

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072400-Технологические машины и оборудование  
**Назымбекова Айгерим Ерболовна**  
на тему «**Разработка установки для первичной переработки плодов арбуза**»

**Цель диссертационного исследования:** повышение эффективности процесса первичной переработки плодов арбуза за счет создания приспособлений и устройств, средств механизации технологических процессов очистки плодов от внешней корки, резания очищенной корки, отделения и измельчения мякоти.

**Задачи исследования:**

- проведение анализа существующих конструкций и оборудования для очистки от корки, измельчения и резания мякоти плодов арбуза;
- разработка конструкции, позволяющая эффективно отделять корку арбуза с одновременным измельчением мякоти и расчет основных параметров оборудования;
- определение физико-механических свойств элементов плода, необходимых для обоснования параметров оборудования;
- разработка физико-математических моделей процессов отделения от корки, измельчения, перемешивания мякоти арбуза;
- разработка инженерной методики расчета оборудования для отделения от корки, измельчения, перемешивания мякоти арбуза;
- изготовление и испытание опытного образца установки для процесса разрушения мякоти в стесненных условиях.

**Методы исследования:** применялись теоретические (моделирование, формализация, анализ и синтез) и эмпирические (изучение литературы, измерение, эксперимент) методы исследования закономерности процессов отделения корки и семян арбуза с одновременным измельчением мякоти и получением однородной массы сока с мякотью в стесненных условиях с целью разработки оборудования первичной переработки плодов арбуза.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- установленные закономерности процесса измельчения в стесненных условиях арбузной полости;
- методика расчета основных параметров оборудования для отделения корки и измельчения мякоти плодов арбуза;
- физико-математическая модель, описывающая процесс отделения от корки и измельчения мякоти арбуза;
- критериальные уравнения перемешивания и измельчения мякоти арбуза в стесненных условиях;
- оборудование для первичной переработки плодов арбуза с целью получения однородной мякоти, неповрежденных семян и отделения мякоти от корки.

### **Основные результаты исследования:**

— установлены закономерности процесса измельчения в стесненных условиях арбузной полости и создано оборудование для первичной переработки плодов арбуза, позволяющее получить однородную мякоть, неповрежденные семена и отделенную от корки мякоть;

— на основе теоретического анализа и экспериментальных исследований по переработке плодов арбуза, а именно процесса очистки от корки и измельчения арбузной мякоти, перемешивания пульпы в полости арбуза получены критериальные уравнения каждого процесса, происходящего в полости арбуза при переработке;

— разработаны физико-математические модели процесса измельчения мякоти арбуза в стесненных условиях, без повреждения корки и отделения от нее, позволяющие рассчитать оптимальные конструктивные параметры оборудования;

— разработана методика расчета мощности на валу перемешивающего органа с использованием критериальных уравнений.

**Обоснование новизны:** Разработана конструкция оборудования для отделения корки и измельчения мякоти плодов арбуза, защищенная патентами РК на полезную модель (патент №5621 «Устройство для очистки плодов арбуза от корки и извлечения однородной массы мякоти», патент №6211 «Способ переработки мякоти и корки арбуза», патент № 6552 «Устройство для разрезания плодов арбуза на сок»), которые рекомендованы для использования на отечественных предприятиях малой и средней мощности.

Разработана инженерная методика, позволяющая определить основные параметры оборудования для измельчения и перемешивания в стесненных условиях: мощность на валу и частоту вращения мешалки в зависимости от механических свойств и геометрических размеров плодов и их составляющих.

**Соответствие направлениям развития науки:** Диссертация на тему «Разработка оборудования для первичной переработки арбузов» (на дату ее утверждения в 2018 г.) соответствует приоритетным направлениям науки «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса и безопасность сельскохозяйственной продукции».

**Вклад докторанта:** Создано устройство для переработки плодов арбуза, защищенное патентами РК на полезную модель, патент №5621 «Устройство для очистки плодов арбуза от корки и извлечения однородной массы мякоти», патент №6211 «Способ переработки мякоти и корки арбуза», патент № 6552 «Устройство для разрезания плодов арбуза на сок».

Создан промышленный образец установки для первичной переработки плодов арбуза, который обеспечивает безопасный процесс получения сока, мякоти, семян и корки арбуза.

Разработаны методики расчета оптимальных конструктивных параметров устройства для первичной переработки плодов арбуза.

Проведены промышленные испытания опытного образца установки для первичной переработки плодов арбузов в ТОО «Южный» и рекомендован к использованию на малых предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности.

По теме диссертации опубликовано 7 статей, из них 3 статьи в материалах международных конференций, 1 статья в журнале с ненулевым импакт-фактором (входящих в базу данных Web of Science и Scopus), 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК. Содержание статей охватывает основное содержание диссертации.

**Во введении** приведен анализ современного состояния решаемой научной проблемы, текущее положение проблемы в Республике Казахстан, обоснование необходимости проведения научно-исследовательской работы, актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами. Описана цель, задачи, объект и предмет исследования, методологическая база, положения, выносимые на защиту, практическая ценность и апробация практических результатов.

**В первом разделе** дано современное состояние производства и переработки плодов арбуза. При этом проведен обзор оборудования для первичной обработки плодов, подготовки к переработке овощных и бахчевых культур, **анализ существующих методов и технологий резания, измельчения пищевых материалов**, анализ основных закономерностей резания, разрушения мякоти материалов органического происхождения и осуществлена постановка задач исследований. Приведены основные требования, предъявляемые к конструкциям машин и аппаратов пищевого и консервного производства

**Во втором разделе** приведено обоснование формы рабочего органа, расчет геометрических параметров оборудования. Описан принцип работы предлагаемой установки. Разработана методика инженерного расчета устройства по первичной переработке плодов. Приведены результаты анализа экспериментальных исследований взаимодействия мякоти арбуза и режущего органа с целью определения углов заточки, длины и силы резания.

**В третьем разделе** описана методологическая часть работы. Приведены ГОСТ и нормативные документы, на которых опирались при проведении исследований. Приведена разработанная методика расчета устройства по переработке плодов арбуза и теоретическая часть исследования. Описаны методики определения реологических характеристик мякоти арбуза, физико-механические свойства корки арбуза. Представлены методики определения физико-механических свойств отдельных составляющих плодов арбуза (корки, мякоти), процессов, протекающих при резании и измельчении плодов арбуза с использованием поверенных в установленном порядке приборов научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов АО «Алматинский технологический университет».

Представлена разработанная и изготовленная экспериментальная установка для первичной переработки плодов арбуза, где процесс переработки происходит в полости арбуза, не разрушая корку плода.

Приведено описание экспериментальной установки и методы его исследования. В этой главе показаны результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований процессов резания, перемешивания.

Экспериментальная установка позволяет разрушать плоды арбуза на сок, мякоть и семена, за счет использования импеллеров. Приведены расчетные зависимости для определения длины импеллеров и их количества.

**В четвертом разделе** приведен расчет устройства для среза верхнего полюса арбуза. Описан принцип работы платформы для подачи ножа, обоснован выбор вида ножа. Рассчитаны и подобраны механизм подачи ножа, подобран электродвигатель. В расчете для механизма отделения верхнего полюса рассмотрены два варианта исполнения, выбор обоснован наименьшими затратами.

**В пятом разделе** приведены физико-математические модели процессов, происходящих в устройстве по первичной переработке плодов арбуза. Определены физические и механические характеристики различных частей арбуза, которые учтены при разработке или подборе механического оборудования для подготовки плодов к переработке. Рассмотрен процесс отделения мякоти от корки, предложена математическая модель процесса срезания мякоти с использованием системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} dT = v_p * F d\tau \\ dA = H_F * 2dF \end{cases} \quad (1)$$

Рассмотрен процесс измельчения мякоти внутри полости арбуза, представлена математическая модель процесса разрушения мякоти в виде системы уравнений

$$\begin{cases} v_p = \frac{dR}{F * d\tau} \\ dA_1 = \frac{\sigma^2 dV}{2E} \\ dA_2 = 2H_F * dF \end{cases} \quad (2)$$

Предложена математическая модель процесса перемешивания в виде следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} A_c = \oint \vec{R} * \vec{\delta r} \\ N = \oint \frac{dA}{\tau} \\ E = \frac{\rho * \omega_0 * h}{8} * (r_1^4 - r_2^4) \\ P = \frac{\varepsilon * F * \rho (\omega * r_0)^2}{8} \\ N = K_N \rho n^3 d^5 \end{cases} \quad (3)$$

Выведены критериальные уравнения, которые позволят рассчитывать оптимальные параметры оборудования по переработке арбузов с различными характеристиками.

Для описания критериального уравнения процесса разрушения мякоти арбуза использован критерий мощности деформации смятия:

$$D_F = B \cdot R_D^x \quad (4)$$

Критерий механического подобия, характеризующий отношение активной мощности смятия (разрушения) к мощности сил сопротивления.

$$D_F = \frac{N}{\rho \cdot F^{2,5} \cdot n^3} \quad (5)$$

Критериальное уравнение относительной скорости перемешивания пульпы:

$$Sd^2 = \frac{1}{2\pi\xi} \cdot \Gamma_M \cdot \Gamma_r \quad (6)$$

**В шестом разделе** приведены результаты испытания оборудования и расчет экономического эффекта от внедрения данного устройства на предприятиях малой мощности. Показано, что использование установки сократит число рабочих с коэффициентом 1.1, условно-годовая экономия составит 111 144,9 тг за счет более высокой производительности по сравнению с ручным трудом. Уменьшится до минимума отход сырья. Годовой экономический эффект от применения устройства по первичной переработке плодов арбуза составит 1280 тыс. тенге.

**В заключении** дана оценка полноты решений поставленных задач, краткие выводы по результатам диссертационных исследований, дана оценка технико-экономической эффективности внедрения и научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области.