

Автор ер,

Ф43

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ФЕРАПОНТОВ Александр Сергеевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОГО
ОБЖАРИВАНИЯ КОРНЕШЛОДОВ И ЛУКА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
ПОДСУШКОЙ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

Перечислен 19 80

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Одесса - 1980

С/В

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Пятилетним планом развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы определены конкретные задачи, стоящие перед пищевой промышленностью по повышению эффективности производства и качества выпускаемой продукции. Одно из ведущих мест в пищевой промышленности занимает консервная отрасль, которая должна повысить качество, биологическую ценность и вкусовые достоинства консервов. Среди выпускаемых консервной промышленностью продуктов питания особое место занимают овощные закусочные консервы, пользующиеся повышенным спросом у населения. Установлено, что качество овощных закусочных консервов в значительной степени зависит от качества обжаренных овощей. Последнее во многом определяется качеством растительного масла, в котором осуществляется процесс обжаривания.

Обжаривание овощей в производстве овощных закусочных консервов осуществляется в паромасляных обжарочных печах. Одним из основных недостатков этих печей является низкий коэффициент сменяемости масла, который для наиболее совершенной печи АПМП-1 составляет 1,5-2,0. Это объясняется тем, что масло в печи, кроме основных технологических функций, выполняет несвойственную ему функцию промежуточного теплоносителя между обжариваемым продуктом и источником тепла. Последнее обуславливает излишне большой объем масла в аппарате, приходящийся на 1 кг обжариваемого продукта.

Создание новых, рациональных способов обжаривания и обжарочных аппаратов является актуальной задачей в производстве овощных закусочных консервов. Большие возможности по совершенствованию процесса обжаривания открывает применение интенсивных методов тепловой обработки, таких как инфракрасное излучение (ИК-излучение) и псевдосжиженный слой. Их использование позволяет по-новому построить технологический процесс, сократить продолжительность теп-

Работа выполняется в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова, Одесском СКТБ продмаш и Одесском консервном заводе.

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

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор КОСТЮК Г.Ф.

кандидат технических наук, доцент ТАТАРОВ П.Г.

Ведущая организация: Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "Консервпромкомплекс"

Защита состоится "24" апреля 1980 г. на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова, 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

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

план "15" марта 1980 г.

ОНАХТ 24.05.12

Исследование процесс



v013490

А.Ф.Загибалов

12

ловой обработки продукта и повысить его качество, а также улучшить технико-эксплуатационные показатели работы обжарочных аппаратов.

Исходя из закономерностей процесса обжаривания овощей в масле, в настоящей работе исследовался процесс обжаривания овощей, осуществляемый по этапам:

первый этап - предварительное частичное обезвоживание (подсушка) овощей в псевдоожоженном слое нагретым воздухом;

второй этап - впитывание подсушенными овощами растительного масла с температурой ниже 100°C без изменения влагосодержания;

третий этап - обжаривание обработанных в масле овощей, приведенных в псевдоожоженное состояние, при комбинированном радиационно-конвективном подводе тепла.

Поэтапная обработка овощей позволяет исключить несвойственную маслу функцию промежуточного теплоносителя и основные недостатки, присущие процессу обжаривания в паромасляных печах.

Цель и задачи работы. В связи с изложенным задачи настоящей работы были сформулированы следующим образом:

1. Разработка экспериментального аппарата для радиационно-конвективного обжаривания корнеплодов (моркови, белых кореньев) и лука с предварительной подсушкой, в котором масло выполняет только технологические функции.

2. Определение оптимальных, экономически целесообразных условий процесса, обеспечивающих достижение высокого качества обжаренных овощей.

3. Исследование кинетики процесса тепловой обработки с установлением расчетных зависимостей, необходимых при конструировании промышленных обжарочных аппаратов.

4. Разработка промышленного образца нового обжарочного аппарата.

Научная новизна работы состоит в разработке и исследовании нового, рационального способа обжаривания корнеплодов и лука, при котором обеспечивается сохранение качественных показателей растительного масла и достижение высокого качества продукта. Получены расчетные зависимости процесса тепловой обработки овощей при новом способе обжаривания и оптимальные режимы работы нового обжарочного аппарата.

Реализация результатов работы и их практическая полезность. Создан новый аппарат для радиационно-конвективного обжаривания корнеплодов и лука с предварительной подсушкой, полупромышленный экспериментальный образец которого был испытан в производственных условиях на Одесском консервном заводе. В результате установлено, что новый обжарочный аппарат имеет более высокие технико-эксплуатационные показатели в сравнении с действующими паромасляными обжарочными печами. Исключение из процесса обжаривания несвойственной маслу функции промежуточного теплоносителя между обжариваемым продуктом и источником тепла позволило значительно сократить время сменяемости масла в аппарате (с 7,9 до 1,5 часов), сохранить его качественные показатели и повысить качество обжаренных овощей.

Апробация работы. По результатам выполненной диссертационной работы опубликовано три печатных статьи и получено одно авторское свидетельство на изобретение. Основное содержание работы доложено и обсуждено: на Всесоюзном семинаре "Теория и практика применения электрофизических методов в пищевых отраслях промышленности", Москва, 1975; 38-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИШ им.М.В.Ломоносова, Одесса, 1978; Всесоюзном семинаре "Школа передового опыта по организации производства и труда при производстве овощных закусовых консервов", Одесса, 1978.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и рекомендаций, списка литературы (110 наименований) и приложений.

Основная часть работы изложена на 113 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц и 12 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы, направленной на совершенствование процесса обжаривания овощей в производстве овощных закусочных консервов, сформулирована цель работы и приведена ее краткая аннотация.

Первая глава содержит анализ теории, технологии и техники обжаривания овощей в растительном масле с предварительной тепловой обработкой. Рассмотрены известные способы обжаривания овощей. Показано, что наиболее широкое распространение в консервной промышленности получил способ обжаривания в глубоком слое непрерывно подогреваемого масла и установлены его недостатки. Дан анализ причин, ограничивающих промышленное применение других известных способов обжаривания овощей (орошением струями горячего масла, в тонком слое циркулирующего потока горячего масла, под вакуумом, ИК-лучами). Показано влияние предварительной подсушки сырья перед обжариванием, которое исследовалось А.Н. Мальским, П.Г. Татаровым, М.А. Гришиным, Т.Л. Роматовской и др. Анализ различных способов обжаривания показал, что применение предварительной подсушки овощей в псевдоожженном слое перед обжариванием является наиболее рациональным технологическим приемом.

Рассмотрены результаты исследований кинетики сушки и обжаривания овощей в масле, а также вопросы тепло- и массообмена в процессе их тепловой обработки. Установленные при этом расчетные зависимости носят эмпирический характер, так как получены при различных условиях опытов и содержат коэффициенты, определяемые опыт-

ным путем.

Установлена целесообразность применения комбинированного радиационно-конвективного нагрева овощей, исключающего ряд недостатков "чистого" ИК-излучения и интенсифицирующего процесс тепловой обработки.

Показано, что температура масла резкого влияния на впитываемость его овощами не имеет и может поддерживаться близкой к 100°C.

Проведен анализ аппаратного оформления процессов сушки и обжаривания. Рассмотрены преимущества и недостатки сушильных аппаратов с псевдоожженным слоем, а также дан критический анализ существующих обжарочных аппаратов, показаны их недостатки.

Материалы первой главы обосновывают необходимость проведения экспериментов при изучении процесса обжаривания овощей при комбинированном радиационно-конвективном подводе тепла.

Во второй главе изложены методика и техника экспериментального исследования процесса радиационно-конвективного обжаривания овощей с предварительной подсушкой. Исследования проводились в два этапа: в лабораторных и производственных условиях. На первом этапе определялась целесообразность осуществления предложенного способа обжаривания с установлением предварительных режимов процесса. Исследования проводили на моркови и белых кореньях, резаных на кубики 10x10x10 мм и лапшу с размером граней 6x6 мм и длиной 30-40 мм; луке, резаном на кружки толщиной 3-5 мм; баклажанах, резаных на дольки (кружки толщиной 15-20 мм резали по диаметру на четыре части). Подсушку исследуемых овощей осуществляли в лабораторном устройстве в псевдоожженном слое при изменении температуры подаваемого в слой воздуха за счет секционного включения нагревателей электрокалорифера и времени обработки. При этом скорости фильтрации воздуха $v_{\text{ф}}$ (в м/с) находились в диапазоне существования псевдоожженного слоя при порозности $\epsilon = 0,55-0,75$, установленном расчетным интервалом скоростей

воздуха

$$4,22 \leq v_{\text{ф}} \leq 6,65 \quad (1)$$

Частично обезвоженные овощи обрабатывали в масле при температуре 80-100°C, после чего в лабораторном устройстве они подвергались радиационно-конвективному обжариванию в псевдооживленном слое. При этом изменяли продолжительность обработки и температуру подаваемого в слой воздуха. Температура поверхности генератора ИК-излучения не изменялась и соответствовала длине волны излучения $\lambda = 4,0-4,3$ мкм. На этапе обжаривания скорости фильтрации воздуха $v_{\text{ф}}$ находились в диапазоне существования псевдооживленного слоя при $\epsilon = 0,55-0,75$, установленном расчетным интервалом скоростей воздуха

$$3,40 \leq v_{\text{ф}} \leq 4,25 \quad (2)$$

Данные химического анализа обжаренных по этапам овощей показали отсутствие значительного тепло- и массообмена между продуктом и маслом, что исключает интенсивное выделение в масло влаги из овощей и, с учетом относительно низкой температуры масла, протекания в нем окислительных процессов.

Предложенный способ обжаривания рекомендован для обработки измельченных на кубики моркови и белых корней и резаного на кружки лука, так как форма измельчения баклажанов (кабачков) не принята в промышленности и вызывает повышенные потери сырья при измельчении и обработке в псевдооживленном слое. При этом нижние пределы скоростей фильтрации воздуха в выражениях (1) и (2) снижаются и интервалы скоростей имеет вид:

$$\text{для подсушки} \quad 4,18 \leq v_{\text{ф}} \leq 6,65 \quad (3)$$

$$\text{для обжарки} \quad 2,40 \leq v_{\text{ф}} \leq 4,25 \quad (4)$$

Это дает возможность улучшить экономические показатели работы обжарочного аппарата.

На втором этапе процесс обжаривания корнеплодов и лука иссле-

довался на экспериментальном полупромышленном аппарате (рис.1) производительностью 160 кг/ч по сырью.

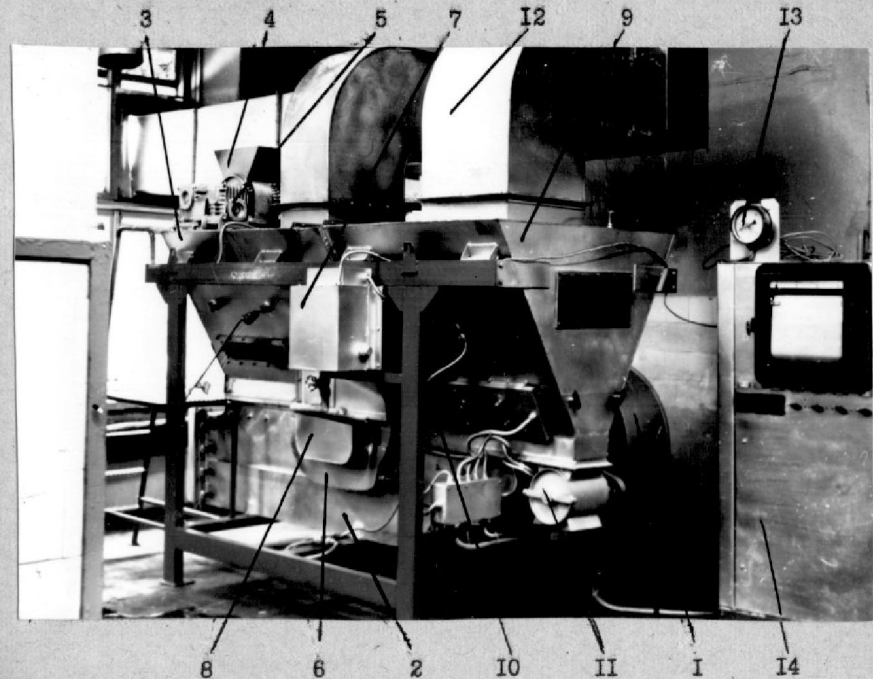


Рис.1

Конструкция аппарата включает вентиляторно-калориферный агрегат I, состоящий из центробежного вентилятора Ц9-57 № 5 и блока двух паровых калориферов КФБО № 6; воздуховод 2 для подачи горячего воздуха; секцию предварительного частичного обезвоживания (подсушки) 3, на которой смонтированы затвор-питатель 4 и привод аппарата 5; секцию впитывания растительного масла 6 с промежуточным баком 7 для нагрева масла и камерой 8 с поплавковым регулятором уровня масла; секцию обжаривания 9 с блоками генераторов ИК-излучения 10 общей мощностью 16 кВт и затвором-разгрузителем 11; воз-

духовод I2 для отвода обработанного воздуха. Секции 3 и 9 представляют собой V-образные камеры, снабженные газораспределительными решетками из пробивной металлической сетки. Секция 6 представляет собой полуцилиндр, в котором вращается от общего привода вал с тремя перфорированными лопастями, обеспечивая заданную продолжительность обработки продукта в масле. В качестве генераторов ИК-излучения в секции 9 установлены U-образные трубчатые металлические электронагреватели (ТЭНы) мощностью I кВт каждый, защищенные плетеной металлической сеткой (размер ячеек 5x5 мм) от непосредственного контакта продукта с поверхностью ИК-излучателей. Генераторы ИК-излучения включались группами. Для контроля за процессом обжаривания аппарат снабжен необходимыми контрольно-измерительными приборами I3. Пусковая электроаппаратура смонтирована в шкафу I4.

Температура воздуха и поверхности генератора ИК-излучения измеряли хромель-копелевыми термопарами, которые через переключатель были подключены к потенциометру постоянного тока ПП-63. Температуру в центре кусочков овощей измеряли тонкой хромель-копелевой термопарой, спай которой вводили в центр кусочка и закрепляли тонкой проволокой. Контрольный кусочек помещался в псевдооживленный слой, где находился в одинаковых условиях с другими кусочками на всех этапах обработки. Контроль температуры осуществлялся по шкале потенциометра ЭПВ-2-I4, град.ХК, шк. 0-400°C. Определение местных скоростей воздуха в воздуховоде перед газораспределительной решеткой производили по динамическому давлению, измеренному при помощи пневмометрической трубки и микроманометра ММН-240. Содержание сухих веществ в продукте определяли высушиванием навески в сушильном шкафу по ГОСТ 8756.2-70, а содержание жира - экстракционным методом в аппарате Сокслета по ГОСТ 8756.2I-70.

Исследования проводили по теории планирования эксперимента, с помощью которой выбрали число и условия проведения опытов, необходимых и достаточных для решения задачи по определению оптимальных условий процесса обжаривания. В эксперименте варьировались три фактора: X_1 - температура воздуха, поступающего в аппарат; X_2 - температура воздуха в секции обжаривания, изменявшаяся за счет нагревания генераторами ИК-излучения; X_3 - продолжительность этапа обжаривания. В качестве критерия оптимальности Y было выбрано количество удаляемой из продукта влаги. Количество впитанного жира и органолептические показатели, также характеризующие качество обжаренных овощей, были приняты как ограничения, так как первый зависит от количества предварительно удаленной влаги, а второй не имеет количественной оценки.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась методом регрессивного анализа.

В третьей главе приведены результаты исследования и обработки экспериментальных данных. Статистическая обработка полученных результатов показала, что исследуемый процесс удовлетворительно описывается интерполяционным уравнением регрессии типа

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \quad (5)$$

Значения коэффициентов регрессии b_0 , b_1 , b_2 и b_3 в кодированном выражении факторов для исследуемых видов овощей приведены в таблице I.

Таблица I

О в о щ и	Значения коэффициентов регрессии			
	b_0	b_1	b_2	b_3
Морковь	47,450	4,112	0,940	2,465
Белый корень	38,000	2,842	0,925	1,615
Л у к	57,260	3,592	1,185	1,815

Анализ полученных результатов по обжариванию овощей показал,

что химические и органолептические показатели готового продукта, наиболее соответствующие нормируемым технологической инструкцией, были достигнуты в опыте при температуре воздуха, поступающего в аппарат, 120°C; продолжительности подсушки 3 мин; температуре масла 93°C; времени впитывания масла 3 мин; температуре воздуха в секции обжаривания 150°C; времени обжаривания 6 мин. Полученные результаты также показывают, что дальнейшее увеличение критерия оптимальности ведет к ухудшению качества продукта, связанного с его усушкой, и сокращению выхода готовой продукции. Следовательно, полученные параметры процесса являются оптимальными в исследуемой области варьирования факторов. Эти параметры идентичны для исследуемой группы овощей, что объясняется различием в скоростях удаления влаги (рис.2), зависящих от строения ткани овощей, состояния влаги и связи ее с материалом.

Для исследования кинетики процесса обжаривания овощей были проведены дополнительные опыты при обработке продукта в оптимальных условиях. На рис.3 показаны кривые изменения влагосодержания овощей, из которых видно, что основная часть влаги из продукта удаляется на первом и третьем этапах и лишь незначительная ее часть, составляющая около 5%, удаляется на этапе впитывания масла. Быстрое повышение температуры в центре продукта происходит на первом этапе обработки (рис. 4 а,б,в) и незначительное в течение первой минуты второго этапа. В последующие две минуты второго этапа (период постоянного влагосодержания) температура в центре продукта возрастает на 1-2°C, что объясняется перераспределением ее по сечению образца. Динамика впитывания растительного масла подсушенными овощами при оптимальных условиях процесса приведена на рис.5.

Аппроксимация полученных табличных функций выполнена на электронно-цифровой вычислительной машине ЕС-1022. В качестве

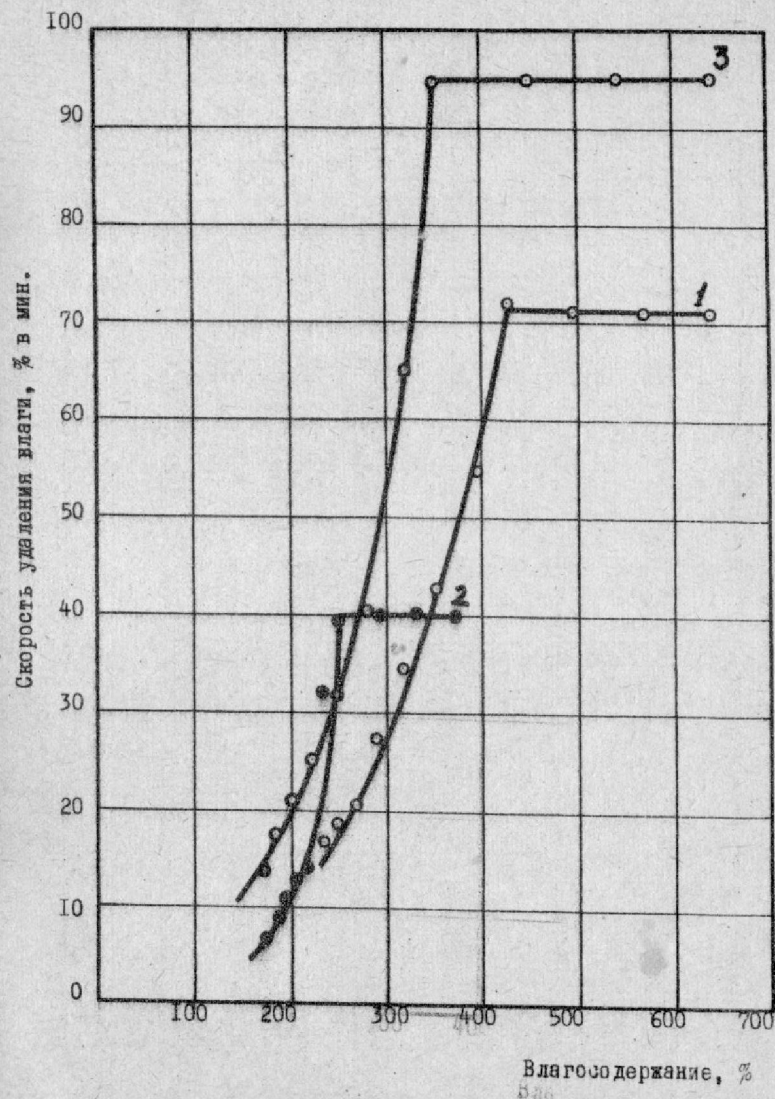


Рис.2. КРИВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ ПРИ ОБЖАРИВАНИИ: 1-моркови, 2-белых кореньев, 3-лук

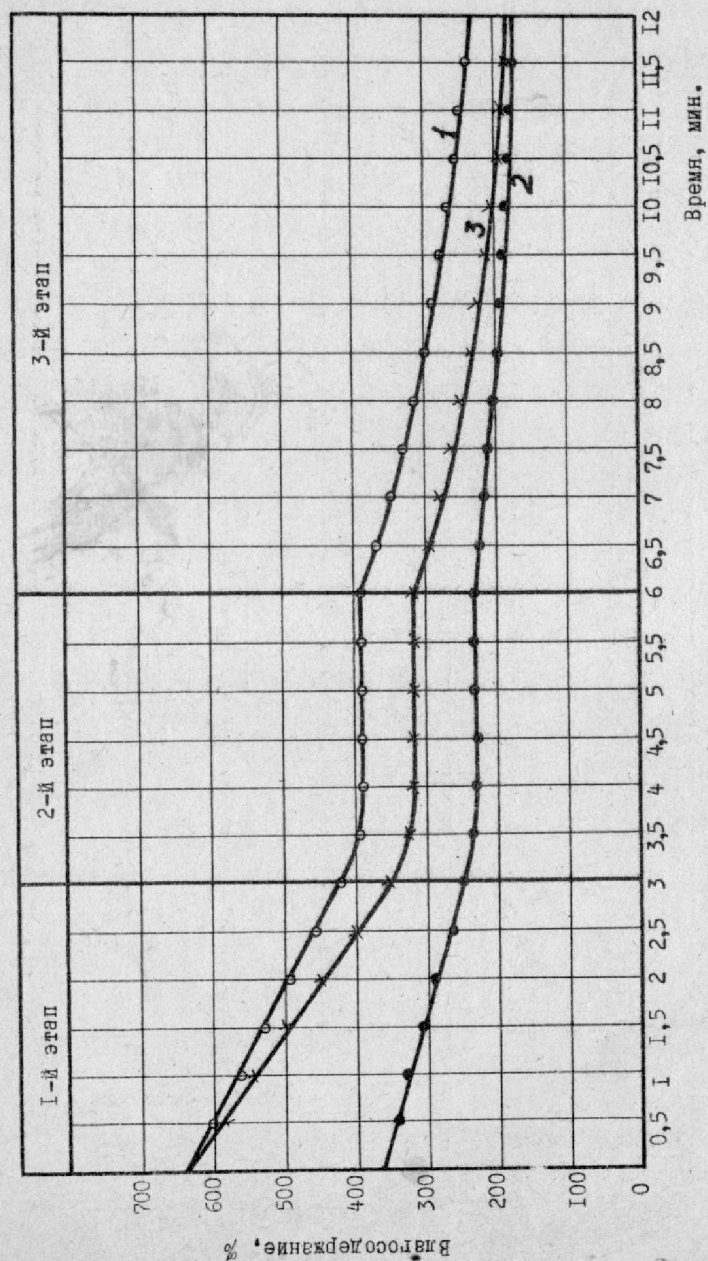


Рис.3. КРИВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ОВОЩЕЙ ПРИ ОБЖАРИВАНИИ:
1-моркови, 2-белых кореньев, 3-лука

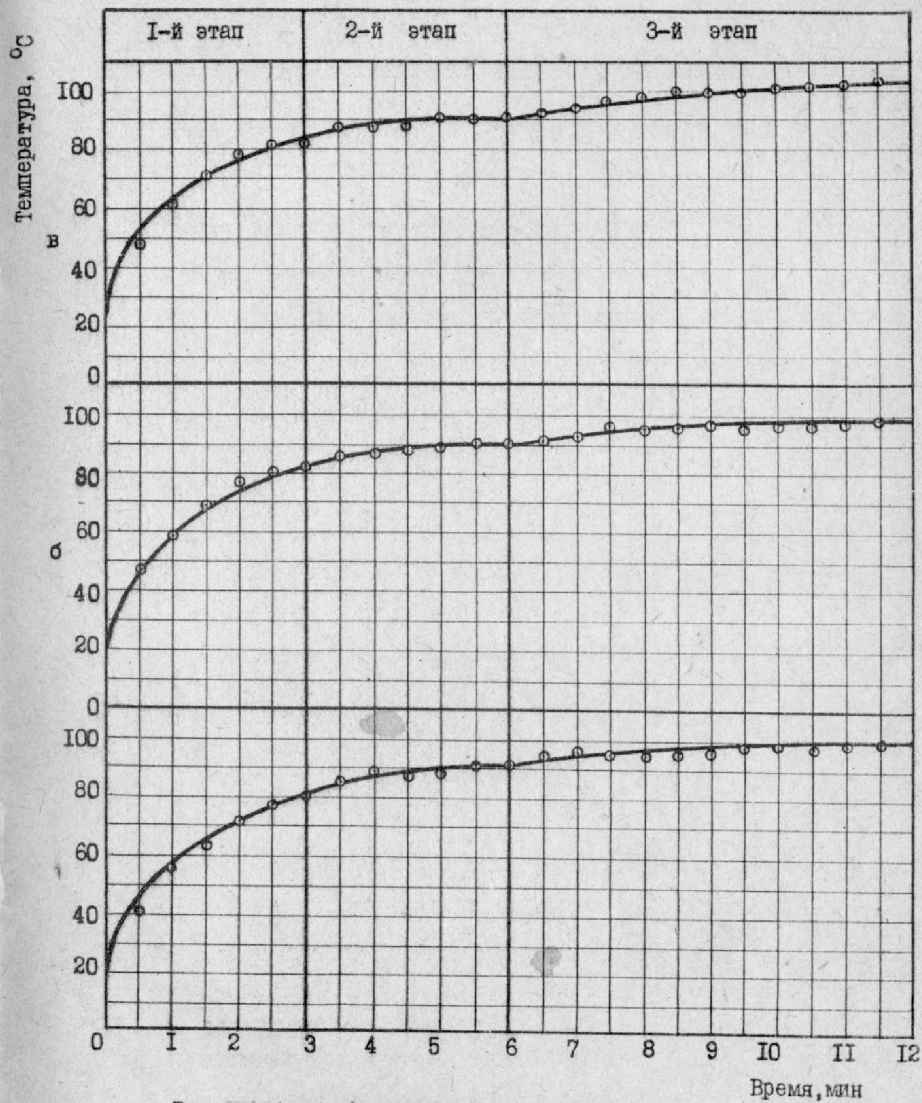


Рис.4 (а,б,в). КРИВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦЕНТРЕ ОБРАЗЦА ПРИ ОБЖАРИВАНИИ:
а- моркови, б - белых кореньев, в- лука

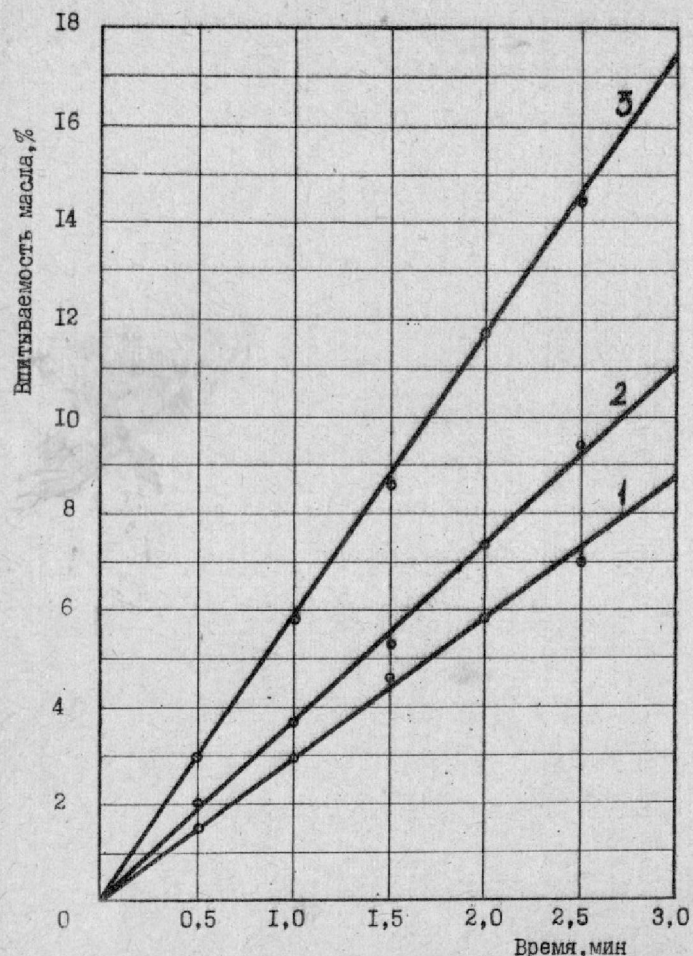


Рис. 5. ВПИТЫВАЕМОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ПОДСУШЕННЫМИ ОВОЩАМИ : 1-морковь, 2-белыми корнями, 3-луком

критерия сходимости экспериментальных и теоретических значений функций был выбран метод наименьших квадратов, состоящий в минимизации функции F , являющейся среднеквадратичным отклонением значений, полученных в результате эксперимента и вычисленных по теоретической кривой в контрольных точках

$$F = \sum_{i=1}^n \left[f_i - \frac{P(x_i)}{Q(x_i)} \right]^2 \quad (6)$$

где n - количество контрольных точек;
 f_i - экспериментальные значения функции;
 $\frac{P(x_i)}{Q(x_i)}$ - теоретическое значение функции.

В результате математической обработки экспериментальных данных, выполненной с помощью ЭВМ, получены расчетные эмпирические зависимости, характеризующие процесс обжаривания исследуемых овощей по этапам тепловой обработки.

На первом этапе влагосодержание W , как функция от времени τ , аппроксимируется выражением

$$W = W_0 - N\tau, \quad (7)$$

где W_0 - начальное влагосодержание, %;
 N - скорость сушки, % в мин.

Скорости сушки N , полученные в результате аппроксимации функции на ЭВМ и в результате графического дифференцирования кривых удаления влаги, совпадают и равны: для моркови 71% в мин, для белых корней 40% в мин и для лука 94% в мин. Отклонение расчетных величин от экспериментальных данных не превышает 1,5%, что характеризует их хорошую сходимость.

Изменение во времени впитываемости растительного масла подсушенными овощами на II этапе обработки имеет линейную зависимость и определяется выражением

$$\tau_{II} = \frac{\pi m}{K}, \quad (8)$$

где π_m - впитываемость масла, % к массе овощей;

K - скорость впитывания масла, % в мин.

На основании анализа экспериментальных данных по динамике впитывания масла исследуемыми овощами установлены значения величин скоростей K впитывания масла, которые составили: для моркови 2,9% в мин, для белых кореньев 3,7% в мин и для лука 5,8% в мин.

На первой минуте этапа впитывания масла, за счет незначительного тепло- и массообмена между маслом и продуктом, происходит изменение влагосодержания последнего, которое может быть учтено выражением

$$W_2 = m W_1, \quad (9)$$

где W_1 - влагосодержание овощей, поступивших на обработку в масло, %;

m - коэффициент, равный для моркови 0,925, для белых кореньев 0,930 и для лука 0,905.

В результате аппроксимации на ЭВМ экспериментальных данных по изменению влагосодержания промасленного продукта по времени на третьем этапе тепловой обработки получена эмпирическая зависимость

$$W = \frac{W_3 + a_1 \tau}{1 + a_2 \tau^2}, \quad (10)$$

где a_1 и a_2 - постоянные коэффициенты, равные:

для моркови $a_1 = -24,8$; $a_2 = -0,03$;

для белых кореньев $a_1 = -9,96$; $a_2 = -0,01$;

для лука $a_1 = -22,7$; $a_2 = -0,037$.

Преобразованием формулы (10) получено выражение для продолжительности процесса τ_{III} (в мин) на третьем этапе обработки

$$\tau_{III} = \frac{a_1 + \sqrt{a_1^2 + 4a_2 W_3 (W_2 - W_3)}}{2a_2 W_3}, \quad (11)$$

где W_3 - влагосодержание обжаренного продукта, %.

Отклонение расчетных величин от экспериментальных данных не

превышает 5,1%, что подтверждает хорошую сходимость результатов.

Таким образом, общая продолжительность процесса радиационно-конвективного обжаривания корнеплодов и лука с предварительной подсушкой τ (в мин) может быть определена как сумма продолжительностей обработки на трех этапах

$$\tau = \tau_I + \tau_{II} + \tau_{III} = \frac{W_0 - W_1}{N} + \frac{\pi_m}{K} + \frac{a_1 + \sqrt{a_1^2 + 4a_2 W_3 (W_2 - W_3)}}{2a_2 W_3} \quad (12)$$

В результате аппроксимации на ЭВМ экспериментальных данных по изменению температуры продукта по времени на трех этапах обработки получена эмпирическая расчетная зависимость

$$t = \frac{t_{i-1} + b_i \tau}{1 + c_i \tau}, \quad (13)$$

где i - номер этапа обработки;

t_{i-1} - температура продукта в начале i -го этапа обработки;

b_i и c_i - постоянные коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение коэффициентов	Значение величин		
	морковь	белый корень	л у к
b_1	82,90	100,30	113,90
b_2	37,70	18,50	12,70
b_3	1,22	1,20	1,95
c_1	0,72	0,92	1,06
c_2	0,38	0,19	0,12
c_3	0	0	0

Отклонение расчетных величин температур продукта от экспериментальных по всем этапам обработки не превышает 2,67%, что указывает на хорошую сходимость результатов.

Полученные расчетные эмпирические зависимости позволяют при

проектировании обжарочных аппаратов и их эксплуатации определять необходимые параметры обрабатываемых овощей (влагосодержание и температуру) в любой момент времени обработки, а также продолжительности процессов на каждом этапе обработки при оптимальных условиях процесса обжаривания. При этом применение расчетных эмпирических зависимостей основано на гидродинамическом подобии процессов, выражаемым равенством критерия подобия Рейнольдса.

Эффективность работы обжарочного аппарата, степень его совершенства характеризуют технико-эксплуатационные показатели его работы: время сменяемости масла, удельный часовой расход масла, потери сырья и масла, потребление энергии, термический КПД, экономическая эффективность и др. Установлено, что среднее время сменяемости масла в исследуемом аппарате составляет 1 час, удельный часовой расход масла 0,087 кг/кг сырья, потери сырья не превышают 0,5 %, а масла - 2%, термический КПД аппарата при частичной рециркуляции воздуха (53%) составляет 0,72.

На основании проведенной работы разработан промышленный аппарат полунепрерывного действия производительностью 0,28 кг/с (1000 кг/ч), предназначенный для обжаривания корнеплодов и лука в производстве овощных закусочных консервов, схема которого приведена на рис.6. Предложена методика его расчета. Сопоставление удельных технико-эксплуатационных показателей разработанного аппарата АРК-1000 и печи АПМ-1 (таблица 3) показывает преимущество новой конструкции.

Годовой экономический эффект от внедрения радиационно-конвективного обжаривания корнеплодов и лука в производстве овощных закусочных консервов на Одесском консервном заводе составляет 19713,8 руб.

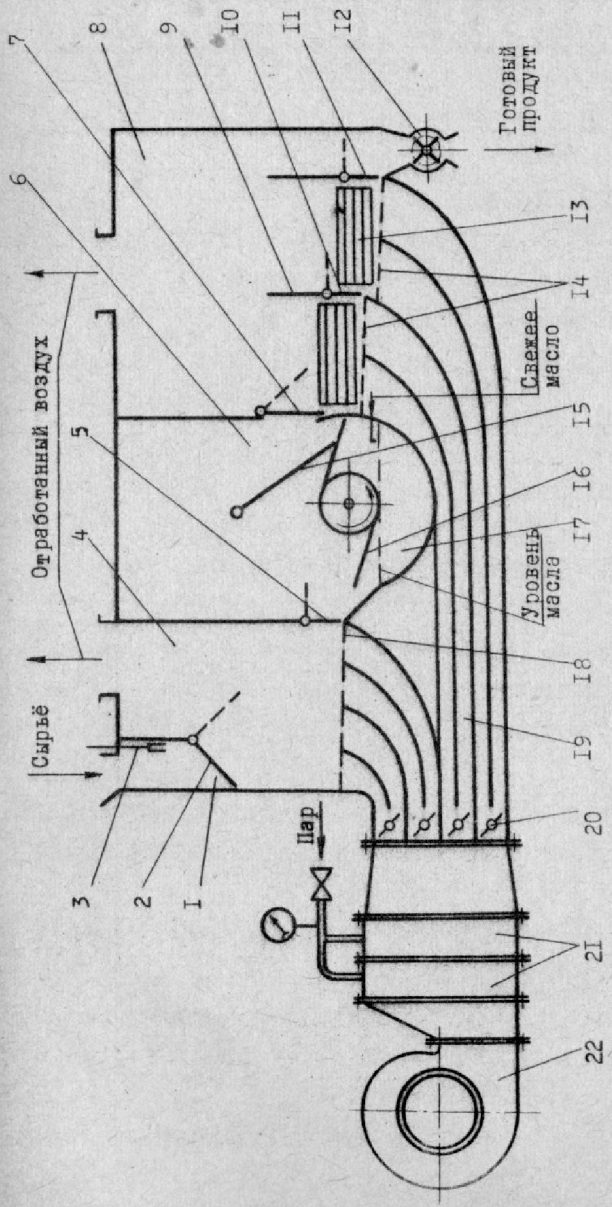


Рис.6. СХЕМА ОБЖАРОЧНОГО АППАРАТА ПОЛУНЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ: 1-проемный сунгер; 2-дно сунгера; 3-сигнализатор уровня; 4-секция предварительного частичного обезвоживания; 5, 10, 11-подвижная заслонка; 6-секция впитывания масла; 7-фаршук; 8-секция обжаривания; 9-перегородка; 12-дозатор; 13-ИД-излучатель; 14, 18-газораспределительная решётка; 15-обращиватель; 16-рогатор; 17-ванна для масла; 19-воздуховод; 20-заслонка; 21- блок калориферов; 22-вентилятор.

Таблица 3

Технико-эксплуатационные показатели обжарочных аппаратов для производительности 0,28 кг/с (1000 кг/ч)

Наименование показателей	Обжарочные аппараты	
	АРК-1000	АПМП-1
Количество масла в ванне аппарата, кг	90	475
Время сменяемости масла (при обжаривании моркови), ч	1,5	7,9
Потребление пара, кг/с (кг/ч)	0,14(500)	0,167(600)
Давление пара, МПа	0,8	1,0
Потребление электроэнергии, кВт.ч	96,4	2,65
Потери сырья, %	0,5	2,0
Потери масла, %	2,0	6,0
Занимаемая производственная площадь, м ²	8,0	22,95
Масса, кг	2300	5250

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Экспериментальными исследованиями процесса радиационно-конвективного обжаривания корнеплодов и лука с предварительной подсушкой подтверждены теоретические выводы о целесообразности осуществления процесса обжаривания по этапам. При этом масло выполняет только технологические функции, а его рабочая температура снижена до 93°C.

2. Установлены оптимальные условия процесса обжаривания, обеспечивающие наиболее высокие качественные показатели обжаренных овощей.

3. Экспериментально установлена динамика удаления влаги из овощей в процессе обжаривания их по этапам. Большая часть влаги испаряется на этапах предварительной подсушки и радиационно-конвективной обработки и лишь незначительная ее часть (до 5%) переходит в масло на этапе впитывания.

4. Установлено время сменяемости масла в аппарате при обжа-

ривании корнеплодов и лука, которое находится в пределах 0,7-1,4 часа, что в сочетании с относительно низкой его температурой и незначительным тепло- и массообменом с продуктом исключает возможность протекания в масле окислительных процессов и обеспечивает сохранение его качественных показателей в течение всего процесса обжаривания.

5. Экспериментально установлены величины потерь сырья и масла при исследованном способе обжаривания, которые составили для сырья 0,5% и для масла 2% против соответственно 2% и 6%, нормируемых технологической инструкцией.

6. В качестве рационального режима работы обжарочного аппарата рекомендован режим полунепрерывного действия, исключающий отрицательное влияние эффекта продольного перемешивания частиц в псевдоожиженном слое и обеспечивающий равномерную тепловую обработку всей массы продукта.

7. Получены расчетные эмпирические зависимости процесса, необходимые для инженерного расчета и конструирования обжарочных аппаратов.

8. На способ обжаривания и конструкцию обжарочного аппарата получено авторское свидетельство № 640467 на изобретение "Способ термической обработки пищевых продуктов и устройство для его осуществления".

Основное содержание работы опубликовано в следующих статьях:

1. Фералонтов А.С. Радиационное обжаривание овощей в псевдоожиженном (кипящем) слое.- Консервная и овощесушильная промышленность, 1977, № 9, с.11-12.

2. Фералонтов А.С. Аппарат для радиационного обжаривания овощей в псевдоожиженном слое.- Консервная и овощесушильная промышленность, 1978, № 2, с.30-32.

3. Фералонтов А.С. Исследование радиационного обжаривания овощей в аппарате псевдоожиженного (кипящего) слоя.- Консервная и овощесушильная промышленность, 1978, № 7, с.23-26.

А.С. Фералонтов