

обеспечения и внедрение эффективных технологий переработки промысловых рыб и продукции аквакультуры.

Перед рыбной отраслью стоит задача повышения производительности рыбоперерабатывающих производств, улучшения доступности рыбных товаров и экономии ресурсов, решать которую необходимо путем совершенствования процесса порционирования сырья, а также применения в линиях ресурсосберегающих машин. Это предполагает повышение эффективности технологического оборудования.

В диссертации предложен подход к созданию новых технических решений для нарезки рыбы на порции, обеспечивающих высокий выход продукта с сохранением ценных веществ и экономией энергетических ресурсов на основе разработки и внедрения модульных машин.

Диссертационная работа Самойловой Н.В. посвящена развитию научно-теоретических основ процесса порционирования рыбы, дальнейшему совершенствованию теории резания, а также разработке модульных конструкций порционирующих машин, обеспечивающих ресурсосбережение и качество готовой продукции.

«Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» особое внимание уделяет выпуску рыбных изделий глубокой переработки. Наиболее целесообразным с экономической точки зрения является выпуск порционированного рыбного филе. Это объясняется тем, что при производстве ломтиков филе практически полностью используются все ценные компоненты сырья, эффективно реализуются побочные продукты и формируется безотходное производство.

Исходя из вышеизложенного, тема диссертационной работы Самойловой Н.В., безусловно, является актуальной, поскольку совершенствование технологического процесса и оборудования для порционирования рыбы на базе новых теоретических и конструкторских разработок является перспективным научным направлением решения продовольственной проблемы в масштабах рыбной отрасли.

Достоверность полученных результатов, основных выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации

Содержащиеся в работе научные положения согласуются с результатами экспериментальных исследований, выполненных по апробированной методике. Полученные результаты математического моделирования соответствуют фундаментальным физическим законам и проверены на адекватность с экспериментальными данными. Достаточно проработаны литературные источники по теме исследования, проведено необходимое количество опытов, использованы современные инструментальные методы анализа, основные положения диссертации опубликованы в России и за рубежом. Выполнены производственные испытания предлагаемых технических решений в условиях ООО «ПК Пищевая инженерия» и ООО «Судорыбтехмаш». Получены акты внедрения расчетных методик и модульных конструкций мехатронных машин для порционирования рыбы. Научные положения, основные выводы и рекомендации по диссертации Самойловой Н.В. следует считать достоверными и обоснованными.

Научная новизна работы

Диссертантом установлены основные зависимости процесса порционирования материала от геометрии режущих органов, реологии рыбы и скорости резания при обработке криволинейным лезвием и ножом с прямой наклонной кромкой.

Соискателем разработаны математические описания процесса ротационного резания материала вращающимся фигурным лезвием, получен комплекс математических моделей для расчета режимных и конструктивных параметров порционирующего устройства. Разработаны математические модели для расчета конструктивных видов фигурных кромок с оптимальной геометрией относительно ножа с прямой наклонной кромкой при заданном угле наклона.

Автором предложены математические описания процесса виброрезания рыбы с наложением гармонических и полигармонических колебаний, в результате чего установлены основные зависимости виброскорости и углов виброрезания от частоты колебаний, амплитуды и скорости подачи лезвия. Сформулированы математические модели для расчета сил сопротивлений при различных режимах виброрезания.

Самойлова Н.В. усовершенствовала концептуальный подход в создании модульного мехатронного оборудования для нарезки рыбы на порции, направленный на экономное использование сырьевых и энергетических ресурсов и предусматривающий моделирование процесса резания, оптимизацию режущих органов, а также разработку перспективных конструкций машин. Научная новизна разработанных технических решений подтверждена 4 патентами на изобретение.

Практическая значимость и реализация результатов работы

С целью повышения эффективности нарезки рыбы на ломтики диссертантом предложены мехатронные устройства для порционирования (пат. РФ № 2671900, 2729351, 2758270, 2807633). В производственных условиях ООО «ПК Пищевая инженерия» (г. Пионерский Калининградской области) на основе полученных результатов проведена модернизация конструкции порционирующей машины с разработкой проектно-технической документации на макет и опытный образец. В проектно-конструкторском отделе ООО «Судорыбтехмаш» (г. Калининград) внедрены расчетные методики для оптимизации геометрии рабочих органов и режимов обработки, результаты анализа закономерностей процесса резания рыбы, а также конструкции машин, предназначенные для разработки новой порционирующей техники.

Разработана программа для ЭВМ (свид. Роспатента о гос. регистрации № 2017611141) «Автоматическое построение трехмерной модели рыбы и определение ее морфометрических параметров».

Продана лицензия (договор № РД 0321989 от 14.01.2020 г.) на право использования интеллектуальной собственности компанией ООО «ПК Пищевая инженерия» по патенту РФ на изобретение № 2671900 «Устройство для резки пищевых продуктов».

Структура и объём работы

Диссертация изложена на 282 страницах. Основной текст работы включает 252 страницы и состоит из введения, глав с 1 по 7, основных выводов и результатов, а также списка литературы. Перечень литературных источников содержит 306 наименований, из которых 74 – на иностранных языках. Приложения включают 30 страниц. В основном тексте приведены 81 рисунок, 3 таблицы, в приложении – 4 рисунка, 10 таблиц.

Во введении дана общая характеристика современного состояния рыбоперерабатывающих производств. Автором обоснованы актуальность и уровень разработанности темы диссертации, сформулированы научная новизна и практическая значимость проведенных исследований.

В первой главе «Современное состояние теории и практики порционирования рыбы» выполнен литературный обзор исследований по тематике резания рыбы и других пищевых материалов, проанализированы свойства рыбного сырья. Рассмотрены основные типы оборудования для порционирования рыбы и определены решающие недостатки, ограничивающие улучшение качества продукции и ресурсосбережение. На основании литературного обзора автором сформулированы цель и задачи диссертационной работы, составлена программно-целевая модель исследования, раскрывающая последовательность этапов выполнения работы, определены пути и методы решения научной задачи.

Во второй главе «Математическое моделирование процесса нормального резания рыбы ножами с фигурной и прямой наклонной кромкой» аналитически определены силы сопротивления формы ножа при нормальном резании мышечной ткани рыбы лезвием с криволинейной

фигурной кромкой и лезвием с прямой наклонной кромкой. Автором установлены основные зависимости процесса порционирования от геометрии фигурного ножа и ножа с прямой наклонной кромкой, реологии мышечной ткани рыбы и скорости резания.

В третьей главе «Математическое моделирование процесса ротационного резания рыбы ножом с фигурной кромкой» проведен анализ процесса ротационного порционирования рыбы рабочими органами с криволинейной кромкой. Диссертант обоснованно рекомендует использовать в качестве эффективного рабочего органа для ротационного резания - нож эксцентрикового типа. Получен комплекс математических моделей для расчета угла скольжения, угла защемления и фактического угла резания эксцентрикового ножа. Автор рассчитал наиболее выгодный рабочий участок ножа эксцентрикового типа, а именно - диапазон полярных углов от 90° до 180° , в котором снижаются усилия резания, и улучшается качество порций продукта.

В четвертой главе «Оптимизация формы фигурной кромки ножа для нормального резания рыбы» автором оптимизирована форма кромки фигурного рабочего органа для порционирования рыбы по критерию минимизации сил сопротивления формы и сил трения относительно ножа с прямой наклонной кромкой. В результате выявлены конструктивные виды фигурных кромок с оптимальной геометрией в плане при различных заданных значениях полной высоты лезвия, высоты и длины режущей кромки.

В пятой главе «Математическое моделирование процесса вибрационного резания рыбы» рассмотрена схема внедрения ножа с прямолинейной режущей кромкой в вязкоупругий материал при вибрационном резании. Диссертант предложил учесть эффект кинематической трансформации элементарного ножа при наложении продольных колебаний. В результате разработаны математические модели для определения ряда ключевых физических величин: виброскорости элементарного ножа, угла виброрезания, размерной и безразмерной сил сопротивления формы ножа,

среднего за период угла виброрезания и средней за период безразмерной силы сопротивления формы. Оригинально рассмотрено виброрезание с наличием в колебательном процессе высшей гармоники. Теоретические результаты моделирования вибрационного резания хорошо согласуются с экспериментальными результатами различных авторов. Диссертант усовершенствовал научную основу для дальнейшего развития теории виброрезания пищевых материалов.

В шестой главе «Экспериментальные исследования процесса порционирования рыбы» использована оригинальная методика опытных испытаний на базе автоматизированной установки с различными режущими органами. Автором экспериментально определены силы полезных и вредных сопротивлений при нормальном резании тунца струнным и пластинчатым рабочими органами с различными углами наклона. Опытные данные обобщены эмпирическими моделями, полученными методом наименьших квадратов. Диссертант показал, что с уменьшением угла входа и увеличением угла наклона ножей указанные силы нелинейно и монотонно снижаются. Подтверждена адекватность вышеперечисленных математических моделей реальному процессу порционирования.

В седьмой главе «Практическая реализация научных и проектных решений на основе мехатроники» автором предложен проектный подход к созданию мехатронных порционирующих машин, построенных по модульному принципу. Это способствует ресурсосбережению, повышению качества продуктов и экономному использованию рыбного сырья. Предложены и запатентованы четыре конструкции устройств для порционирования. Подтвержден экономический эффект от внедрения порционирующей техники, который получен за счет повышения производительности машин и сокращения количества обслуживающего персонала на производстве.

Выводы в полном объеме отражают основные результаты диссертационной работы.

В приложении приводятся патенты на изобретения, документ о реализации лицензии, результаты технико-экономического расчета, а также материалы, подтверждающие практическое внедрение результатов работы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Работа соответствует п. 20, 21 и 22 паспорта специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Апробация работы

Результаты диссертационной работы докладывались диссертантом на 18 международных, национальных научных, научно-технических и научно-практических конференциях в Воронеже (2016, 2017, 2018, 2021 гг.); Москве (2018 г.); Калининграде (2017, 2018 гг.); Улан-Удэ (2018 г.); Петропавловск-Камчатском (2017 г.); Астрахани (2018 г.); Санкт-Петербурге (2023 г.); Керчи (2023 г.); Оренбурге (2023 г.); Устроне-Морске (2018 г.).

Публикации

По теме диссертации соискателем опубликована 51 работа, в том числе 1 учебное пособие для вузов, 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 4 патента на изобретение, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus и Web of Science.

Соответствие автореферата основным положениям. Автореферат включает 24 страницы, полностью отражает основное содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Степень завершенности. Диссертационная работа Самойловой Н.В. представляет собой завершенное научное исследование. Диссертация обладает логическим единством, все ее элементы служат достижению цели.

Замечания к диссертации:

1. Какие конкретно (в связи с их многообразием) промысловые виды рыб служили объектами исследований?
2. Следует пояснить, каким образом результаты диссертационных исследований влияют на качество готовой рыбной продукции.
3. В 3-й главе было бы целесообразно изложить классификацию и систематизацию криволинейных режущих органов по геометрической форме кромки.
4. При изложении концептуального подхода по проектированию порционирующих машин на основе методов и средств мехатроники следовало бы пояснить, каким образом это отразится на себестоимости нового оборудования.
5. Учитывалось ли влияние на процесс резания материалов, из которых изготовлены разные виды режущих органов и твердость их режущей кромки?
6. Учитывая оригинальность конструкций предлагаемых мехатронных модульных машин для первичной обработки рыбы, следовало бы уточнить, каковы капитальные затраты на создание машин, монтаж и наладку основного и дополнительного оборудования.
7. В работе следовало бы привести рекомендации по практическому использованию разработанной программы для ЭВМ.
8. В тексте диссертации и автореферата содержатся отдельные недостаточно четкие формулировки.
9. При проведении экспериментальных исследований отсутствует обоснование выбора режущих органов: струнных и пластинчатых ножей.
10. В седьмой главе приводится описание конструкций машин со сменными рабочими органами, однако не даны пояснения, на основе каких критериев и методов анализа осуществляется подбор оптимального рабочего органа и введение его в действие.

11. К сожалению, в диссертации отсутствуют экспериментальные данные по вибрационному резанию рыбы для проверки адекватности предложенных в 5-й главе моделей.

12. В шестой главе при анализе результатов экспериментальных исследований следовало бы уточнить, какую часть от общего усилия резания рыбы составляют силы полезных и вредных сопротивлений.

В целом, приведенные замечания не снижают ценности и общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне.

Заключение

Диссертационная работа *Самойловой Натальи Владимировны* на тему: «Совершенствование процесса и оборудования для порционирования рыбы» представляет собой самостоятельно выполненное, завершенное научное исследование на актуальную тему, имеет научную новизну и практическую значимость. Внедрение результатов работы вносит вклад в развитие теории и практики порционирования рыбы. Предложенные технические решения могут использоваться в рыбной отрасли для модернизации, развития существующих рыбоперерабатывающих производств, а также при налаживании новых линий по выпуску рыбопродукции.

Диссертация обладает внутренним единством, является научной квалификационной работой и соответствует профилю специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Перечисленные аспекты диссертации позволяют сделать положительное заключение о законченности и высоком уровне выполненного исследования. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор *Самойлова Наталья Владимировна* заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры машин и аппаратов пищевых производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (протокол № 9 от «12» апреля 2024 г.).

Отзыв составил:

Профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
доктор технических наук, профессор
(специальность 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств)

«15» апреля 2024 г.

Фролова

Лариса Николаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)
Россия, 394036, г. Воронеж,
проспект Революции, д.19
<http://vsuet.ru>, тел. +7 (473) 255-42-67

