стружка внизу шва</p>	<p>Чрезмерно большой слой припоя на продольном шве Ролики закаточной машины не вращаются на своей оси Неправильный рельеф канавки роликов II операции Чрезмерное сжатие банки нижним патроном Верхний патрон установлен низко по отношению к роликам II операции Чрезмерное сжатие шва роликами II операции</p>	<p>Рассортировать банки Проверить состояние смазки, ослабить ролики на оси Очистить или заменить ролики II операции Ослабить прижим банки нижним патроном Отрегулировать расстояние между патроном и роликами II операции. Ослабить нажим на шов роликов II операции</p>
 <p>Накат – образование утолщения на радиусе верхней плоскости шва, выступающего внутрь выемки крышки</p>	<p>Ролики изношены (сработаны) Высота фланца патрона мала - патрон изношен Верхний патрон установлен низко по отношению к закаточным роликам</p>	<p>Заменить ролики Сменить патрон Отрегулировать расстояние между патроном и роликами</p>

Дефект шва	Причина возникновения дефекта	Способ устранения дефекта
 <p>Раскат – чрезмерное уплотнение низа шва до расплющивания нижнего радиуса</p>	<p>Неправильно подобран профиль роликов II операции Высоко установлены ролики II операции</p>	<p>Заменить ролики II операции Опустить ролики II операции</p>
 <p>Глубокая посадка крышки – чрезмерно высокая внутренняя стенка шва</p>	<p>Увеличена высота фланца верхнего патрона Банка сильно зажата между верхним и нижним патронами Недостаточное поджатие банки нижним патроном Посадка крышки на патроне слишком плотная</p>	<p>Заменить верхний патрон Установить нормальный размер между патронами и отрегулировать амортизацию нижнего патрона Увеличить поджатие банки патроном Проверить диаметры крышки и патрона, при необходимости рассортировать крышки</p>
 <p>Низкая посадка крышки – слишком низкая внутренняя стенка шва</p>	<p>Плоскости верхнего и нижнего патронов не параллельны Верхний патрон установлен слишком низко Фланец верхнего патрона изношен, сработался (по высоте) Недостаточное сжатие банки патронами</p>	<p>Установить патроны параллельно Поднять верхний патрон Заменить патрон Усилить сжатие банки подъемом нижнего патрона или сменой верхнего патрона</p>

Дефект шва	Причина возникновения дефекта	Способ устранения дефекта
 <p>Малый крючок крышки – недостаточный загиб фланца крышки</p>	<p>Диаметр крышки мал (короткий фланец крышки) Глубокие рельефы крышки Сильное поджатие банки нижним патроном Ролики I операции установлены свободно (недостаточно подгибают фланец крышки) Ролики II операции не обеспечивают равномерного прижима шва по периметру</p>	<p>Рассортировать крышки Тоже Ослабить поджатие банки нижним патроном Усилить нажим на шов роликами I операции Устранить люфт на оси роликов II операции</p>
 <p>Большой крючок крышки – чрезмерно большой загиб фланца крышки</p>	<p>Недостаточная натяжка крышки Увеличен фланец крышки Недостаточное сжатие банки патронами</p>	<p>Рассортировать крышки Тоже Усилить сжатие банки патронами</p>
 <p>Малый крючок корпуса – недостаточный загиб фланца корпуса</p>	<p>Мала отбортовка корпуса банки Недостаточное сжатие банки патронами</p>	<p>Рассортировать банки Усилить сжатие банки патронами</p>
 <p>Большой крючок корпуса – чрезмерно большой загиб фланца корпуса</p>	<p>Увеличена отбортовка корпуса банки Чрезмерное сжатие банки патронами</p>	<p>Рассортировать банки Ослабить сжатие банки патронами</p>

Дефект шва	Причина возникновения дефекта	Способ устранения дефекта
 <p>Узкий шов – ширина шва меньше нормальной</p>	<p>Глубокая вытяжка крышки Глубокая посадка крышки Ролики I операции установлены слишком близко к патрону Ролики II операции недостаточно прижимают шов или профиль ролика сработался</p>	<p>Рассортировать крышки Отрегулировать работу закаточной машины Ослабить нажим роликов I операции на шов Усилить нажим роликов II операции на шов или заметить ролики II операции</p>
 <p>Широкий шов – ширина шва больше нормальной</p>	<p>Ролики II операции изношены (сработаны), имеют широкий профиль канавки Чрезмерное сжатие банки патроном Недостаточное сжатие шва роликами I операции Ролики II операции чрезмерно сжимают шов (пережим)</p>	<p>Заменить ролики II операции Ослабить сжатие банки патроном Усилить нажим па шов роликов I операции Ослабить нажим на шов роликов II операции</p>
 <p>Морщинистый шов – мелкие складочки внизу</p>	<p>Профили роликов изношены Ролики I и II операций недостаточно прижимают шов</p>	<p>Заменить ролики Усилить нажим роликов шов</p>
 <p>Риски – царапины на внешней поверхности шва</p>	<p>Профили роликов II операции изношены или выщерблены</p>	<p>Сменить ролики II операции</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Патенты полученные в процессе работы

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2396529

**СПОСОБ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАНОК С ПИЩЕВЫМИ
ПРОДУКТАМИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009128944
Приоритет изобретения 27 июля 2009 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 августа 2010 г.
Срок действия патента истекает 27 июля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



 Б.И. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 396 529** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
G01M 3/00 (2006.01)**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2009128944/28, 27.07.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.07.2009

(45) Опубликовано: 10.08.2010 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2025730 C1, 30.12.1994. ES 2174751 A1,
01.11.2002. DE 19724804 A1, 10.12.1998. JP
2003035623 A, 07.02.2003. US 5451773 A,
19.09.1995.

Адрес для переписки:

236000, г.Калининград, Советский пр., 1,
ФГОУ ВПО "Калининградский
государственный технический университет",
патентный отдел

(72) Автор(ы):

Долгий Николай Алексеевич (RU),
Сердобинцев Станислав Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Калининградский государственный
технический университет" (RU)

RU 2 396 529 C1

(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАНОК С ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**(57) Формула изобретения**

1. Способ контроля герметичности металлических банок с пищевыми продуктами, включающий нагревание банки с продуктом до температуры $85 \pm 2^\circ\text{C}$, индикацию локальных выделений на закаточных швах, отличающийся тем, что индикацию локальных выделений осуществляют по неоднородности цвета поверхности банки с помощью системы технического зрения, производя видеосъемку движущейся банки одновременно с двух сторон, причем для обеспечения угла обзора банки с каждой стороны до 180° видеосъемку проводят поворачивающимися вокруг своей оси видеокамерами, крайние значения угла поворота которых соответствуют начальной и конечной позициям банки в цикле видеосъемки, кроме того, положение позиций выбирают с учетом разрешающей способности видеокамер, а расстояние между движущимися банками - с учетом необходимого времени на разворот видеокамер в исходную позицию после окончания видеосъемки, и на основании обработки полученной видеоинформации автоматически производят отбраковку банки.

2. Устройство для контроля герметичности металлических банок с пищевыми продуктами, содержащее средства для получения видеоинформации, ее обработки, позиционирования банок, связанные с блоком управления, отличающееся тем, что в качестве средства получения видеоинформации и ее обработки использована система технического зрения, включающая системный контроллер, запрограммированная на

индикацию неоднородности цвета поверхности банки, и связанные с ним две видеокамеры, а средство позиционирования выполнено в виде ленточного транспортера с нанесенной разметкой мест установки банок, причем видеокамеры установлены по обе стороны от транспортера с возможностью синхронного поворота вокруг своих вертикальных осей, кроме того, устройство снабжено механизмом отбраковки, связанным с блоком управления.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что снабжено средством сигнализации брака, связанным с блоком управления.

RU 2396529 C1

ИЗВЕЩЕНИЕ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 105263

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНСЕРВНЫХ БАНОК НА
ТРАНСПОРТЕР И ИХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010148482

Приоритет полезной модели 26 ноября 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 июня 2011 г.

Срок действия патента истекает 26 ноября 2020 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **105 263** (13) **U1**(51) МПК
B65B 5/10 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010148482/21, 26.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.11.2010

(45) Опубликовано: 10.06.2011 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

236022, г.Калининград, Советский пр., 1,
каб. 103а, ФГОУ ВПО "КГТУ", патентный
отдел

(72) Автор(ы):

Долгий Николай Алексеевич (RU),
Сердобинцев Станислав Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Калининградский государственный
технический университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНСЕРВНЫХ БАНОК НА ТРАНСПОРТЕР И ИХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**(57) Формула полезной модели**

Устройство для загрузки консервных банок на транспортер и их позиционирования, включающее средство загрузки, расположенное сбоку от транспортера, осуществляющее автоматическую загрузку и позиционирование банок на транспортере с заданным шагом, отличающееся тем, что средство загрузки выполнено в виде подающей звезды, лучи которой снабжены наконечниками, выполненными из эластичного материала и установленными с возможностью их регулирования по длине, а транспортер снабжен фиксаторами положения банок, выполненных в виде U-образных пластин и установленных с возможностью регулирования их расположения по высоте, при этом подающая звезда механически связана с приводом транспортера.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 127589

ЛИНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Автор(ы): *Долгий Николай Алексеевич (RU)*

Заявка № 2012136523

Приоритет полезной модели 24 августа 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 мая 2013 г.

Срок действия патента истекает 24 августа 2022 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 127 589 (13) U1

(51) МПК
A22C 29/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012136523/13, 24.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.08.2012

(45) Опубликовано: 10.05.2013 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

236022, г.Калининград, Советский пр., 1,
каб.103а, ФГБОУ ВПО "КГТУ", отдел
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Долгий Николай Алексеевич (RU)

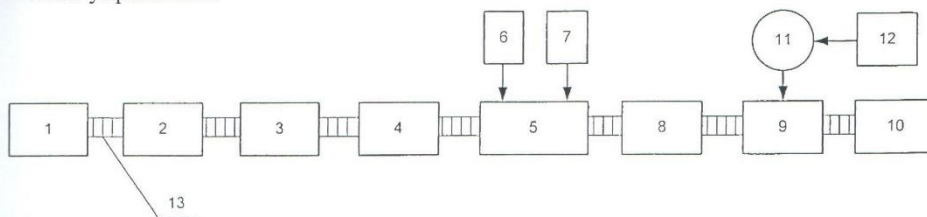
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Калининградский государственный
технический университет" (RU)

(54) ЛИНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

(57) Формула полезной модели

Линия для производства рыбных консервов, содержащая связанные между собой транспортными средствами дефростер, стол для разделки рыбы, устройство для мойки, агрегат для порционирования, устройства первичной тепловой обработки, агрегат фасования, дозаторы масла и вкусоароматических пищевых добавок, закаточную машину, автоклав, отличающаяся тем, что содержит систему контроля герметичности стерилизованных банок на основе средств технического зрения, связанную транспортным средством с автоклавом, оснащенным вакуумным насосом с блоком управления.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 153576

СИСТЕМА ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНСЕРВНЫХ БАНОК НА
ТРАНСПОРТЕР И ИХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2014154299

Приоритет полезной модели 30 декабря 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 29 июня 2015 г.

Срок действия патента истекает 30 декабря 2024 г.

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **153 576** ⁽¹³⁾ **U1**
 (51) МПК
B65B 5/10 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014154299/13, 30.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.12.2014

(45) Опубликовано: 27.07.2015 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

236022, г. Калининград, Советский пр., 1, каб.
 103а, ФГБОУ ВПО "КГТУ", отдел
 интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Долгий Николай Алексеевич (RU),
 Сердобинцев Станислав Павлович (RU),
 Будченко Наталья Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Калининградский государственный
 технический университет" (RU)

(54) **СИСТЕМА ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНСЕРВНЫХ БАНОК НА ТРАНСПОРТЕР И ИХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**(57) **Формула полезной модели**

Устройство для загрузки консервных банок на транспортер и их позиционирования, содержащее средство загрузки, выполненное в виде подающей звезды, механически связанной с приводом транспортера и осуществляющей автоматическую загрузку на транспортер с заданным шагом при помощи лучей, снабженных наконечниками, выполненными из эластичного материала и установленными с возможностью их регулирования по длине, U-образные фиксаторы положения банок, установленные на транспортере, отличающиеся тем, что U-образный фиксатор положения банки выполнен из двух симметричных частей, причем одна часть фиксатора закреплена на ленте транспортера, а вторая установлена с возможностью многократной быстрой переустановки, а лента транспортера оборудована установочными гнездами для переустанавливаемых частей фиксаторов, расстояние между которыми выбрано с учетом диаметров банок, кроме того, система дополнительно снабжена последовательно связанными измерительным блоком, содержащим средство технического зрения, и вычислительным блоком, который связан с двумя исполнительными устройствами - для переустановки частей фиксаторов положения банок и для регулирования длины наконечников лучей подающей звезды, а исполнительные устройства, в свою очередь, связаны с приводом транспортера.

RU 1 5 3 5 7 6 U 1

RU 1 5 3 5 7 6 U 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2016662244

Программа анализа изображений дефектов консервных банок с целью контроля их герметичности

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «КГТУ»)* (RU)

Авторы: *Долгий Николай Алексеевич (RU), Чаплыгин Денис Викторович (RU)*

Заявка № 2016617490

Дата поступления 12 июля 2016 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 03 ноября 2016 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев



ПРИЛОЖЕНИЕ С. Акт о внедрении системы контроля герметичности**ООО « РЫБОКОМБИНАТ «ЗА РОДИНУ»**

238345, Калининградская область, п. Взморье, ул. Заливная, 2а
ИНН 3905028248, КПП 392550001, ОГРН 1023900771806
телефон /факс 8-401-52-285-62, 2-83-06
e-mail: office@zarodiny.ru www.zarodiny.ru

АКТ**о внедрении системы контроля герметичности**

Результаты исследований, полученных сотрудником кафедры «Автоматизация производственных процессов» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Долгим Н.А. по теме диссертационной работы «Контроль герметичности консервов в поточном производстве» и подтвержденные патентом на изобретение, приняты рыбокомбинатом «За Родину» в качестве прототипа при совершенствовании системы контроля герметичности консервов.

Директор
ООО «Рыбокомбинат «За Родину»



Л.Н. Толстобров