

## ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» **Гловой Ирины Анатольевны** на диссертационную работу **Токова Аскера Заурбековича** на тему **«Повышение энергоэффективности процесса измельчения мясного сырья для колбасного производства в измельчителе с крестообразным ножом»**, представленную по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств» на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Актуальность темы исследований.** Энергоэффективность и энергосбережение во всех отраслях хозяйственной деятельности относятся к приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий Российской Федерации, включая предприятия агропромышленного комплекса. Государственная программа развития сельского хозяйства на период до 2020 года предусматривает интенсивное развитие производства и переработки продукции животноводства. При этом рынок мяса и продуктов его переработки выступает, с одной стороны, одним из критериев продовольственной безопасности страны, а, с другой, социальным индикатором, поскольку является поставщиком белка животного происхождения, играет важную роль в обеспечении здорового питания организма человека и непосредственно влияет на качество жизни.

В системе процессов, приводящих к трансформации мясного сырья в полуфабрикаты и продукты кулинарной готовности, важнейшее место занимает процесс измельчения. Среди машин для измельчения мясного сырья наиболее универсальными по применению как для производства колбасных изделий, так и полуфабрикатов, являются измельчители с питающим шнеком (волчки, мясорубки).

Анализ эффективности работы измельчителей с питающим шнеком показывает, что важнейшим критерием эффективности их работы является энергоэффективность, которая зависит, в том числе, от конструктивных особенностей подающего и режущего механизмов. Таким образом, тема исследований, направленная на повышение энергоэффективности процесса измельчения мясного сырья без негативного влияния на показатели качества продукции колбасного производства, на основе развития конструкторского подхода, является, несомненно, актуальной.

### **Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.**

Научные положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в работе, основываются на фундаментальных физических законах и не противоречат им (теории упругости, методе конечных элементов, законе сохранения энергии и т.д.). Они хорошо согласуются с теоретическими концепциями ведущих ученых (А.И. Пелеева, Ю.А. Мачихина, А.Н. Даурского, В.В. Пеленко, Н.Е. Резника, В.И. Ивашова, К.П. Гуськова, И.А. Рогова, В.И. Карпова, А.Я. Соколова, М.Н. Клеменко, Н.Ф. Казакова, Г.А. Мартынова, Г.С. Ходакова, А.В. Горбатова и др.), принятыми в данной области исследований. Используемые соискателем методики экспериментальных исследований, методы и средства проведения измерений, контроля, а также достаточная повторность измерений не дают оснований для сомнения в их достоверности.

Достоверность полученных результатов подтверждается совпадением теоретических предположений и результатов эксперимента, публикациями по основным положениям диссертации и полученными патентами.

В работе отсутствуют взаимно противоречащие положения и выводы.

Исходя из этого, научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы следует считать обоснованными и достоверными.

### **Новизна полученных результатов, основных выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации.**

- Автором построена математическая модель, позволяющая оптимизировать технико-экономические показатели процесса измельчения мясного сырья в измельчителе. В работе приведено обоснование экстремальной характеристики процесса измельчения мясного сырья, позволяющее осуществлять выбор оптимальной угловой скорости, а, следовательно, и производительности измельчителя при минимуме энергозатрат.

- Используя метод конечных элементов, соискателем определена зависимость напряжений и перемещений крестообразного ножа от угла заточки путем моделирования напряженно-деформированного состояния в среде SolidWorks. Установлено, что деформации ножа пропорциональны углу заточки. Для угла заточки  $90^\circ$  перемещения на кромке лопастей достигает  $0,136 \cdot 10^{-3}$  мм, что в 1,45 раза больше, чем для угла заточки  $80^\circ$ , и в 3 раза больше, чем для угла заточки  $30^\circ$ .

- Выявлены основные кинетические закономерности процесса измельчения мясного сырья с обоснованием рациональных параметров процесса измельчения. Так, для измельчения жилованной подмороженной говядины, мяса свинины и мяса птицы оптимальная частота вращения равная  $5,32 \text{ с}^{-1}$ ,  $5,27 \text{ с}^{-1}$  и  $5,22 \text{ с}^{-1}$  соответственно.

Техническая новизна конструктивных особенностей деталей режущего механизма измельчителя подтверждена четырьмя патентами Российской Федерации на полезные модели (№№ 156979, 171672, 177834, 186537).

### **Практическая значимость и реализация результатов работы.**

- Разработанные конструкции крестообразных ножей и перфорированной решетки измельчителя мясного сырья позволяют уменьшить энергозатраты за счет совмещения процессов предварительного и окончательного измельчения. Качество готовой продукции при этом не снижается.

- Применение разработанной универсальной конструкции измельчителя мясного сырья и технологической линии для производства колбас полукопченых приведет к экономии энергии на 20-25%.

- Экспериментально установленная зависимость температуры в зоне резания от времени эксплуатации перфорированной решетки позволят избежать снижения качества фарша.

Исходя из этого, считаю, что работа обладает практической ценностью.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в изданиях, индексируемых в МБД Scopus, 3 статьи в прочих изданиях и 4 патента РФ на полезные модели.

Представленная диссертация выполнена в полном объеме и может считаться завершенным научным трудом. По диссертации, однако, имеется ряд вопросов и замечаний.

### **Замечания по диссертации**

1. Дискуссионный характер носит высказывание (с. 5), что мясная промышленность занимает самую большую долю в пищевой промышленности Российской Федерации. Не указано, какой критерий имеет в виду автор (валовое производство, численность работающих, долю предприятий и т.д.).

2. Автор относит к фаршированным колбасным изделиям все вареные колбасы, сосиски и сардельки (с. 5). При этом ГОСТ 20402-2014 «Колбасы вареные фаршированные» дает следующее определение этому термину: «фаршированная вареная мясная колбаса - колбаса, имеющая на разрезе особый рисунок, достигаемый путем ручной или механической формовки колбасного фарша».

3. В разделе 1.4 рассмотрены существующие математические модели процессов, происходящих при измельчении мясного сырья, однако не выполнен сам анализ этих моделей. Не указано также, какие из этих моделей были использованы далее в работе.

4. В разделе 2.3 (табл. 2.1, 2.2, 2.3) представлены показания датчиков, однако не указан их тип и размерность данных.

5. Утверждается, что представленная в разделе 2.4 квадратичная зависимость суммарных потерь мощности привода измельчителя от угловой скорости вращения винтового шнека и ножа измельчителя была получена по экспериментальным данным, однако не указано, где эти данные представлены в работе.

6. Результаты экспериментов представлены графиками зависимости мощности привода измельчителя от характеристик подающего и режущего механизмов (рис. 3.8, с. 82; рис. 3.12, с. 84), однако не приведены уравнения регрессии и характеристики разброса отклика.

7. Не все элементы библиографического описания государственных стандартов (с п. 19 по п. 34 в списке использованных источников литературы, с. 113-114) соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.100–2018.

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не снижают положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научно-методическом уровне.

### **Заключение**

Диссертационное исследование Аскера Заурбековича Токова является самостоятельно выполненной научно-квалифицированной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для пищевой промышленности, и соответствует всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа соответствует п.п. 1-3 Паспорта научной специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Автореферат полностью соответствует диссертационному исследованию, в нем изложены все необходимые элементы работы.

Анализ перечисленных аспектов диссертации позволяет сделать заключение о ее завершенном характере и высоком уровне выполненной работы, а ее автор, Токов Аскер Заурбекович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук по специальностям:  
05.18.04 – «Технология мясных, молочных и  
рыбных продуктов и холодильных производств»,  
05.18.07 - «Биотехнология пищевых продуктов и  
биологических активных веществ»,  
профессор кафедры технологии хранения  
и переработки сельскохозяйственной продукции  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
аграрный университет имени императора Петра I»

Глотова  
Ирина Анатольевна

394087, г. Воронеж,  
ул. Мичурина, 1  
Тел.: 8-951-558-03-34;  
E-mail: [glotova-irina@yandex.ru](mailto:glotova-irina@yandex.ru)

