

ВТОРЕФ
А. 72

На правах рукописи

УДК 641.64.643

НАИ

Антипов Георгий Сергеевич

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ КОЖИ
ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1989

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова и в производственном объединении "Кубаньпищеагропром"

Научный руководитель: кандидат технических наук,
профессор Мальский А.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор И.М.Федоткин
доктор технических наук,
доцент А.К.Гладушняк

Ведущее предприятие - Краснодарский филиал
Всесоюзного научно-исследовательского
института консервной промышленности

Защита диссертации состоится "14 августа 1989 г.
в 12.30 часов на заседании специализированного совета
К 068.35.02 в Одесском технологическом институте пищевой
промышленности им.М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г.Одесса-39,
ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломо-
носова

Автореферат разослан "13 августа 1989 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук,
профессор

Л.И.Карнаушенко
Л.И.Карнаушенко

ОНАХТ 22.10.10
Интенсификация проце



v016579

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. XXVI съездом КПСС и последующими Пленумами ЦК КПСС определен твердый курс интенсивного развития экономики нашей страны, базирующийся на ускорении темпов прироста производственных мощностей, всемерной экономии материальных, энергетических и трудовых ресурсов. В техническом перевооружении отраслей первоочередное значение приобретает создание новых безотходных энергосберегающих технологий, комплексная механизация и автоматизация технологических процессов, разработка высокопроизводительного оборудования и аппаратуры.

Интенсификация технологических процессов стала общепризнанным направлением научно-технического прогресса (НТП).

Общие направления развития экономики и НТП в связи с реализацией Продовольственной программы и развитием Агропромышленного комплекса приобретают особо важное значение для пищевой промышленности.

В переработке плодов и овощей одной из трудоемких и отходо-
емких технологических операций является первичная очистка их от кожицы. Осуществление этой операции с помощью механической обработки хотя и механизмирует сам процесс, однако увеличивает процент отходов и не обеспечивает стерильности.

Наиболее прогрессивным способом является паровой способ очистки. Однако, отсутствие исследований по использованию не-
стационарных режимов препятствовало применению в промышленности нестационарного нагрева для плодов и овощей. Нет надежных инженерных методов расчета процесса, не определены оптимальные параметры и режимы его проведения, не найдено эффективное аппаратное оформление процесса. Все это послужило основанием для постановки и проведения настоящих исследований и определило их актуальность.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ. Целью настоящей работы является создание принципиально нового устройства для паровой очистки плодов и овощей от кожицы на основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований, позволяющих определить рациональные режимы нестационарной термической обработ-

v016579

С.В. 16579

Одесский технологический институт пищевой промышленности

ки и разработать инженерные методы расчета этого процесса.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- аналитически исследовался процесс разрушения кожицы при нестационарной термической обработке плодов паром, проверялись рабочие гипотезы, выяснялся механизм процесса, устанавливались параметры, определяющие его эффективность и разрабатывались методы инженерного расчета;

- аналитически исследовался механизм процесса потери массы при нестационарной паровой обработке плодов и разрабатывались методы инженерного прогнозирования;

- экспериментально исследовался процесс паровой очистки в нестационарном режиме, устанавливались рациональные параметры и режимы процесса, обеспечивающие высокое качество очистки при минимальной потере массы в отходах производства;

- получены теоретические уравнения и эмпирические формулы для инженерного расчета процесса нестационарной термической очистки плодов и овощей паром, прогноза потери массы и выбора рациональных параметров и режимов обработки;

- разрабатывали методику определения влияния термической обработки на технологические показатели изменения мякоти на примере клубней картофеля;

- разработали и изготовили промышленную установку для паровой очистки плодов и овощей в нестационарном режиме;

- прочертили рациональные режимы очистки плодов и овощей от кожицы на примере картофеля на промышленной установке, обеспечив полную отделенность кожицы при минимальных потерях.

ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

- математическая модель термического разрушения кожицы плодов и овощей, основанная на гипотезе вскипания перегретого слоя подкожной влаги при сбросе давления пара;

- математическая модель термического разрушения кожицы, построенная на гипотезе частичного вскипания перегретого паром клеточного сока, находящегося под внутриклеточным осмотическим давлением;

- математическая модель прогноза убыли массы плодов и овощей при термической обработке перегретым паром с последующим сбросом давления;

- уровень для расчета времени термической обработки плодов и овощей, необходимого для очистки, условия разрушения кожицы, критериальные уравнения для глубины прогрева, уравнения потери массы и пр.;

- методика и результаты экспериментальных исследований, обобщенные с использованием ЭВМ и методов математической статистики и представленные в виде уравнений зависимости времени и глубины прогрева от давления и температуры перегретого пара;

- методика и уравнения для инженерного расчета процесса нестационарной паровой очистки плодов и овощей и методика прогнозирования убыли массы в процессе очистки;

- параметры пара и время обработки для широкого ассортимента плодов и овощей (картофель, морковь, свекла, корень петрушки, корень пастернака, корень сельдерея, лук, яблоки, айва, персики, хрен);

- установка для удаления кожицы плодов и овощей с помощью нестационарного прогрева перегретым паром с последующим сбросом давления (защита а.с. СССР № 1204174).

НАУЧНАЯ НОВИЗНА.

Решена аналитически задача о механическом разрушении кожицы плодов и овощей при вскипании слоя конденсированной подкожной влаги, обусловленного паровым перегревом и последующим сбросом давления. Получены уравнения температурного поля при нестационарном нагревании пара, условие вскипания, условие разрушения кожицы и уравнение для определения времени термического разрушения кожицы. Использована математическая модель теплообменника с переменной поверхностью нагрева для построения математической модели процесса термического разрушения при частичном вскипании клеточного сока, наступающем в перегретом слое при сбросе давления. Получены уравнения температурного поля с учетом зависимости теплопроводности от температуры, уравнение для теплового потока через перемещающуюся граничную поверхность, уравнение для расчета переменной температуры на поверхности плода в процессе контактного парового нагрева, критериальные уравнения в безразмерных переменных подобия для расчета времени прогрева на заданную глубину и глу-



016579

бины прогрева при заданном времени обработки. Решена задача Стефана частичного парообразования на подвижной граничной поверхности в квазистатической постановке.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. Надежность и достоверность полученных результатов и уравнений обеспечивалась использованием современных измерительных средств, обработкой на ЭВМ с определением среднестатистической ошибки и критерия Фишера, привлечения в исследованиях аппарата математического моделирования и проверкой полученных режимов обработки на специально созданной промышленной установке.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ. Разработана методика инженерного расчета процесса нестационарной термической очистки плодов и овощей от кожицы. Сконструирована, изготовлена и опробована принципиально новая промышленная установка для удаления кожицы плодов нестационарным воздействием пара со сбросом давления в конце цикла. Установка защищена а.с. СССР № 1204174. На промышленной установке отработаны технологические регламенты и рекомендации промышленности для нестационарной паровой очистки широкого ассортимента плодов и овощей. Установка для очистки плодовоовощного сырья нестационарным тепловым воздействием паром прошла производственную проверку на экспериментальном заводе Краснодарского НИИ пищевой промышленности. Главными достоинствами установки для очистки плодов и овощей, установленными при испытаниях, являются низкий процент потерь сырья с кожицей, хорошее качество очистки, не требующее доочистки, высокая производительность, универсальность при обработке различных видов сырья и простота обслуживания. Глубина проваривания слоя сырья в регламентируемых технологических режимах небольшая и составляет 0,2 – 0,5 мм, что позволяет еще в большей степени сократить отходы с кожицей. Полученные при испытании технологические показатели убедительно доказывают преимущества разработанной установки по сравнению с известными в настоящее время.

Экономическая эффективность от внедрения одной такой установки составляет 25 тыс. руб. в год.

Научно-технические результаты работы нашли практическое применение при проектировании установок для паровой очистки плодовоовощного сырья в нестационарном режиме.

ПУБЛИКАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертации опубликованы в трех печатных работах. Получено авторское свидетельство

на установку для очистки овощей и фруктов.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Результаты работы и ее основные положения докладывались автором на учетном совете КНИИПИ в 1982 г., расширенном заседании Северо-Кавказского отделения пищеваряющей промышленности, НК "Комплекс", г. Краснодар, 1985 г., II зональной Северо-Кавказской научно-технической конференции, г. Краснодар, октябрь 1979 г. и расширенном заседании кафедры Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова в 1985 г.

Основные разделы диссертации опубликованы в 3 работах, получено одно авторское свидетельство.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и предложений, изложенных на 138 страницах машинописного текста, 16 рисунков, 8 таблиц, списка литературы, включающего 90 наименований и приложения, содержащего акты внедрения работы.

Во введении изложены основные положения диссертационной работы.

В первой главе проводится анализ существующих способов снятия кожицы с овощей и плодов, проводится их классификация, выявляются недостатки и преимущества способов очистки. Формулируется цель и основные задачи исследования.

Вторая глава посвящена математическим исследованиям нестационарных процессов теплообмена.

Третья глава посвящена созданию экспериментальных установок и устройств и разработке методики исследования нестационарных процессов очистки плодов и овощей.

В четвертой главе выполнены экспериментальные исследования по определению ассортимента плодов и овощей для использования процесса нестационарной обработки паром для отделения кожицы, исследования потери массы сырья, определения массы удаленной кожицы и общего количества отходов в зависимости от параметров процесса, определения глубины провара от выбранных параметров процесса, нарушения связи кожицы с плодом.

В пятой главе приведены описания конструкций установок для паровой очистки в нестационарном режиме.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ. Среди процессов подготовки обработки плодов и овощей наиболее важным является их очистка. При всем многообразии различных способов очистки овощей и фруктов от кожицы и конструкций машин и аппаратов для их осуществления, их можно классифицировать по воздействию процессу, по технологическим операциям и стадийности процесса и по принципу действия. По воздействию процессу возможно разделить на пять основных групп: механические, пневматические, химические, термические и комбинированные.

К наиболее перспективным относятся термические способы очистки и, в частности, паровой способ, однако из-за слабого использования эффекта нестационарности — относительно плавного сброса давления и неэффективного перемешивания при обработке паром и сбросе давления — полной очистки всей поверхности экземпляров очищаемого сырья практически не происходит. Поэтому приходится завышать время контакта, что приводит к уменьшению связи кожицы с мякотью и к изменению поверхности очищаемого продукта. Таким образом, отходы при паровой очистке хотя и снижены почти в два раза против грубой механической очистки, при совершенствовании метода могут быть уменьшены. Совершенствование парового метода — использования нестационарных условий — может привести к значительной интенсификации процесса удаления кожицы и сокращению потерь.

Математическое описание процесса термического разрушения кожицы и тела самого плода при более продолжительной тепловой обработке может основываться на различных рабочих гипотезах с привлечением физических явлений разной природы.

Введем в рассмотрение следующие рабочие гипотезы, на которых будем основывать соответствующие математические модели процесса:

1. Термическое разрушение кожицы наступает вследствие вскипания слоя влаги, находящегося между кожицей и телом плода или проникшего туда вследствие диффузии парового конденсата.

2. Термическое разрушение как кожицы, так и в дальнейшем тела плода является следствием вскипания клеточного сока при сбросе давления.

3. Термическое разрушение живых клеток происходит в результате частичного парообразования в них при прогреве их до

температуры, превышающей температуру насыщения, соответствующую внутриклеточному осмотическому давлению.

4. Разрушение является следствием сочетания в определенных условиях всех перечисленных механизмов, один из которых может быть выделен как главный.

Рассмотрим условия разрыва кожицы и плодов. Из производной Клаузиуса-Клаперона найдем перепад давлений под кожицей:

$$\Delta P = \frac{\partial P}{\partial T} (T - T_H) = \frac{\gamma \rho' \rho''}{T_H (\rho' - \rho'')} (T - T_H), \quad (1)$$

где ΔP — внутреннее избыточное давление, Па;
 ρ' и ρ'' — плотность жидкости и пара, кг/м³;
 γ — теплота парообразования, Дж/кг.

Из выражения механического равновесия сил и термического нарастания, сравнивая (1) с уравнением Лапласа равновесия сил оболочки, которая имеет различные радиусы R_1 и R_2 , толщину δ^2 , получим условие разрыва кожицы плода

$$\Delta P = \frac{\gamma \rho' \rho''}{T_H (\rho' - \rho'')} [T(R, T) - T_H] > \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \quad (2)$$

В результате решения модели можно определить глубину провара при термической обработке. Решая трансцендентное уравнение получим:

$$\tau = \frac{2PK \gamma_0}{\lambda \alpha_F \Delta T_E} \left\{ \frac{\chi_0 - \alpha_K \gamma_0}{Z} \cdot \frac{B}{\gamma_0^2} + \frac{3}{4} \alpha_K \gamma_0 \frac{\delta_1^2}{\gamma_0^2} + \right. \\ \left. + \frac{\alpha_K \gamma_0^2}{2(\chi_0 - \alpha_K \gamma_0)} \frac{\delta^2}{\gamma_0} - \frac{\alpha_F^3 \gamma_0}{2(\alpha_F - \alpha_K \gamma_0)} \ln \left[1 - \frac{1}{\gamma_0} \left(1 - \frac{\alpha_K \gamma_0}{\chi_0} \right) \right] \right\}. \quad (3)$$

Раскладывая (3) в ряд Тейлора и используя полученное разложение можно найти уравнение для вычисления глубины провара в зависимости от продолжительности обработки:

$$\frac{(1 - Nu)(1 + 2Nu)^3}{Nu} \frac{\delta^3}{\gamma_0} + (1.5 + Nu^2) \frac{\delta^2}{\gamma_0^2} + \frac{Nu}{1 - Nu} \frac{\delta}{\gamma_0} - \chi_0 F_0 = 0, \quad (4)$$

где $Nu = \frac{\alpha_F \tau_0}{\lambda_0}$, $\tau_0 = \frac{Ca \tau_c}{K}$ и $F_0 = \frac{a_0 \tau_c}{\delta_0^2 \tau_0}$.

Таким образом, глубина провара $\frac{Ca \tau_c}{K}$ в зависимости от времени обработки $F_0 = \frac{a_0 \tau_c}{\delta_0^2 \tau_0}$, интенсивности теплообмена $Nu_F = \frac{\alpha_F \tau_0}{\lambda_0}$ величина перегрева $\tau_0 = \frac{Ca \tau_c}{K}$, где $\Delta T_c = T_c - T_1$ определяется из решения кубического уравнения.

Движущей силой процесса испарения является разность температур поверхности и области прогрева с окружающей средой после сброса давления. Из уравнения баланса тепла и массы получаем уравнения:

$$\begin{aligned} Q_n &= \tau G_n = F_n \delta_n^2 \rho' c (T_n - T_{c\delta}) ; \\ Q &= \tau G = F_n \delta^2 \rho' c (\bar{T} - T_{c\delta}) \end{aligned} \quad (5)$$

Отсюда количество испаренной влаги при сбросе давления приближенно определяется величиной

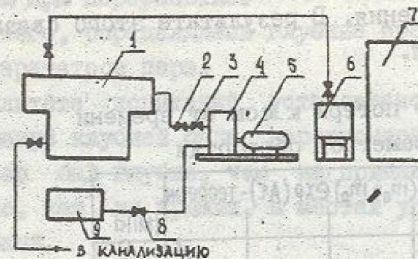
$$\theta + G_n \approx \frac{F_n \rho' c}{\tau} [\delta_n^2 (T_n - T_{c\delta}) + \delta^2 (\bar{T} - T_{c\delta})], \quad (6)$$

где F_n — величина внешней поверхности плода, m^2 ;
 δ_n — толщина пленки воды от частично сконденсированного пара на поверхности, m ;
 δ — глубина области провара, m ;
 T_n — температура поверхности, $^{\circ}C$;
 $\bar{T}$ — средняя температура области провара, $^{\circ}C$;
 $T_{c\delta}$ — температура окружающей паровой среды после сброса давления, $^{\circ}C$.

В результате математических исследований проведено сравнение стационарного и нестационарного прогрева плодов с определенной скоростью нагревания. Установлено, что при нестационарном режиме тепловой поток от поверхности возрастает и зависит от скорости изменения величин давления и температуры греющего пара. Поэтому процесс при нестационарных условиях протекает более интенсивно и в режиме нестационарности обнаруживается эффект процесса интенсификации очистки плодов и овощей.

Для исследования процесса очистки кожицы в условиях нестационарности была создана установка, состоящая из парогенератора, генерирующего водяной пар в широком диапазоне, аппарата для очистки, электрошита для контроля и управления за процессом (рис. I).

Экспериментальная установка для исследования процесса подрыва кожицы



1 — парогенератор, 2 — вентиль ввода в парогенератор воды из насоса, 3 — обратный клапан, 4 — насос высокого давления, 5 — электродвигатель, 6 — аппарат для очистки, 7 — электрошит для контроля и управления процессом, 8 — вентили ввода в насос воды, 9 — бак для хранения запасов питающей парогенератор дистиллированной воды

Рис. I

Аппарат для очистки кожицы состоит из камеры для проведения исследований, крышки, герметически закрывающей камеру по средством прижимного винта, вентиля подачи пара и устройства для мгновенного сброса давления. Установка пригодна для изучения режимов очистки овощей и плодов.

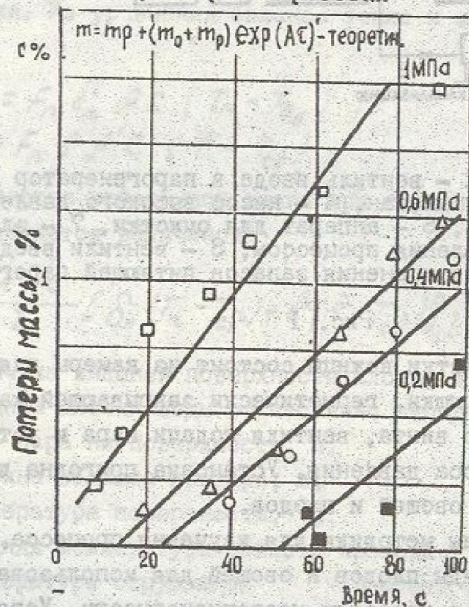
Были разработаны методики для изучения процесса. Предварительно определены виды плодов и овощей для использования процесса отделения кожицы в условиях нестационарности. Установлено, что у большинства исследуемых овощей и фруктов кожица полностью отделяется при обработке паром. Исключение только составил лук и кабачки, а также, в определенной мере, томаты. Исследовались потери массы сырья при отделении кожицы в условиях нестационарности выделения процесса на примере клубней картофеля.

При этом определялось: изменение массы картофеля при обработке паром, общее количество отходов, количество удаляемой кожицы, а также глубина провара и нарушения связи кожицы с клубнем.

При обработке паром в течение 2,3 и 5 с потери массы практически не наблюдается. В некоторых случаях получено даже увеличение массы. Это явление можно объяснить тем, что при конденсации пара на поверхности клубней в первоначальный период, часть

его проникает через поры кожицы в подкожный слой клубня. Под действием температуры пара подкожный слой быстро нагревается. Суда же проникает и влага, принесенная с паром и находящаяся при температуре кипения. В результате этого связь кожицы с клубнем ослабляется.

Изменение потери массы от времени и параметров обработки



□ — давление 1 МПа,
○ — давление 0,4 МПа,
△ — давление 0,6 МПа,
■ — давление 0,2 МПа

Рис. 2

При обработке более 5 с масса клубней уменьшается. При увеличении параметров пара это время сокращается и пропорционально уменьшается масса клубней после обработки. В этом случае процесс можно разделить на три стадии. Стадия возрастания массы за счет образования конденсата и дальнейшая диффузия влаги через кожицу, причем количество попавшей на клубни влаги больше, чем самоиспарение ее при сбросе. Зона сохранения постоянной массы после давления — зона, в которой количество проникающей во внутри влаги близко к количеству самоиспаря-

щейся влаги. И зона потери влаги. В этой зоне приток тепла и время нагрева столь значительны, слою, участвующие в самоиспарении, глубоки так, что начинается интенсивная потеря влаги продуктом при переработке.

Кроме того, определялась глубина провара от времени обработки и параметров пара.

В результате испытаний, установлено, что в основном глубина провара клубней была неравномерной. На выпуклых участках провар был глубже, чем на прямых, на вогнутых участках меньше, чем на прямых, в местах углублений глазков провар наименьший.

Установлено, что в диапазоне от 2 до 90 с результаты опытов могут быть аппроксимированы экспонентой, общая формула которой

$$\delta = A \exp B\tau + C\tau^2, \quad (7)$$

где δ — глубина провара, мм;
 τ — время обработки паром, с.

Коэффициенты уравнения (7) зависят от значения давления или температуры пара. В зависимости от параметров процесса, определенные коэффициенты A , B и C , сведены в таблицу I.

Из табл. I видно, что полученные уравнения регрессии обладают адекватностью (расчетные критерии Фишера выше табличных) и видна зависимость коэффициентов от параметров пара. На ЭВМ были определены зависимости от давления и температуры пара для коэффициентов A , B и C .

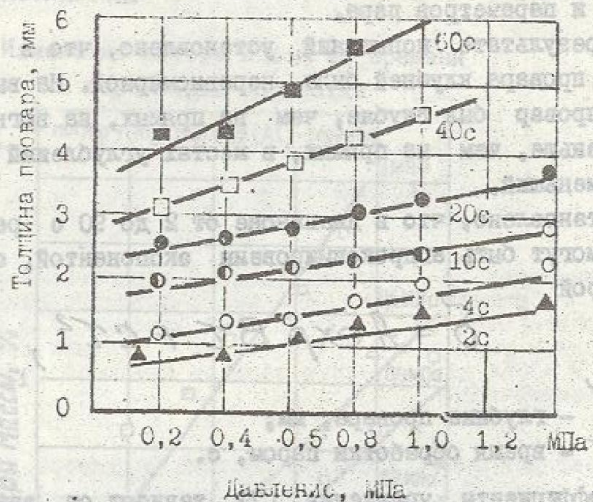
Зависимость глубины провара от давления или температуры пара при постоянном времени экспонирования, как видно из определенных коэффициентов, также экспоненциальная.

Для упрощения анализа имеющаяся зависимость значения глубины провара от времени обработки плодов и овощей можно аппроксимировать двумя прямыми для определенных значений давлений пара или температуры (8), (9). При пересечении этих прямых образуются точки, ограничивающие зону нестационарности.

$$\delta = A' \tau \quad (8)$$

$$\delta = A'' + B'' \tau \quad (9)$$

Зависимость глубины провара от давления
при разных экспозициях времени



1. ▲ - 2 с, 2. ○ - 4 с, 3. ● - 10 с,
4. ● - 20 с, 5. □ - 40 с, 6. ■ - 60 с.

В зоне нестационарности процессы провара протекают более интенсивно, причем с увеличением параметров греющего пара резко возрастает глубина провара. Кривая, ограничивающая зону непровара - экспонента, и довольно точно аппроксимируется следующим уравнением в координатах: глубина провара δ - время обработки τ

$$\delta = 1,32589 \exp(0,74617 \tau - 0,13784 \tau^2) \quad (10)$$

При определении границ зоны она ограничивается координатами $\delta = 7,6$ мм и $\tau = 6,5$ с.

Влияние давления греющего пара на зону нестационарности в нашем случае описывается уравнением, определенным на ЭВМ с высокой степенью адекватности и точности (критерий Фишера $F = 147,9$ и средняя ошибка $\epsilon = 1,0$ %)

$$\delta = 1,43427 \exp(0,05261 p - 0,00055 p^2), \quad (11)$$

где p - давление пара, МПа.

Анализ указанной зависимости дает возможность определить предельное значение давления, при котором время обработки близко к нулю. Оно составляет 6,5 МПа. Полученные данные конечно несколько гипотетические. Однако, они дают ограничения процесса обработки и выделяют зону ведения нестационарных процессов.

В результате проведенных работ по определению глубины провара установлено:

- при удалении кожицы с клубней паром существует зона нестационарности, в которой процессы протекают более интенсивно и влияние параметров проведения процесса более интенсивно, чем в стационарных;

- определена зависимость времени обработки и параметров пара на глубину провара;

- установлено, что эта зависимость может аппроксимироваться двумя прямыми: лучом из начала координат и наклонной прямой. Первая описывает процесс, происходящий при нестационарных условиях. Вторая - в стационарном режиме удаления кожицы паром. Полученная зависимость толщины провара может быть использована для оптимизации удаления кожицы на паровых очистительных машинах.

ВЫВОДЫ:

1. Разработаны математические модели разрушения кожицы плодов и овощей, основанные на гипотезе вскипания перегретого слоя подкожной влаги при сбросе давления греющего пара.
2. Построена математическая модель термического разрушения кожицы, основанная на гипотезе частичного вскипания клеточного сока под действием перегретого пара.
3. Создана математическая модель для прогнозирования убыли массы плодов и овощей при термической обработке перегретым паром с последующим сбросом давления.
4. Определены уравнения для расчета времени термической обработки плодов и овощей, критериальные уравнения для определения глубины и времени прогрева и для расчета времени термической обработки плодов и овощей перегретым паром.
5. Разработана и изготовлена экспериментальная установка и устройство, а также разработана методика для исследования удаления кожицы паром, позволяющая определять оптимальные режимы очистки

при нестационарном режиме для различных овощей и плодов.

6. Исследованиями подтверждено, что при удалении кожицы существует нестационарная зона. В ней процессы переноса тепла протекают более интенсивно и влияние параметров пара более существенно.

Использование зоны нестационарности для удаления кожицы с плодов и овощей позволяет уменьшить отходы и сократить производственный цикл, а, следовательно, увеличить производительность установки.

7. Разработана и введена в эксплуатацию опытно-промышленная установка для удаления кожицы с использованием эффекта нестационарности. Экономический эффект от внедрения подобной установки составил 25 тыс. рублей в год. Получено авторское свидетельство на изобретение № 1204174.

8. Экономия за счет сокращения расходов при удалении кожицы при использовании эффекта нестационарности составляет на 1 тонну картофеля — 5,68 рублей, моркови — 5,5 рублей, белого корня — 17,2 рублей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Антипов Г.С. Новый способ очистки плодов и овощей. — Пищевая и перерабатывающая промышленность. 1987, № 5, с. 37-38.
2. Антипов Г.С., Волчок А.Н., Шиянов А.Н. Удаление кожицы с клубной картофеля при нестационарном режиме: Депонированные рукописи. М., 1987, № 4, с. 148.
3. Антипов Г.С., Шаззо Р.Н. Способ и устройство удаления кожицы с фруктов и овощей. М., АгроНИИТЭИП, Пищевая промышленность, серия 1, 1988, № 2, с. 9.
4. Бураков В.П., Антипов Г.С., Чудаков Г.Н. Устройство для очистки овощей и фруктов от кожуры. А.С. СССР № 1204174, кл. А 237/02, 1985, Б.И. № 2, 1986.

V 016579

C. B. 16579

Одесский технологический
институт пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

БРО4278. Подл.к печати 10.03.89г. Формат 60x84 1/16.
Объем 0,7уч.изд.л. 1,0пл. Заказ № 14-87. Тираж 100экз.
Гортипография Одесского облполиграфиздата, цех №3.
Ленка 49.