

В диссертационный совет 37.2.007.03
при ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический
университет»

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» **Пеленко Валерия Викторовича** на диссертационную работу **Самойловой Натальи Владимировны** по теме **«Совершенствование процесса и оборудования для порционирования рыбы»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы

Актуальность работы

Автором правомерно указывается, что одной из основных задач, стоящих перед рыбохозяйственной отраслью, является комплексная переработка рыбного сырья. Перспективным направлением является совершенствование процесса порционирования рыбы и применение ресурсосберегающего оборудования.

Разработка и внедрение в отрасли модульных технологических машин на основе мехатроники позволяет повысить качество порционированных рыбных продуктов, сократить потери ценного сырья, а также улучшить конкурентоспособность соответствующих производств. Инновационный подход к созданию рыбоперерабатывающего оборудования вносит существенный вклад в технологическую самостоятельность рыбной промышленности и сокращение импортозависимости.

Актуальность диссертационной работы заключается в совершенствовании научного обеспечения процесса порционирования рыбы и создании ресурсосберегающих порционирующих установок, что является важной научно-технической задачей.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Автором предложен подход к созданию модульного оборудования для порционирования рыбы, заключающийся в экономном использовании сырьевых и энергетических ресурсов. Это достигнуто путем математического моделирования процесса резания пищевого материала с учетом эффекта трансформации угла заточки ножа, аналитической оптимизацией геометрии режущего органа, обоснованием режимов

ротационного и вибрационного резания, а также посредством разработки реальных перспективных конструкций порционирующих машин.

Разработанные математические модели для расчета размерных и безразмерных сил сопротивления формы при нормальном резании мышечной ткани рыбы фигурным лезвием и ножом с прямой наклонной кромкой, позволили выявить основные зависимости усилий резания при порционировании от геометрии режущих органов, реологии мышечной ткани рыбы и скорости ножа.

Автором рассмотрен процесс ротационного резания материала вращающимся фигурным лезвием, в результате чего получен комплекс математических моделей для расчета режимных и конструктивных параметров порционирующего устройства с продуктовым окном. Установлен наиболее эффективный диапазон полярных углов эксцентрикового ножа. Наряду с этим определены оптимальные кинематические параметры ротационного резания.

Также успешно решена задача аналитической оптимизации геометрии фигурного лезвия для порционирования рыбы по критериям минимальных сил вредных сопротивлений. Установлены конструктивные виды фигурных кромок с оптимальной геометрией.

Кроме того, проведен наукоемкий теоретический анализ процесса вибрационного резания рыбы. Рассмотрено влияние наложения на рабочий орган гармонических и полигармонических колебаний. Исследованы основные зависимости виброскорости элементарного ножа и углов виброрезания от частоты колебаний, амплитуды и скорости подачи лезвия. Получены математические модели для вычисления сил сопротивлений при различных режимах виброрезания рыбы.

Полученные теоретические модели сил вредных сопротивлений прошли экспериментальную апробацию. Сформулированы эмпирические математические модели для определения усилий резания при различных углах наклона рабочих органов.

Научно установленные аналитические закономерности позволяют обоснованно проводить конструктивные расчеты режущих органов порционирующего оборудования для обеспечения ресурсосбережения на производстве.

Научную новизну разработанных технических решений подтверждают четыре патента Российской Федерации на изобретения.

Практическая значимость результатов работы

Результаты математического моделирования, а также анализ порционирующего оборудования позволили разработать новый подход к совершенствованию конструктивного оформления режущих органов,

развитию методик их расчета и созданию конкурентоспособных модульных устройств для порционирования.

Предложены конструкции мехатронных машин для порционирования рыбного филе (патенты РФ на изобретение № 2671900, 2729351, 2758270, 2807633), построенные с применением фигурных рабочих органов, приспособлений для смены режущей оснастки, средств видеоэлектроники и пневмоавтоматики.

В производственных условиях проведена модернизация конструкции порционирующей машины с разработкой проектно-технической документации на макет и опытный образец. В проектно-конструкторском отделе предприятия внедрены расчетные методики для определения оптимальной геометрии рабочих органов и режимов обработки, результаты анализа закономерностей процесса резания рыбы.

Продана лицензия на право использования интеллектуальной собственности предприятию ООО «ПК Пищевая инженерия» по патенту на изобретение.

Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе вуза при чтении лекций и проведении практических занятий. На основе результатов работы издано учебное пособие.

Оценка содержания работы, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, глав с 1 по 7, основных выводов и результатов, списка литературы, включающего 306 наименований, из которых 74 – на иностранных языках. Основной текст диссертации изложен на 252 страницах, содержит 81 рисунок и 3 таблицы. Приложения содержат 30 страниц, включают 4 рисунка и 10 таблиц.

Во введении представлено современное состояние рыбоперерабатывающих производств, оценены направления развития порционирующего оборудования, обоснована актуальность научного исследования, научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, представлены научные положения, выносимые на защиту, а также структура и объем диссертации.

В первой главе проанализированы известные литературные источники по резанию рыбы и других пищевых материалов. Описаны структурные свойства рыбного сырья, а также реологические модели, которые характеризуют механическое поведение материала. Рассмотрено современное технологическое оборудование для порционирования рыбы, сформулированы его решающие недостатки. Представлена программно-целевая модель исследования, сформулированы цель и задачи диссертации, определены пути и методы решения научной задачи.

Во второй главе проведено математическое моделирование процесса резания криволинейным рабочим органом и инструментом с прямой наклонной кромкой. Получены модели для определения размерных и безразмерных сил сопротивления формы при неполном и полном погружении фаски лезвия в материал. По результатам вычислений установлены основные зависимости сил сопротивлений от глубины погружения лезвия, скорости ножа, реологических свойств материала, а также геометрии кромки

В третьей главе рассмотрена схема порционирования рыбного продукта эксцентриковым рабочим органом. Предложены выражения для расчета фактического угла резания, угла скольжения и угла зацемяения в функции полярного угла эксцентрика. Вычисления по данным моделям позволили раскрыть зависимости вышеуказанных параметров от полярного угла при различных значениях эксцентриситета и радиуса лезвия. Также определен наиболее выгодный рабочий участок эксцентрикового ножа в диапазоне полярных углов от 90° до 180° .

В четвертой главе при аналитической оптимизации геометрии фигурного ножа найдены наилучшие углы входа и подъема, при которых минимизируются силы вредных сопротивлений, а также определены конструктивные виды оптимальных фигурных кромок.

В пятой главе выполнен теоретический анализ процесса вибрационного резания рыбы. Предложены математические модели для расчета размерных и безразмерных сил сопротивлений при наложении на рабочий орган гармонических и полигармонических колебаний. Показано, что силы сопротивлений при вибрационном резании меньше соответствующих сил при резании без наложения колебаний за счет кинематической трансформации угла заточки ножа. Установлены основные зависимости безразмерных сил сопротивлений от параметров процесса виброрезания.

В шестой главе приведено описание экспериментальной установки и методики проведения экспериментов по резанию образцов мышечной ткани тунца. Исследовано влияние угла наклона ножа на силы полезных и вредных сопротивлений при резании рыбы. Методом наименьших квадратов установлены виды эмпирических зависимостей указанных сил от наклона рабочего органа. Экспериментально доказано, что значительный вклад в снижение сил сопротивлений при наклонном резании вносит эффект трансформации геометрии ножа.

В седьмой главе сформулированы перспективные направления повышения конкурентоспособности технологического оборудования для порционирования рыбы. Приведены описания модульных конструкций машин для порционирования рыбного филе, сконструированных на базе

методов и средств мехатроники. Выполнен сравнительный экономический расчет производства филе-ломтиков форели холодного копчения, который показал, что при внедрении порционирующего оборудования заметно улучшаются показатели эффективности производства.

Приложения диссертации включают: материалы, подтверждающие практическую значимость, апробацию, внедрение и экономическую эффективность результатов работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и предложений

В работе использована методология, заключающая в себе совокупность теоретических, эмпирических и математических методов исследования процесса порционирования рыбы. Разработка комплекса математических описаний выполнялась на основе методов аналитической механики, механики деформируемого твердого тела, механики сплошной среды, а также методов реодинамики. Адекватность математических моделей и правомерность допущений подтверждена тщательной экспериментальной проверкой. Проведенные автором исследования и полученные результаты можно охарактеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение актуальной научной и практической задачи совершенствования процесса порционирования рыбы в рыбохозяйственной отрасли.

Результаты работы представлены на международных научных конференциях (Воронеж, Москва, Калининград, Улан-Удэ, Петропавловск-Камчатский, Астрахань, Санкт-Петербург, Керчь, Оренбург, Устроне-Морске), а также подтверждены производственным внедрением на базе предприятий ООО «ПК Пищевая инженерия» и ООО «Судорыбтехмаш».

Основные выводы по диссертации достоверны, полностью основываются на результатах теоретических и экспериментальных исследований автора и не вызывают сомнений.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций

Весомость выводов и рекомендаций работы базируется на совершенствовании и углублении научно-теоретических основ описания процесса порционирования рыбы, дальнейшем развитии теории резания рыбного сырья, реализации результатов аналитических исследований в технических решениях, включающих создание реальных модульных порционирующих машин на основе мехатроники.

Основное содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 51 работе, в том числе 1 статье в журнале, индексируемом в

МБД Scopus и Web of Science, 8 статьях в журналах, рекомендованных ВАК России, 4 патентах РФ, 1 свидетельстве о регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат, изложенный на 24 страницах, отражает основные положения и выводы диссертации.

Замечания по тексту диссертации

Отмечая актуальность, научную обоснованность и практическую значимость диссертационной работы, необходимо обратить внимание автора на определенные недостатки исследования, к которым следует отнести на наш взгляд следующие:

1. Диссертация, на наше взгляд, содержит завышенный объем, в то время как некоторые приведенные сведения имеют отражение в научной литературе, например, схемы базовых реологических моделей на страницах 36 и 43.

2. В диссертации автору следовало бы более четко указать, для каких сил сопротивлений разработан комплекс математических моделей, и какие силы остались за рамками исследования.

3. Во второй главе на рис. 17 (стр. 83) на графике имеются точки (небольшие интервалы) разрыва, где значения безразмерной силы не определены. Чем это объясняется? Вызвано ли это графическими огрехами или имеет под собой принципиальные основания?

4. Хотелось бы получить разъяснения, почему автор считает эксцентриковый нож более эффективным по сравнению с ножом, очерченным в форме логарифмической спирали.

5. При резании пищевых материалов иногда применяется нож с волнистой кромкой. Возможно ли на основе предлагаемого подхода получить модели для расчета сил сопротивлений при резании таким рабочим органом?

6. В Приложении Е вполне логично представлена Благодарность Министерства за вклад аспиранта Самойловой Н.В. в развитие науки и инноваций (от 12 февраля), но не указан год награждения.

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной и высокой оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертация *Самойловой Натальи Владимировны* на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой предложен новый подход к

совершенствованию процесса нарезки рыбы и разработке порционирующего оборудования, что достигается анализом и моделированием закономерностей резания материала, а также созданием модульных конструкций на основе мехатроники.

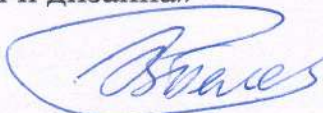
Считаю, что диссертационная работа **Самойловой Н.В.** «Совершенствование процесса и оборудования для порционирования рыбы» является завершенным и самостоятельным исследованием, включающим научно обоснованные теоретические и технические разработки в области порционирования рыбы.

Выполненная диссертация в полной мере соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ 24.09.2013 г. (ред. от 25.01.2024 г.), а ее автор **Самойлова Наталья Владимировна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Теплосиловые
установки и тепловые двигатели»,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Пеленко
Валерий Викторович



Почтовый адрес:
191186, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская, д. 18
Тел. +7-(812)-786-86-50
E-mail: pelenko1@rambler.ru

Подпись Пеленко В.В. заверяю
Начальник УК ВШТЭ Т.Р. Шишигина
«10» апреля 2024

Дата «10» апреля 2024 г.

