

УДК 664.834.2

З. В. ЛОВКИС, Н. И. ПАШКЕВИЧ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЖАРКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВ

Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт пищевых продуктов

(Поступила в редакцию 08.03.2005)

Введение. Картофель занимает важное место в рационе питания населения все большего количества стран. За вторую половину XX века его производство в мире увеличилось на 65% (до 284 млн т).

Решающими факторами увеличения роли картофеля в питании человека являются: его высокая питательная ценность, обуславливаемая, прежде всего, его калорийностью (830 ккал на 1 кг клубней), значительным содержанием белка (2,0%), а также наличием в картофеле широкого спектра витаминов группы В, витамина С; в клубнях содержится также большое количество аминокислот, необходимых для жизнедеятельности человека; относительная неприхотливость картофеля к почвенно-климатическим условиям, выгодно отличающая его от многих других сельскохозяйственных культур; удобство хранения, транспортирования и использования продуктов промышленной переработки картофеля, открывшие фактически новые перспективы совершенствования и развития всей отрасли.

Переработка картофеля получила широкое распространение в мире. Опыт зарубежных стран показывает, что переработка картофеля в различные картофелепродукты и полуфабрикаты экономически целесообразна, так как повышает культуру потребления. В таких странах, как США, Англия, Франция, Германия, Голландия и др. объемы переработки картофеля на продовольственные цели достигают 50—75% и более, чего нельзя сказать о Республике Беларусь и странах СНГ. На производство картофелепродуктов в Беларуси используется около 2% валового сбора картофеля, а в России только 1% [1].

В настоящее время в Республике Беларусь и России производят следующие виды продуктов питания из картофеля [2]: *сухие* (сушеный картофель, картофельное пюре в виде хлопьев, гранул, крупки, полуфабрикат картофелепродукта «Оригинальный», снеки, пеллеты, полуфабрикат хвороста и др.); *замороженные* (полуфабрикат быстрозамороженного гарнирного картофеля, картофельные биточки, котлеты, вареники с картофелем и творогом, клецки, молодой или мелкий картофель и др.); *обжаренные* (хрустящий картофель в виде соломки, лепестков или пластинок, картофельные чипсы, картофельные обжаренные палочки, обжаренный картофелепродукт «Оригинальный» и снеки и др.).

Самыми популярными среди потребителей являются обжаренные картофелепродукты. Это вкусные, питательные, хрустящие продукты из картофеля, готовые для непосредственного употребления в пищу — в качестве сухого завтрака, закуски к молоку, соку, пиву и т. п.

Специалистами института разработаны различные технологии и комплексы оборудования по производству обжаренных картофелепродуктов, в том числе хрустящего картофеля [3]. Технологический процесс производства хрустящего картофеля включает следующие основные последовательно осуществляемые операции: мойку, очистку, резку, отмывку крахмала, обжарку, охлаждение, дражировку, фасовку и упаковку.

Комплекс производства хрустящего картофеля представлен на рис. 1.

Одним из наиболее важных компонентов при производстве обжаренных картофелепродуктов, придающих продукту определенный вкус, цвет и запах, является растительное масло. При обжарке используются следующие виды масел: подсолнечное рафинированное или рафинированное и дезодорированное; хлопковое рафинированное; кукурузное рафинированное; соевое рафинированное (отбеленное, дезодорированное); рапсовое рафинированное и дезодорированное; оливковое рафинированное. Процесс обжарки продуктов происходит при высокой температуре: от 165 °С до 190 °С.

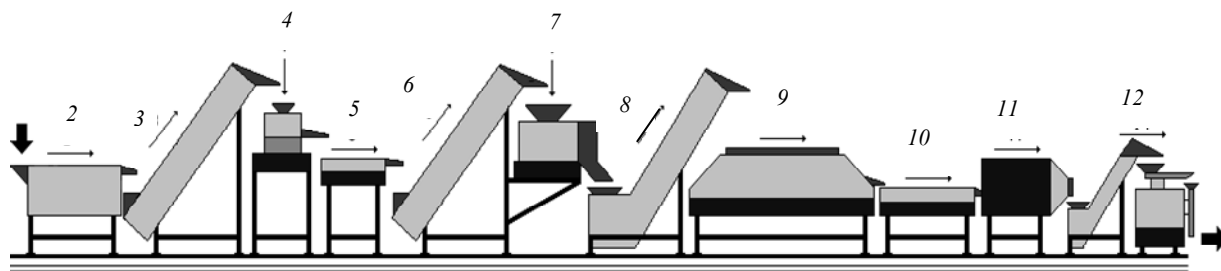


Рис. 1. Комплекс производства хрустящего картофеля: 1 — бункер (на схеме не показан), 2 — машина моечная с камнеотборником, 3 — конвейер, 4 — машина картофелеочистительная, 5 — стол для инспекции, 6 — конвейер, 7 — картофелерезка, 8 — машина для отмывки крахмала, 9 — обжарочная печь, 10 — устройство охладительное, 11 — дражировочная машина, 12 — упаковочная машина

Обжаривание картофеля и овощей связано с передачей тепла от основного теплоносителя (пара, газа, электрического тока) к продукту при помощи масла. Независимо от конструкции обжарочного аппарата одновременно происходит нагревание масла, соприкасающегося с поверхностью нагрева, и охлаждение его при соприкосновении с поверхностью продукта [4].

Таким образом, наблюдается сложный теплообмен от основного теплоносителя нагревательной камеры к маслу, а затем от масла к поверхности продукта и через слой корочки к центру продукта. При обжарке вначале испаряется влага смачивания, находящаяся в поверхностных слоях картофеля, загружаемого в горячее масло. При этом создается разность концентраций сока между внутренними и наружными слоями картофеля или других овощей, и капиллярная влага по межклеточным ходам диффундирует из внутренних слоев в наружные, а затем испаряется. Температура, при которой производят обжарку, должна быть выбрана таким образом, чтобы испарение влаги с поверхности несколько опережало диффузию ее из внутренних слоев. В этом случае наружная ткань к концу обжарки подсыхает, образуя корочку золотистого цвета и специфически приятного вкуса. Образованию корочки способствуют начальные стадии карамелизации углеводов, содержащихся в картофеле и овощах. При слишком низкой температуре обжарки процессы испарения и диффузии влаги уравниваются, обжаренный продукт получается рыхлым, корочка отсутствует, а вкусовые качества такого продукта теряются.

При слишком высокой температуре обжарки влага, смачивающая поверхностные слои картофеля или овощей, быстро испаряется, капиллярная влага не успевает поступить на ее место, и поверхность продукта начинается обугливаться, в то время как внутренние слои остаются еще сырыми.

Для обжарки продуктов используют паромасляные электрические печи разных конструкций. Начиная работу, ванну печи заполняют водой, затем загружают масло так, чтобы оно покрывало греющую камеру и находящиеся над камерой сетки с продуктом. Свежее масло до загрузки сырья нужно прокалить при температуре 170–180 °С для удаления содержащейся в нем влаги. Если этого не сделать, то пузырьки выделяющегося при обжарке водяного пара образуют пену. Пена обладает стойкостью, так как продукт содержит белки, пектин и другие пенообразователи, а при прокаливании без продукта пена легко разрушается и выделяется пар. Продолжительность прокаливании зависит от содержания влаги в масле и большей частью не превышает 1 ч. После прокаливании в печь загружают картофель или овощи и начинают обжарку. Масло в процессе обжарки изменяется под влиянием следующих факторов: высокой температуры, водяного пара, выделяющегося при обжарке из сырья, воздуха, соприкасающегося с маслом на большой поверхности, водяной «подушки», граничащей с маслом и приводящей к образованию эмульсии масла в воде, частиц оставшегося в масле и обуглившегося продукта. Под влиянием этих факторов масло постепенно темнеет, становится густым, вязким, приобретает прогорклый вкус. Одновременно масло претерпевает глубокие химические изменения: оно распадается на глицерин и жирные кислоты. Глицерин, в свою очередь, подвергается распаду, образуя альдегид, называемый акролеином, который придает маслу прогорклый вкус. Свободные жирные кислоты, выделяющиеся при разложении масла, преимущественно ненасыщенные, в свою очередь, распадаются по месту двойных связей. Среди продуктов распада масла появляются альдегиды, кетоны и другие вещества. О качестве масла в печах судят по органолептическим показателям и химическому составу, в частности по его кислотному числу.

Кислотное число свежего подсолнечного масла не должно превышать 0,4 мг КОН. При нормальной работе печи оно не поднимается выше 3,0. Если же кислотное число резко возрастает (доходит до 6,0), масло в печи сменяют полностью, что значительно увеличивает его потери.

Для того чтобы кислотное число масла было невысоким, нужно обеспечить быструю сменяемость его в печи, кроме этого, предусмотреть фильтрацию масла в непрерывном процессе обжарки продуктов от крошек, отдельных кусочков обжариваемого сырья.

Для исключения этих отрицательных аспектов специалистами БелНИИ пищевых продуктов разработана выносная фильтрующе-нагревательная станция для растительных масел, используемая при обжаривании продуктов.

На рис. 2 представлена печь обжарочная конвейерная с выносной фильтрующе-нагревательной станцией.

Принцип искусственной конвекции, принятый за основу конструкции станции, обеспечивает более высокую эффективность использования источника энергии за счет развитой поверхности теплообмена; позволяет уменьшить влияние факторов, ускоряющих рост кислотного числа масла, за счет уменьшения степени температурного окисления, уменьшения влияния местных перегревов. Непосредственный нагрев растительного масла исключает использование дорогостоящих промежуточных теплоносителей. Заложенные технические решения и принцип нагрева масла обеспечивают универсальность выносной фильтрующе-нагревательной станции и возможность ее применения не только для обжарки различных видов картофелепродуктов.

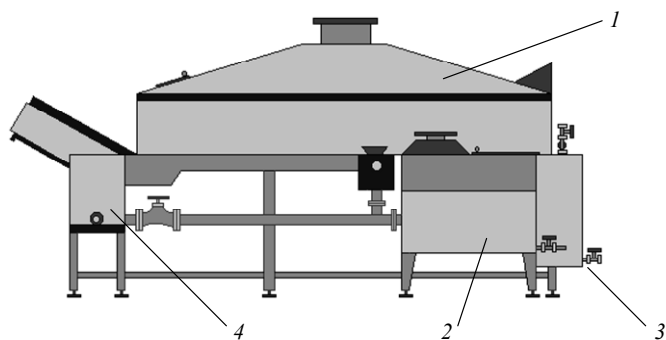


Рис. 2. Печь обжарочная конвейерная с выносной фильтрующе-нагревательной станцией: 1 — обжарочная печь, 2 — фильтрующе-нагревательная станция, 3 — насос для перекачки высокотемпературных жидкостей, 4 — резервуар для масла

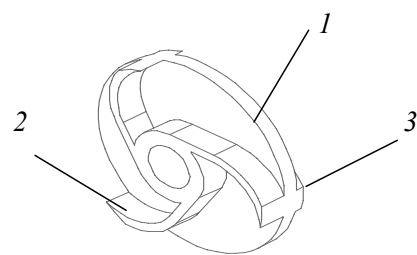


Рис. 3. Крыльчатка с двухсторонним исполнением лопастей: 1 — диск, 2 — рабочая лопасть, 3 — тыльная лопасть

Исследованиями установлено, что принудительное движение масла в нагревательной камере позволяет улучшить качественные показатели готового продукта и масла. Однако создание первичного напора возможно с применением насоса или нагнетателя [5].

Для нагнетания масла нами предлагается использовать насос усовершенствованной конструкции, позволяющий работать с жидкостями высокой температуры, не прерывая работу технологического процесса производства обжаренных картофелепродуктов. Это достигается за счет конструкции крыльчатки (рабочего колеса насоса) (рис. 3), отличительная особенность которой заключается в двухстороннем исполнении лопастей — рабочей и тыльной. Использование лопастей на тыльной стороне позволяет поступившее в виде утечек масло направить во всасывающую полость за счет динамического противодействия от центробежных сил.

Действительный напор горячего масла, выходящего из насоса, определяется по формуле, м:

$$H = \frac{u_2}{g} \left(u_2 - \frac{V_{m2}}{\text{tg } \beta} \right) \eta_{г\epsilon}, \quad (1)$$

где u_2 — окружная скорость рабочего колеса на выходе,

$$u_2 = \frac{\pi D_2 n}{60},$$

D_2 — диаметр рабочего колеса насоса; n — частота вращения; V_{m2} — скорость движения масла по поверхности рабочего колеса, м/с;

$$V_{m2} = \frac{Q}{2\pi D_2 b} k, \quad (2)$$

Q — объемная подача масла, м³/с; b — ширина лопасти (5 мм); k — коэффициент стеснения (1,03);

$$Q = \frac{Q_m}{\eta_0} + \Delta Q_{ут} \quad (3)$$

η_0 — объемный КПД насоса (0,90—0,98); $\Delta Q_{ут}$ — утечки жидкости (0); $\eta_{г}$ — гидравлический КПД насоса (0,80—0,95); ε — коэффициент конечного числа лопаток в насосе (0,6—0,8).

Закключение. В результате проведенных исследований было установлено, что применение фильтрующе-нагревательной станции в линии по производству обжаренных картофелепродуктов позволяет снизить степень термического окисления, кислотное и перекисное числа масла на 5—10% за счет непрерывной фильтрации и удаления обуглившихся частиц продукта и мелочи.

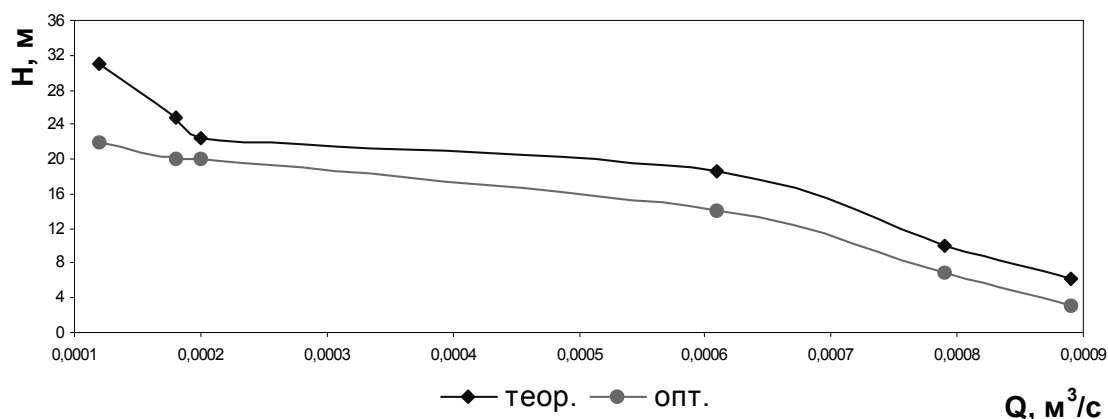


Рис. 4. Сравнительная характеристика теоретического и опытного напора насоса в зависимости от подачи масла

Кроме того, применение в комплекте станции насоса для перекачки высокотемпературной жидкости с рабочим колесом предложенной конструкции позволяет сократить расход масла, энергозатраты, обеспечить необходимый напор высокотемпературной жидкости (рис. 4), снизить давление масла на уплотнения, исключить утечки и предотвратить разрушение уплотнений при соблюдении технологического процесса.

Литература

1. Старовойтов В. И. // Пищевая промышленность. 1999. № 9. С. 30—32.
2. Маханов Н. М., Мазур А. М., Ковганко Р. Л. и др. Производство картофелепродуктов: Справ. М., 1987.
3. Мазур А. М. Машины и оборудование для переработки картофеля. М., 1999.
4. Производство продуктов питания из картофеля (Экономика, технология, оборудование) / Под ред. Р. В. Самойлова. М., 1984.
5. Ловкис З. В., Бердышев В. Е., Костюченко Э. В., Дейнега В. В. Гидравлика и гидравлические машины. М., 1995.

LOVKIS Z. V., PASHKEVICH N. I.

INTENSIFICATION OF THE FRYING PROCESS AT POTATO PRODUCTS PRODUCTION

Summary

Perspective ways of potato treatment to foodstuff and range of potato products have been written. Technology and equipment complex of crispy potato production as a most popular among consumers have been considered as an example.

Brief characteristic of potato products frying process has been done. Possible ways of its intensification has been considered. Working wheel of improved construction allowed to work with high temperature liquids has been presented.