

УДК 664.8.047

СНЕЖКИН Ю.Ф., ШАПАРЬ Р.А., ВОСПИТАННИКОВ Г.К.,
ЛОВЕЙКО В.А., ЛОВЕЙКО И.А.*Институт технической теплофизики НАН Украины*

ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОННОЙ ТУННЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

Наведено результати експериментальних досліджень процесу зневоднення яблучних вичавок, розроблено обладнання та технологія їхньої переробки.

Представлены результаты экспериментальных исследований процесса обезвоживания яблочных выжимок, разработаны оборудование и технология их переработки.

We present some results of experimental investigations of process of dehydrations of apples marc are described; the equipment and technology of their processing are developed.

d – влагосодержание теплоносителя;
 h – высота продуваемого слоя;
 t – температура теплоносителя;

V – скорость теплоносителя;
 W – влажность материала;
 τ – время.

Введение

Предприятия по производству концентрированных соков и продукции виноделия характеризуется невысоким коэффициентом использования фруктов и овощей и ежегодным приростом так называемых „отходов” производства. Отходами этих предприятий являются выжимки, которые на сегодня никак не используются, несмотря на высокое содержание в них таких биологически-активных веществ как углеводы, в том числе пектины, глюкоза и фруктоза. В большом количестве они содержат незаменимые органические кислоты, каротиновые вещества, витамины, микроэлементы и другие жизненно важные компоненты [1]. Отказ от дальнейшей переработки отходов влечет за собой не только убытки, но и загрязнение окружающей среды.

Альтернативным решением существующей проблемы является переработка фруктово-овощных выжимок на порошки по технологии, разработанной Институтом технической теплофизики НАН Украины. Такая технология промышленно освоена на предприятии „Хотин-фрукт” (г. Хо-

тин, Черновицкой обл.), специализирующимся на производстве фруктовых соков.

При разработке технологии и оборудования к процессу сушки, как основному звену технологического процесса, наряду с обеспечением качественной сохранности материала, предъявляются такие требования, как высокая производительность сушильного оборудования и минимальные энергозатраты процесса.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Экспериментально установлено, что при интенсивном режиме теплоносителя $t \geq 100$ °С температура материала может достичь значения, превышающего допустимую величину, что приводит к необратимым нативным изменениям. Во избежание этого тепловые параметры сушильного агента должны изменяться в зависимости от влажности обезвоживаемого материала.

Основываясь на результатах экспериментальных исследований [1,2], в соответствии с закономерностями тепломассопереноса при обезвоживании яблочных выжимок были разработаны

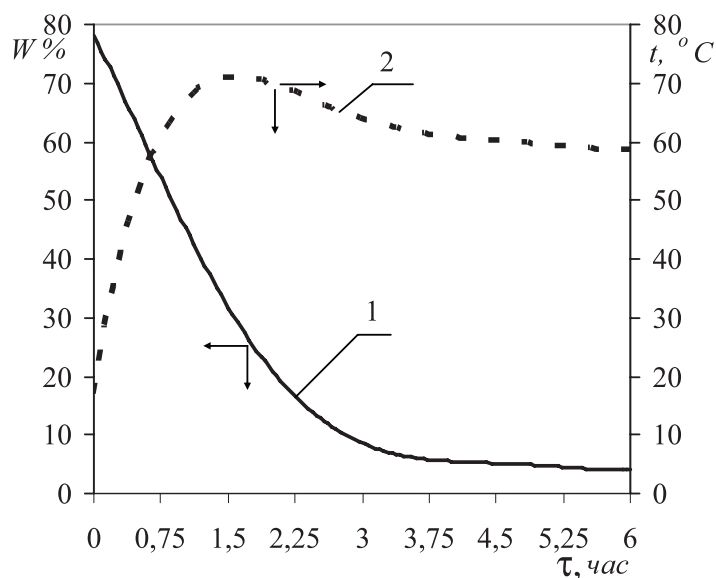


Рис. 1. Ступенчатый режим обезвоживания яблочных выжимок

**1 — $W = f(\tau)$; 2 — $t = f(\tau)$: $h = 25$ мм;
 $t = 120 \dots 95$ °C; $V = 1$ м/с;
 $d = 10$ г/кг сухого воздуха.**

ступенчатые режимы сушки, которые позволяют интенсифицировать процесс обезвоживания и обеспечивают получение высушенного продукта высокого качества. На рис. 1 приведен один из примеров двухступенчатого обезвоживания яблочных выжимок. На первой стадии процесса температура сушильного агента составляет $t = 120$ °C, температура яблочных выжимок в этом режиме не превышает $t = 70$ °C, что способствует сохранению питательных веществ исходного материала. Установлено, что повышение температуры сушильного агента выше $t = 120$ °C приводит к росту температуры яблочных выжимок выше допустимого предела, а уменьшение — снижает интенсивность на первой стадии сушки. Влажность поверхностных слоев материала снижается от $W = 75$ % до $W = 20 \dots 30$ %, замедляется подвод влаги из глубины материала на поверхность и температура материала начинает резко возрастать, приближаясь к критической. Во избежание этого температуру сушильного агента на втором этапе процесса до окончания процесса и достижения материалом влажности не более 8 % поддерживают на уровне 95 °C.

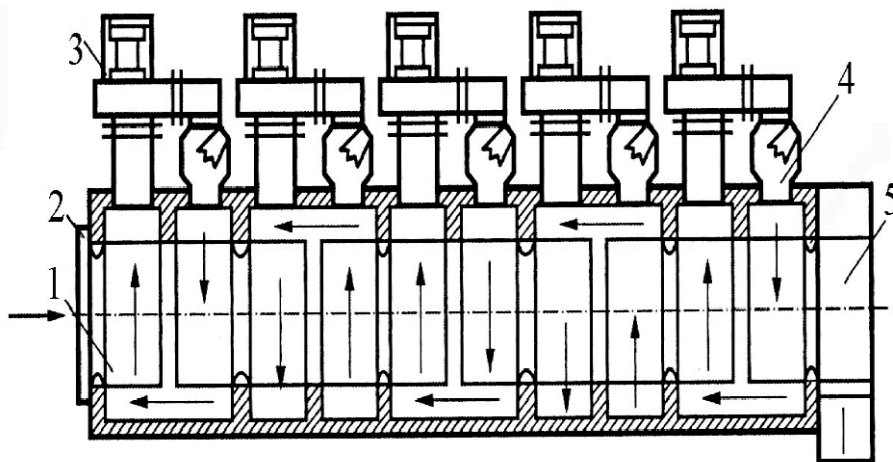
Расчеты показывают, что разработанные ступенчатые режимы обезвоживания яблочных вы-

жимок сокращают длительность процесса сушки по сравнению с одноступенчатыми в режиме теплоносителя $t < 100$ °C до 20 %, а тепловые затраты — до 15 %.

Анализ конструкции существующих сушильных установок, разработанных институтом, показал, что для обеспечения высокой производительности всей технологической линии, указанной заказчиком в техническом задании, целесообразно использовать зонную туннельную сушильную установку, которая состоит из пяти автономных сушильных зон и зоны охлаждения. Проведенные нами расчеты показали, что расход теплоты на 1 кг испаренной влаги в предложенной сушильной установке составляет 3400...4000 кДж, что ниже в сравнении с ранее разработанными нами сушильными установками. Величина этого показателя позволяет поставить разработанное сушильное оборудование в один ряд с известными на мировом рынке сушильными установками. Конструктивные особенности предложенной сушильной установки (рис. 2) позволяют разделить интенсивность теплового воздействия на материал в зависимости от его влажности и времени нахождения в той или иной зоне, тем самым реализовать установленные ступенчатые режимы обезвоживания. Кроме того, универсальность технологии и сушильной установки позволяют перерабатывать на сушеную продукцию не только яблочные выжимки, но и цельные фрукты и овощи, пряно-ароматическое сырье.

Каждая зона оснащена теплогенератором типа ТГ-2,5, работающим на природном газе, и центробежными вентилятором ВЦ4-75 № 8. Нагреваемый теплогенераторами воздух подается в зону сушки, которая в свою очередь разделена на две полузоны. Пройдя первую полузону, воздух поворачивается на 180° и по рециркуляционным каналам и воздуховодам возвращается на вентилятор. Регулировку равномерности теплового потока по высоте сушильной камеры осуществляет жалюзийная решетка оригинальной конструкции.

Сырье для сушки в первую полузону подается на перфорированных поддонах, размещенных на тележках. Загруженная тележка при помощи механизма передвижения заталкивается в сушилку. Следующая заталкиваемая тележка передвигает предыдущую.



*Рис. 2. Схема туннельной сушильной установки:
1 – тележка; 2 – ворота сушилки; 3 – вентилятор; 4 – теплогенератор;
5 – зона охлаждения.*

Конструкция тележки и поддонов обеспечивает направленное противоточно-перекрестное движение теплоносителя и обезвоживаемого материала. Принятая схема рециркуляции теплоносителя в зонах с частичным выбросом отработанного воздуха и подсосом свежего позволяет регулировать его температуру и автоматически поддерживать требуемый тепловлажностный режим в каждой зоне сушильной установки: температуру теплоносителя от 30 до 120 °С, скорость его движения в пределах от 1 до 2,5 м/с. После сушки охлажденные яблочные выжимки шнековым транспортером подаются на дробилку типа КДУ, в которой происходит его измельчение [3].

Полученная смесь порошка с воздухом при помощи пневмотранспорта поступает в циклон, где происходит дополнительное охлаждение и отделение измельченного продукта от воздуха. Затем порошок направляется в шкафы рассеивателя типа ЗРШ-4М, где происходит разделение порошка на пищевую крупно- и мелкодисперсную фракции. Крупная фракция с размерами частиц более 0,25 мм идет на дополнительное измельчение и последующее просеивание. Остатки крупнодисперсной фракции используются в качестве добавок в комбикорма, сырья для пектинового производства и в бродильной промышленности

В соответствии с результатами опытно-промышленной наработки, выход мелкодисперсной

пищевой фракции, при начальной влажности яблочных выжимок 75 %, составляет 45...55 %. Мелкодисперсная фракция яблочного порошка поступает на весы-дозатор и упаковку для дальнейшего использования в продуктах питания. Полученный яблочный порошок по качественным показателям соответствует требованиям ТУ У 88.066. 019. Благодаря своей высокой питательной ценности, обусловленной технологией производства, внесением яблочного порошка в продукты питания одновременно достигается обогащение и экономия таких целевых продуктов, традиционно используемых в пищевой промышленности, как сахар, пектиновые вещества, органические кислоты, витамины и другие дефицитные компоненты.

Техническая характеристика пятизонной сушильной установки, укомплектованной в технологическую линию ЛТО-5, успешно освоенной на предприятии „Хотин-фрукт”, приведена в таблице.

Выводы

Внедренные ИТТФ НАНУ технология и оборудование позволяют организовать безотходную переработку яблок на сок, а затем выжимок на яблочный порошок и обеспечить рынок Украины отечественной сушеной продукцией для дальнейшего использования на предприятиях пищевой промышленности.