



ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОТРОШЕНИЯ РЫБЫ НА ОСНОВЕ МЕХАТРОНИКИ

Р.Р. Рахманов, студент,
ruslanaltros@gmail.com

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

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

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Предлагается мехатронное устройство для потрошения рыбы, включающее конвейер с лотками, приспособление для фиксации тушки рыбы, гидравлический узел с центробежной форсункой. Устройство решает задачи повышения качества удаления внутренностей у рыбы, сокращения расхода воды и электроэнергии за счёт использования более точного бесконтактного измерения высоты тушки. Обеспечивается более надёжная фиксация тушки рыбы в процессе обработки, формируется гидроструя конусообразной формы. Вычислительный блок автоматически регулирует горизонтальное положение гидравлического узла и управляет подачей воды в брюшную полость рыбы. Сокращаются количество брака, расход воды и электроэнергии. Повышается производительность и надёжность работы устройства, упрощается его конструкция.

потрошение рыбы, удаление внутренностей, гидроструя, форсунка, лазер

Разделявание рыбы на тушку потрошённую и филе предусматривает качественное выполнение технологической операции удаления внутренностей из брюшной полости. Требованиям универсальности наиболее полно удовлетворяют гидравлические рыборазделочные машины. Гидравлический способ извлечения внутренностей из обезглавленной тушки основан на принципе использования энергии струи воды [1]. Жидкость отрывает кишечник от анального отверстия и стенок брюшной полости, выводит образовавшуюся пульпу и ополаскивает полость. Указанный способ характеризуется высокой универсальностью рабочего органа (струи воды.) Гидроструя одинаково хорошо обрабатывает брюшные полости рыб различных размеров, видов и конфигураций без какой-либо перенастройки гидросистемы. Это позволяет кроме удаления внутренностей зачищать брюшную полость от кровяной почки и чёрной плёнки без вскрытия полости, что является одним из условий качественной укладки разделанной рыбы при производстве консервов [1].

Основными проблемами реализации технологической операции удаления внутренностей являются [2]: необходимость точного измерения высоты тушки для автоматической настройки положения гидравлического узла; сокращение расхода воды, который может достигать 16 м³/ч; снижение расхода электроэнергии, потребляемой приводом гидронасоса; повышение качества удаления внутренностей; при обработке рыб со слабой консистенцией - предотвращение разрыва брюшной полости в области анального отверстия и выброса внутренностей через этот разрыв вместо вымывания их через приголовный срез; повышение надёжности фиксации тушки для предотвращения её выпадения из рыборазделочной машины вследствие воздействия гидроструи; упрощение конструкции машин.

Все существующие устройства для гидравлического удаления внутренностей требуют наличия индивидуального гидронасоса или напорной магистрали высокого давления. Из-за невысокого КПД гидронасосов и потерь в гидрوليнии расход энергии, затрачиваемой на выработку единицы продукции, является значительным.

Наилучшие условия удаления внутренностей и зачистки кровяной почки создаются при воздействии струи воды на верхнюю часть брюшной полости. В этом случае гидроструя, копируя кривизну верхней части брюшной полости, зачищает кровяную почку. Обтекая внутренности со стороны анального отверстия, вода выталкивает их через приголовный срез наружу. При этом относительная деформация внутренностей и качество их удаления из брюшной полости зависят от диаметра гидроструи. Таким образом, для повышения качества удаления внутренностей требуется увеличивать рабочий диаметр гидроструи. Однако в существующих конструкциях достичь этого не удастся, поскольку увеличение диаметра струи приводит либо к снижению давления, либо к повышению расхода воды. Увеличение давления гидроструи обуславливает повышение требований к надёжной фиксации тушки рыбы при удалении внутренностей.

Основными недостатками известных устройств является низкая точность определения высоты рыбы, высокий расход воды и низкая производительность. Прижимное колесо продавливает ткань рыбы, вследствие чего высота тушки определяется с существенной погрешностью. Гидравлический насадок формирует узкую струю воды, что обуславливает необходимость регулировки его положения относительно брюшной полости. Сложная кинематика механизма регулировки, включающего кулачки, рычаги и ролики, снижает быстродействие устройства. Сложность прижимного приспособления приводит к недостаточной надёжности работы устройства. Управление подачей воды через гидравлический насадок осуществляется золотниковым регулятором от кулачкового механизма, что приводит к снижению производительности, перерасходу воды и перепадам давления в подающей магистрали. Поскольку регулятор удалён от насадка, возникает зона разгона гидроструи и её гашения, что приводит к непроизводительному расходу воды. Кроме того, устройства требуют постоянной подачи воды под давлением. Прижимное приспособление недостаточно надёжно фиксирует тушку рыбы при обработке гидроструей, что приводит к выпадению рыбы из кассет конвейера. Для работы устройств необходимы индивидуальный гидронасос или напорная магистраль высокого давления.

Предлагаемое мехатронное устройство решает задачи повышения качества удаления внутренностей у рыбы, сокращения расхода воды и электроэнергии за счёт использования более точного бесконтактного измерения высоты тушки, более надёжной её фиксации в процессе обработки, применения для очистки гидроструи конусообразной формы, автоматического регулирования горизонтального положения гидравлического узла и автоматического управления подачей воды в брюшную полость рыбы.

Для достижения необходимых технических результатов в устройстве для удаления внутренностей у рыбы, включающем конвейер с лотками, приспособление для фиксации тушки рыбы, гидравлический узел с форсункой, предлагается приспособление для фиксации тушки рыбы на лотке выполнить в виде барабана с фигурными пазами. Гидравлический узел снабжен электродвигателем, вал которого выполнен с внутренней полостью, а для формирования гидроструи используется центробежная коническая форсунка, которая закреплена во внутренней полости вала.

Кроме того, устройство для изменения расстояния от форсунки до приголовного среза рыбы снабжено шаговым двигателем, который связан с гидравлическим узлом посредством шариковой винтовой передачи, а также вычислительным блоком, который связан с шаговым двигателем и электродвигателем. Устройство оборудовано лазерным источником и линейным фотоприёмником, которые расположены оппозитно над конвейером перед гидравлическим узлом и связаны с вычислительным блоком [3].

Наличие вычислительного блока, выполненного в виде микроЭВМ, позволяет рассчитать толщину брюшной полости по измеренной высоте тушки и сформировать управляющее воздействие для шагового двигателя. Программа микроЭВМ позволяет на основании накапливаемой информации о высоте рыбы осуществлять в процессе обработки партии рыбы оперативное подрегулирование положения гидравлического узла, настраивая рабочий диаметр гидроструи. Микроконтроллер обладает миниатюрными размерами, высокой надёжностью и

долговечностью, практически безынерционен и обеспечивает высокое быстродействие и оперативную смену программы.

Наличие вычислительного блока позволяет хранить несколько программ обработки для различных видов рыб. Программы устанавливают точное соответствие положения гидравлического узла размеру брюшной полости рыбы. При обработке сигнала от лазерного датчика о прохождении рыбы вычислительный блок формирует управляющее воздействие на электродвигатель гидравлического узла. Таким образом, цикл включения электродвигателя и воздействия гидроструи на внутренности рыбы определяется скоростью движения конвейера и наличием тушки в лотке конвейера напротив гидравлического узла. Это способствует существенному снижению расхода воды и электроэнергии.

Вычислительный блок рассчитывает и устанавливает заданное положение гидравлического узла относительно приголовного среза рыбы путём формирования управляющих воздействий на шаговый двигатель. Анализируя информацию о высоте поступающих на обработку тушек и вырабатывая команды управления, микроЭВМ в совокупности с лазерным датчиком, шариковой винтовой передачей и шаговым двигателем образует цифровой следящий привод. Шариковая винтовая передача качения предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. Будучи более сложной по конструкции и в изготовлении, чем винтовая передача скольжения, и обладая теми же достоинствами, она дополнительно отличается обратимостью, значительно большим КПД (до 0,9), меньшим износом, большей точностью хода, повышенной долговечностью. Кроме того, в такой передаче может быть полностью выбран зазор и создан предварительный натяг, обеспечивающий высокую осевую жесткость. Все это обуславливает целесообразность применения шариковой винтовой передачи для настройки положения гидравлического узла.

Центробежная коническая форсунка формирует гидрострую в виде водяной конусообразной трубки, состоящей из высокоэнергетических капель жидкости. Такая струя нарушает две связи, которые имеют желудок и кишечник с телом рыбы. Первая связь находится в приголовке – это пищевод, вторая связь находится у анального отверстия. При нарушении этих двух связей внутренности качественно удаляются из брюшной полости. Верхняя часть гидроструи, двигаясь вдоль хребтовой кости, нарушает первую связь внутренностей с телом, а нижняя часть гидроструи, обтекая низ брюшка, нарушает вторую связь. При движении воды внутренности обжимаются водой, что способствует их отрыву от тела рыбы. Встречаясь на задней поверхности брюшной полости, верхняя и нижняя часть гидроструи образуют поток воды, вымывающий внутренности наружу по центру брюшной полости. При этом такое ценное сырьё, как икра и печень водой практически не повреждаются.

На рис. 1 приведена схема устройства для удаления внутренностей у рыбы. На рис. 2 показана схема гидравлического узла. На схемах приняты следующие обозначения: 1 – гидравлический узел; 2 – электродвигатель; 3 – центробежная коническая форсунка; 4 – полый вал электродвигателя; 5 – каналы форсунки; 6 – конвейер; 7 – лоток; 8 – тушка рыбы; 9 – барабан; 10 – фигурный паз на барабане; 11 – лазерный источник; 12 – линейный фотоприёмник; 13 – вычислительный блок; 14 – гайка; 15 – ходовой винт; 16 – шаговый двигатель; 17 – опорный подшипник; 18 – лазерная линия; 19 – гидроструя.

В предлагаемом техническом решении качественное удаление внутренностей у рыбы достигается за счёт применения в гидравлическом узле высокооборотного электродвигателя с полым валом и центробежной конической форсунки, а также автоматической настройки горизонтального положения гидравлического узла в зависимости от размера брюшной полости. Повышение быстродействия и точности перемещения рабочего органа обеспечиваются за счёт применения шагового двигателя и шариковой винтовой передачи. При помощи лазерного источника и линейного фотоприёмника высота тушки рыбы измеряется бесконтактным методом независимо от консистенции мяса, а также определяется положение тушки рыбы на конвейере относительно рабочего органа для подачи воды в брюшную полость. Вычислительный блок позволяет рассчитать размер брюшной полости рыбы в зависимости от

высоты тушки косвенным методом в соответствии с формулой (1), а также определить требуемую координату горизонтального положения гидравлического узла.

Центробежная коническая форсунка формирует высокоэнергетическую гидрострую в виде конусной трубки, что позволяет при изменении горизонтального положения гидравлического узла относительно приголовного среза тушки устанавливать наиболее эффективный диаметр струи для контакта с брюшной полостью рыбы. Электродвигатель гидравлического узла соединён с вычислительным блоком для автоматического управления впрыскиванием воды в брюшную полость рыбы.

Вычислительный блок управляет электродвигателем гидравлического блока, вследствие чего формирование гидроструи и подача воды в брюшную полость осуществляются только во время прохождения тушки рыбы напротив гидравлического блока, что позволяет существенно экономить воду, а также электроэнергию. Вычислительный блок также управляет шаговым двигателем, посредством которого автоматически устанавливается требуемое положение гидравлического узла относительно приголовного среза тушки и обеспечивается эффективность воздействия гидроструи на внутренности рыбы. Надёжность фиксации рыбы обеспечивается при помощи барабана с фигурными пазами, который не позволяет тушке двигаться по конвейеру под действием гидроструи. Для работы устройства не требуются индивидуальный гидронасос или напорная магистраль высокого давления, т. к. вода подается непосредственно из водопровода или ёмкости с водой.

В предлагаемом устройстве для удаления внутренностей у рыбы гидравлический узел 1 выполнен в виде электродвигателя 2 и центробежной конической форсунки 3. Электродвигатель 2 имеет полый вал 4, расположенный горизонтально. В центробежной конической форсунке 3 выполнены каналы 5, расположенные под острым углом к полному валу 4 и сообщающиеся с ним.

На конвейере 6 закреплены лотки 7, предназначенные для фиксации тушки 8. Барабан 9 закреплён на горизонтальном валу над конвейером 6 с лотками 7, и имеет фигурные пазы 10, предназначенные для фиксации тушки 8 в поперечном направлении относительно конвейера 6. Гидравлический узел 1 расположен сбоку от конвейера 6, напротив барабана 9. Перед гидравлическим узлом 1 над конвейером оппозитно друг другу установлены лазерный источник 11 и линейный фотоприёмник 12, образующие лазерный датчик и связанные с вычислительным блоком 13.

Гидравлический узел 1 закреплён на гайке 14, которая соединена с ходовым винтом 15 и образует с ним шариковую винтовую передачу. Ходовой винт 15, соединённый с шаговым двигателем 16, расположен перпендикулярно конвейеру 6 и установлен на опорном подшипнике 17. Вычислительный блок 13 соединён с электродвигателем 2 гидравлического узла 1 и шаговым двигателем 16.

Работа устройства для удаления внутренностей у рыбы осуществляется следующим образом.

Тушка 8 загружается в лоток 7 конвейера 6 брюшком вниз и перемещается конвейером 6 с постоянной скоростью в сторону гидравлического узла 1. По команде вычислительного блока 13 лазерный источник 11 проецирует на линейный фотоприёмник 12 лазерную линию 18 (отрезок АВ). Тушка 8 при прохождении между лазерным источником 11 и линейным фотоприёмником 12 перекрывает лазерную линию 18, в связи с чем на линейном фотоприёмнике 12 затеняется участок (отрезок АС), соответствующий высоте тушки рыбы. Линейный фотоприёмник 12 передает в вычислительный блок 13 информацию о длине затенённого участка, на основании которой вычислительный блок 13 запоминает положение тушки 8 на конвейере 6, а также рассчитывает размер брюшной полости тушки 8 и координату положения гидравлического узла 1 относительно приголовного среза рыбы.

После измерения высоты рыбы тушка 8 перемещается в лотке 7 конвейера 6 к барабану 9 с фигурными пазами 10, который вращается против часовой стрелки синхронно движению конвейера 6. Вращение барабана 9 синхронизировано с движением конвейера 6 таким образом, что при прохождении тушки 8 под барабаном 9 фигурный паз 10 оказывается в

крайнем нижнем положении. Благодаря этому тушка 8 попадает в фигурный паз 10 барабана 9 и фиксируется в нём. Вычислительный блок 13 при приближении тушки 8 к гидравлическому узлу 1 подаёт команду на шаговый двигатель 16, в результате чего шаговый двигатель 16 вращает ходовой винт 15 в заданном направлении. При вращении ходового винта 15 гайка 14 перемещается вместе с закреплённым на ней гидравлическим узлом 1, приближаясь или удаляясь от тушки. В результате устанавливается требуемое расстояние между гидравлическим узлом 1 и приголовным срезом тушки 8, зависящее от размера брюшной полости.

Вычислительный блок 13 подаёт команду запуска на электродвигатель 2, который вращает центробежную коническую форсунку 3. В полый вал 4 электродвигателя 2 из водопровода подаётся вода, которая попадает в каналы 5 центробежной конической форсунки 3. В результате быстрого вращения центробежной конической форсунки 3 ротором электродвигателя 2 вода в каналах 5 центробежной конической форсунки 3 приобретает ускорение и выбрасывается из них под острым углом к полуму валу 4. Таким образом, центробежная коническая форсунка 3 формирует гидрострую 19 в виде конусной трубки.

Гидроструя 19 через приголовный срез рыбы попадает в брюшную полость тушки 8. Вода перемещается вдоль хребтовой кости рыбы, отделяя внутренности и кровяную почку от верхней части брюшной полости, а также двигается по нижней части брюшной полости, отделяя кишечник от анального отверстия. Обтекая радиальную заднюю поверхность брюшной полости, гидроструя 19 выталкивает внутренности наружу через приголовный срез. Во время воздействия гидроструи 19, барабан 9 фиксирует тушку 8 в фигурном пазу 10, не позволяя ей перемещаться поперек конвейера 6.

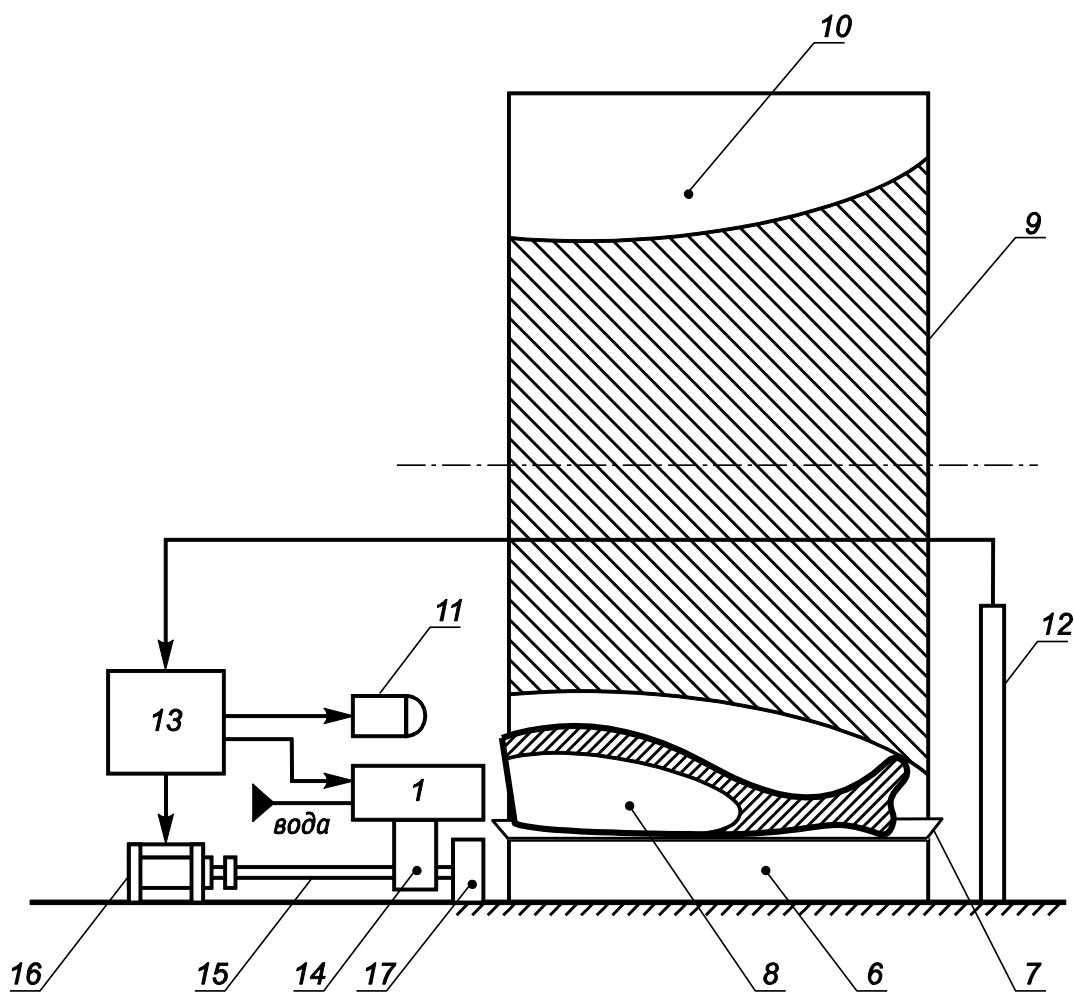


Рисунок 1 – Схема устройства для удаления внутренностей у рыбы

После прохождения тушкой 8 гидравлического узла 1 вычислительный блок 13 подает команду остановки на электродвигатель 2, и вращение центробежной конической форсунки 3 прекращается. При наличии в лотке 7 конвейера 6 следующей тушки 8 цикл обработки повторяется. Цикл настройки положения гидравлического узла 1 повторяется после измерения высоты каждой обрабатываемой тушки 8, за счёт чего осуществляется автоматическое регулирование эффективного диаметра гидроструи 19 в зависимости от размера брюшной полости рыбы.

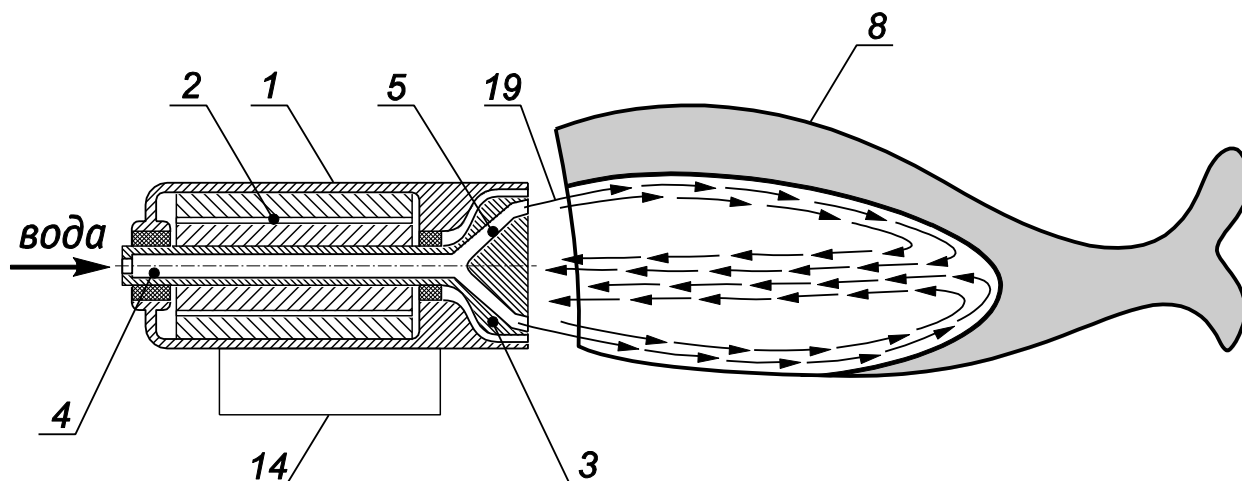


Рисунок 2 – Схема гидравлического узла

Таким образом, при использовании предлагаемого устройства, по сравнению с устройством, описанным в ближайшем аналоге, обеспечивается повышение качества удаления внутренностей у рыбы, выполняется автоматическая настройка положения гидравлического рабочего органа в зависимости от размера брюшной полости каждого экземпляра рыбы. При работе устройства сокращаются количество брака, расход воды и электроэнергии. Это позволяет обеспечить ресурсосбережение на производстве. Уменьшается количество персонала на инспекции и ручной дозачистке рыбы. Повышается производительность и надёжность работы устройства, а также существенно упрощается конструкция.

Устройство позволяет осуществить качественное удаление внутренностей у рыбы с различными размерными диапазонами брюшной полости, что позволяет исключить трудоёмкую операцию ручной предварительной сортировки рыбы на размерные фракции перед обработкой, а также трудоёмкую операцию ручной настройки рабочего органа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, О.В. Совершенствование технологического оборудования для первичной обработки рыбы: опыт, проблематика, системный подход: монография / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 261 с.

2. Агеев, О.В. Разработка модуля потрошения и зачистки для мехатронного комплекса первичной обработки рыбы / О.В. Агеев [и др.] // Инновации в технологии продуктов здорового питания: междунар. науч.-практ. конф.: материалы / ФГБОУ ВПО «КГТУ». – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – С. 100–104.

3. Фатыхов, Ю.А. Подход к измерению морфометрических параметров рыбного сырья на основе лазерной локации / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев, В.Н. Эрлихман // Адаптация ведущих технологических процессов к пищевым машинам и технологиям: междунар. науч.-техн. конф.: материалы: в 3-х ч. / ВСГУТУ. – Воронеж, Издательство ВГУНТ ВПО «ВСГУТУ», 2012. – Ч. 1. – С. 5–9.

APPROACH TO DEVELOPMENT DEVICES
FOR FISH GUTTING ON THE BASIS OF MECHATRONICS

R.R. Rakhmanov, Student,
ruslanaltros@gmail.com

N.V. Samojlova, Postgraduate student,
procyon@mail.ru,

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

Kaliningrad State Technical University

Mechatronic device for gutting fish is proposed, including a conveyor with trays, a device for fixation of the fish, the hydraulic unit with centrifugal burner. The device solves the problem of increasing the quality of removing the entrails of the fish, reducing of water flow and power consumption through the using of more precise noncontact measurement of the height of the fish trunk. More secure fixation of the fish trunk to during processing is provided, formed water-blast is formed conical shape. Computer unit automatically adjusts the horizontal position of the hydraulic unit and controls the water flow into the abdominal cavity of the fish. Defective products, water flow and power consumption are reduced. Improved Production and reliability of the device are increased, its design is simplified.

gutting fish, removing the entrails, water-blast, nozzle, laser