

РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСЕРВНОЙ ТАРЫ С РЫБНЫМИ ПРОДУКТАМИ

А.Е. Савельичев, студент,
artsavk@yandex.ru

Н.В. Самойлова, аспирантка,
procyon@mail.ru

О.В. Агеев, канд. техн. наук, доцент,
oleg.ageev@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Предлагается мехатронное устройство для активного оптико-электронного контроля герметичности консервной тары. Устройство основано на активной лазерной локации объекта и содержит оптический датчик с лазерным источником и фотоприемником. Система снабжена винтовым конвейером, блоком управления и приспособлением для отвода банок с дефектами. Принцип действия базируется на триангуляционном лазерном сканировании профилей банок, обработке видеoinформации в ЭВМ с целью выявления дефектов на поверхности банок для их отбраковки. Благодаря использованию устройства увеличивается производительность и достоверность автоматического контроля рыбоконсервной продукции.

рыбные консервы, банка, тара, герметичность, мехатроника, лазер, контроль

При производстве рыбных консервов активный контроль герметичности металлических банок имеет существенное значение для обеспечения качества готовой продукции [1]. Современные требования производства предполагают автоматизацию этой операции и высокое быстродействие системы активного контроля.

Известны способ контроля герметичности металлических банок с пищевыми продуктами и устройство для его осуществления [2], содержащее средства для получения видеoinформации, ее обработки, позиционирования банок, связанные с блоком управления. В качестве средства получения видеoinформации и ее обработки использована система технического зрения, включающая системный контроллер, запрограммированная на индикацию неоднородности цвета поверхности банки, и связанные с ним две видеокамеры.

Средство позиционирования выполнено в виде ленточного транспортера с нанесенной разметкой мест установки банок, причем видеокамеры смонтированы по обе стороны от транспортера с возможностью синхронного поворота вокруг своих вертикальных осей. Кроме того, устройство снабжено механизмом отбраковки, связанным с блоком управления. При поступлении консервной банки в зону обзора оппозитно установленные видеокамеры выполняют поворот и сопровождают изделие. После окончания видеосъемки отдельной банки видеокамеры возвращаются в исходное положение.

Устройство обладает недостатками, ключевым являются низкая производительность и невысокая достоверность обнаружения дефектов. Необходимость возвратного движения видеокамер не позволяет располагать консервные банки на малом расстоянии друг от друга во избежание пропусков. Кроме того, устройство чувствительно к оптическим помехам и перепадам фоновой освещенности, требует точной настройки внешнего освещения. Необходимость обработки полных видеок кадров с изображениями банок обуславливает высокие требования к быстродействию системного контроллера.

Предлагаемое мехатронное устройство решает задачу повышения производительности при контроле герметичности консервной тары, а также улучшения достоверности обнару-

жения дефектов изделий. Принцип работы устройства основан на триангуляционном лазерном сканировании консервных банок и обработке видеoinформации в ЭВМ. Применение лазера с высокой интенсивностью луча позволяет уверенно определять форму лазерной линии в условиях оптических помех и различных уровней фоновой освещенности [3-5]. При этом в ЭВМ обрабатываются не полные видеокадры, а только форма наблюдаемой лазерной линии, за счет чего существенно снижены требования к быстродействию ЭВМ. Лазерная активная локация обладает существенными преимуществами по сравнению с пассивной системой технического зрения.

Значительные достижения квантовой электроники позволяют разрабатывать оптико-электронные модули для сбора данных на основе средств активной лазерной локации. При этом реализуются следующие функции: автоматическое измерение параметров продукции прямым методом; сбор данных для активного контроля технологического процесса; обеспечение точности настройки рабочих органов оборудования; повышение качества обработки сырья; экономия ценных пищевых ресурсов.

Применение лазера в качестве источника света позволяет получить световую линию малой толщины и тем самым исследовать весьма малые участки и тонкие структуры. Техническая реализация активного лазерного локатора, основанного на фотометрическом методе, состоит в том, что исследуемый объект подсвечивается узким лучом лазера. Луч с помощью оптической системы и сканатора формируется в узкую линию, которая перемещается в пространстве, а объект перемещается относительно луча лазера. Фотоприемник облучается отраженным от объекта световым потоком, причем сила фототока определяется облученностью приемного зрчка.

Промышленные исследования показывают, что погрешность измерения размеров изделий способом триангуляционного лазерного сканирования составляет не более $\pm 0,5$ мм. Излучение лазерного источника формируется в виде вертикальной линии и проецируется на консервную тару, причем лазерная линия на поверхности банки соответствует ее профилю.

Информация, которую заключают в себе локационные сигналы, содержит данные о геометрических параметрах измеряемого изделия. Для надежного выделения полезного сигнала из помех требуется, чтобы сигнал обладал признаками, существенно отличающимися от признаков помех.

Электрические сигналы в активной системе лазерной локации возникают в результате модуляции отраженного светового потока при переходе лазерной линии с фона на поверхность объекта. При этом фон обладает минимальной отражающей способностью, а на банке отраженный световой поток существенно увеличен. Для исследования формы и параметров сигналов, а также определения условий, при которых надежно измеряются геометрические параметры изделия, в ЭВМ содержатся математические модели локационных сигналов.

На рис. 1 приведен общий вид предлагаемого устройства для контроля герметичности консервных банок, на рис. 2 – вид справа, на рис. 3 – вид сверху. На рис. 4 показана схема сканирования банки лазерным лучом.

На рисунках приняты следующие обозначения: 1 – станина винтового ленточного конвейера; 2 – винтовой ленточный конвейер; 3 – вращающийся оптический датчик; 4 – электродвигатель; 5 – блок управления; 6 – бортик винтового ленточного конвейера со свободно вращающимися роликами; 7 – укороченный бортик винтового ленточного конвейера; 8 – лопатка; 9 – шаговый электродвигатель; 10 – ленточный конвейер для отвода целых консервных банок; 11 – целые консервные банки; 12 – станина ленточного конвейера для отвода целых консервных банок; 13 – консервная банка; 14 – лазерный луч; 15 – проекция лазерного луча на консервную банку.

В предлагаемом устройстве для контроля герметичности консервных банок на станине 1 размещен винтовой ленточный конвейер 2, вращающийся оптический датчик 3, который установлен в центре кольцевого участка конвейера, электродвигатель 4, приводящий во вращение оптический датчик 3 и блок управления 5. На внешней стороне кольцевого участка винтового ленточного конвейера 2 имеется бортик со свободно вращающимися роликами 6,

а на внутренней стороне установлен укороченный бортик 7. В конце ленточного конвейера 2 смонтирована лопатка 8, сортирующая нормальные и дефектные консервные банки, приводимая в движение шаговым электродвигателем 9. Также к концу винтового ленточного конвейера 2 прикреплен ленточный конвейер 10 для отвода нормальных консервных банок 11, который закреплен на второй станине 12.

Работа устройства для контроля герметичности консервных банок осуществляется следующим образом.

Консервная банка 13 перемещается по винтовому ленточному конвейеру 2. Продвигаясь вперед, она попадает на закругленный участок винтового конвейера. Оптический датчик 3 вращается вокруг своей оси с высокой скоростью. При этом на банку проецируется луч лазера 14, излучаемый лазерным источником оптического датчика 3. Отраженное от банки 13 лазерное излучение попадает на фотоприемник оптического датчика 3. Видеоинформация о форме отраженной лазерной линии передается оптическим датчиком 3 в блок управления 5, который присваивает каждой банке идентификационный номер и обрабатывает форму наблюдаемой проекции лазерного луча 15.

При движении консервной банки 13 на закругленном участке она упирается своими краями во внешний бортик конвейера со свободно вращающимися роликами 6 и во внутренний укороченный бортик 7. В результате того, что на противоположных краях банки коэффициенты трения отличаются вследствие конструкций бортиков, возникает момент вращения, который приводит во вращение консервную банку по мере ее перемещения на кольцевом участке. Оптический датчик 3 имеет высокую скорость вращения для того, чтобы за один оборот просканировать профили всех вращающихся консервных банок на кольцевом участке. При прохождении всего кольцевого участка консервная банка поворачивается на 360° и более. Таким образом, в памяти блока управления 5 формируется массив информации о формах проекций лазерного луча 15, отраженных со всех сторон каждой банки 13.

Принцип распознавания дефектной консервной банки заключается в следующем. На банку падает лазерный луч 14, который проецируется на ее стенку в виде вертикальной линии 15. Если банка герметична, то ее края являются ровными и, соответственно, проекция лазерного луча 15 представляет собой вертикальную прямую линию. В том случае если края банки деформированы и нарушена ее герметичность, проекция лазерного луча 15 представляет собой ломаную линию. Проекция лазера на банку наблюдается фотоприемником оптического датчика 3. За время прохождения банки по кольцевому участку ее боковая цилиндрическая поверхность полностью сканируется прибором. Таким образом, для каждой консервной банки контролируется кривизна ее боковой поверхности.

При наличии на поверхности банки подтеков или пятен световой поток отраженного лазерного излучения снижается вследствие рассеяния света на них. Это позволяет блоку управления определить размеры пятен и их коэффициент отражения. Поскольку коэффициенты отражения металлической поверхности банки и жидкой среды отличаются, наличие пятен определяется с достаточным уровнем достоверности. Таким образом, блок управления определяет наличие как деформаций банки, так и различных веществ на ее боковой поверхности.

В том случае если боковая поверхность банки не деформирована и на ней отсутствуют пятна, то изделие признается герметичным. Лопатка 8 позволяет пройти банке на ленточный конвейер 10 для герметичных банок 11. При обнаружении на поверхности банки деформации изделие признается бракованным. Лопатка 8 приводится в движение шаговым двигателем 9, и негерметичная консервная банка отводится с конвейера 2.

Таким образом, предлагаемое устройство в сравнении с устройством, являющимся ближайшим аналогом, обеспечивает существенное повышение производительности. Сокращается стоимость устройства за счет снижения требований к быстродействию ЭВМ.

Устройство обеспечивает надежный контроль герметичности консервных банок, что позволяет исключить трудоёмкие операции визуальной инспекции и ручной сортировки рыбоконсервной продукции, а также сократить количество персонала на производстве.

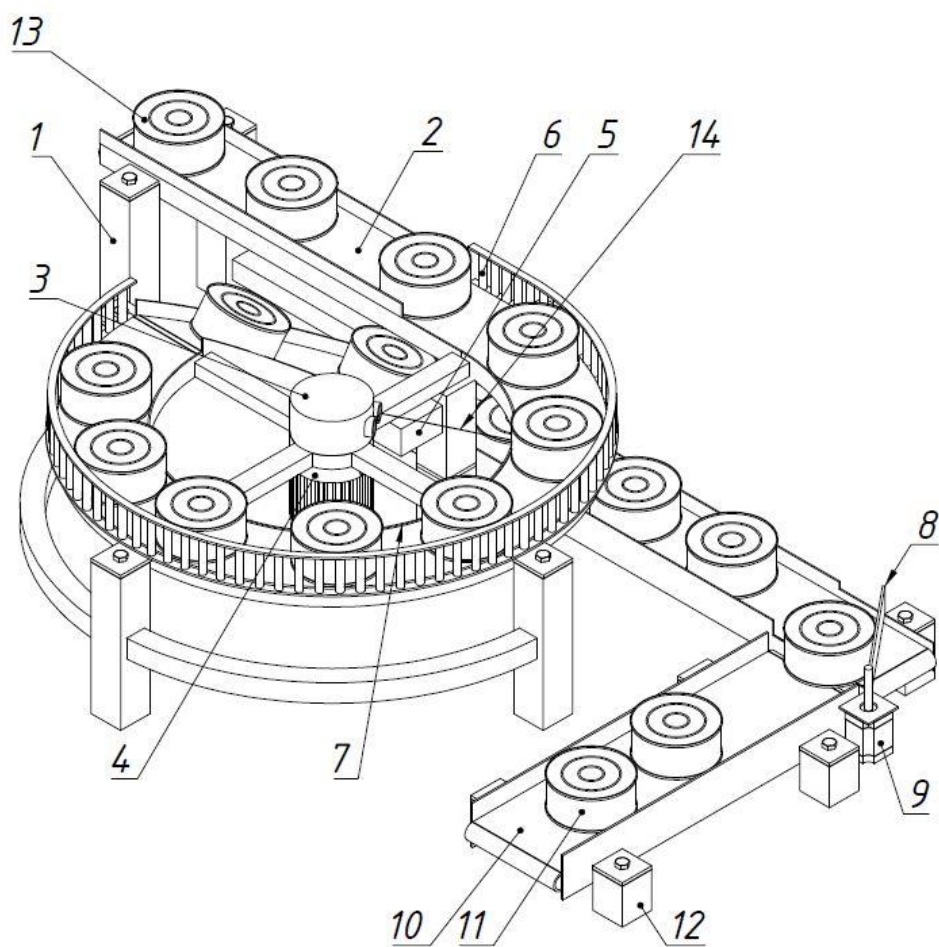


Рисунок 1 - Устройство для контроля герметичности консервных банок, общий вид

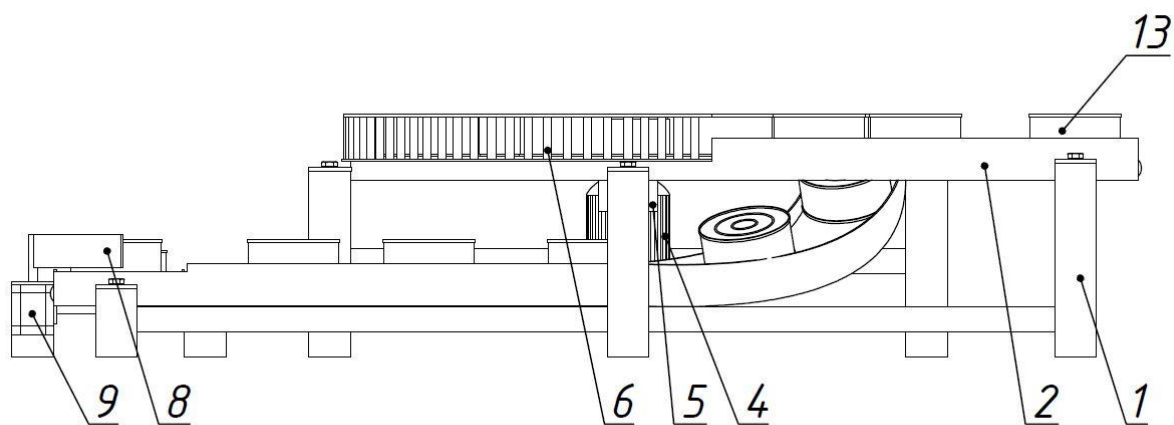


Рисунок 2 - Устройство для контроля герметичности консервных банок, вид справа

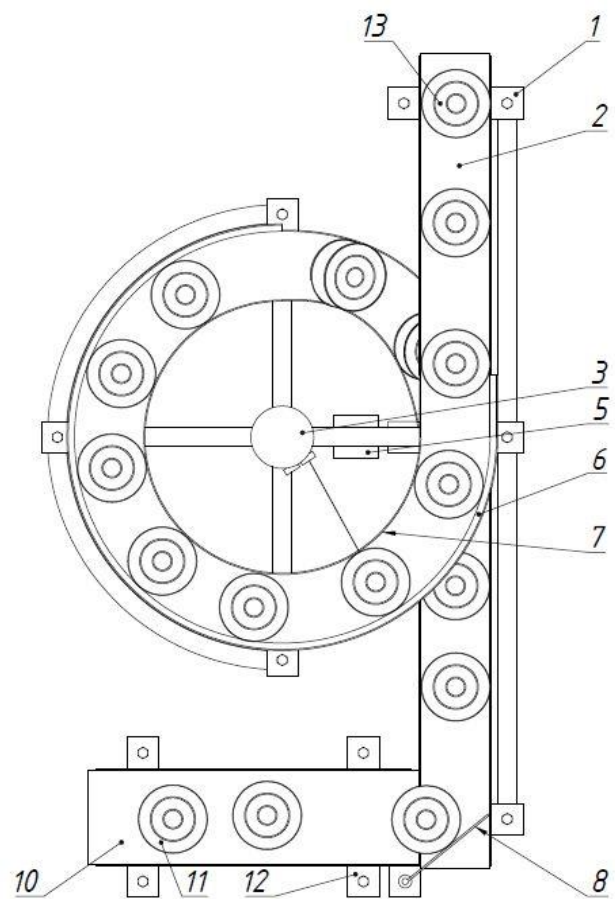


Рисунок 3 - Устройство для контроля герметичности консервных банок, вид сверху

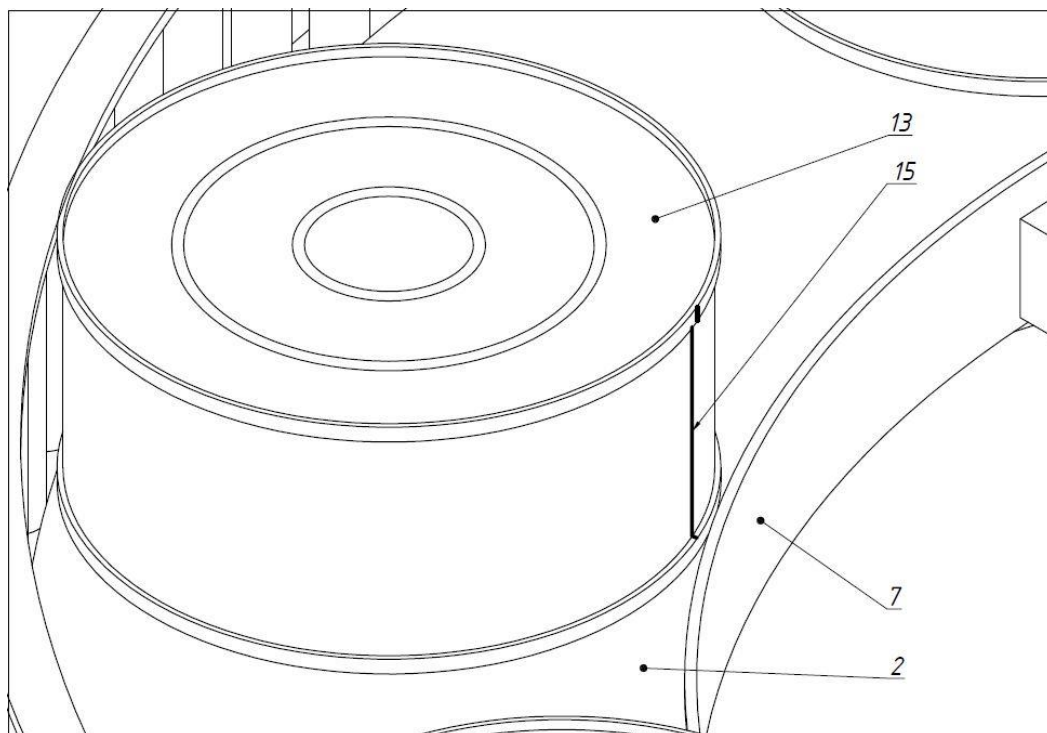


Рисунок 4 - Схема измерения профиля консервной банки лазерным лучом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бредихин, С.А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств / С.А. Бредихин, И.Н. Ким, Т.И. Ткаченко. – Москва: МОРКНИГА, 2013. – 749 с.
2. Способ контроля герметичности металлических банок с пищевыми продуктами и устройство для его осуществления: пат. 2396529 РФ, МПК G01M3/00 / Н.А. Долгий, С.П. Сердобинцев; заявитель и патентообладатель Калининградский гос. техн. ун-т. – № 2009128944; заявл. 27.07.09; опубл. 10.08.10; бюл. № 22.
3. Фатыхов, Ю.А. Разработка средств лазерной локации для мехатронного оборудования пищевых производств / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Электронный научный журнал Института холода и биотехнологий. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – №1 (март). – Шифр: Эл № ФС77-33458. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/706.pdf>
4. Агеев, О.В. Разработка видеокomпьютерного модуля для мехатронного комплекса первичной обработки рыбы / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2014. – № 34. – С. 113–126.
5. Агеев, О.В. Применение видеокomпьютерной техники для исследования морфометрических параметров рыбы (Часть 1. Разработка аппаратного обеспечения видеокomпьютерного устройства) / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов // Электронный научный журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2015. – № 1 (23). – Шифр: Эл № ФС77–55245. – Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/11452.pdf>.

DEVELOPMENT OF THE MECHATRONIC DEVICE FOR ACTIVE CONTROL OF THE HERMETHICITY OF THE CANNERY TARE WITH FISH PRODUCTS

A.E. Savelychev, student,
artsavk@yandex.ru

N.V. Samojlova, post-graduate student,
procyon@mail.ru

O.V. Ageev, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor,
oleg.ageev@klgtu.ru

Kaliningrad State Technical University

A mechatronic device is proposed for active control of the tightness of the cannery tare. The device contains an optical sensor with a laser source and a photodetector, is equipped with a screw conveyor, a control unit and a device for removing the defective banks. The principle of operation is based on triangulation laser scanning of can profiles and processing of video information in a computer for rejecting fish canned products. Thanks to the use of the device, the productivity of automatic control of fish canning products increases.

canned fish, can, container, air-tightness, mechatronics, laser, control