

## УСТАНОВКА СУШКИ ПРИ ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

В.П. ВАСИЛЕВИЧ, А.А. КОСТЮКЕВИЧ, А.И. ЕМЕЛЬЯНОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
kostukevich@bsuir.by*

Сушка пищевых продуктов широко применяется одна из технологий консервации, гарантирующая длительное их хранение. Продукты, высушенные и герметично упакованные, могут храниться несколько лет в неконтролируемых температурных условиях. В этой связи большое внимание уделяется разработке новых высокопроизводительных энергосберегающих установок сушки, обеспечивающих сохранение потребительских качеств высушиваемых продуктов.

*Ключевые слова:* сушка, установка сушки, сушильный агент, влага.

Пищевые продукты в процессе хранения претерпевают различные микробиологические, биохимические и ферментативные изменения, которые приводят к их порче. Одним из средств подавления роста микроорганизмов и ферментативной активности является удаление влаги путем естественной или искусственной сушки. Влажные пищевые продукты, подвергаемые сушке, состоят из твердого сухого каркаса, воды, небольшого количества воздуха и паров. Процесс удаления влаги сопровождается изменением физико-химических показателей продукта, его теплофизических характеристик и структурно-механических свойств. Продукты растительного происхождения, как объект сушки, характеризуется большим количеством воды и малым содержанием сухих веществ. Основная часть воды находится в свободном виде и только около 5 % связано с клеточными коллоидами и прочно удерживается. Этим объясняется легкость высушивания плодовоовощного сырья до влажности 12–14 % и затрудняется удаление остаточной влаги. Свободная влага не связана с молекулами вещества, может свободно перемещаться из клетки в клетку. Она используется для питания и поддержания жизнедеятельности клетки. Связанная влага образуется в результате взаимодействия с молекулами вещества и характеризуется следующими физико-химическими свойствами:

- слабо, либо совсем не растворяет вещества, которые растворимы в свободной воде;
- имеет удельную теплоемкость ниже обычной и примерно равной теплоемкости льда;
- замерзает при низких отрицательных температурах
- обладает повышенной плотностью по сравнению со свободной влагой;
- не электропроводна, в отличие от чистой воды, так как не содержит растворенных веществ.

Продукты растительного происхождения имеют капиллярно-пористую структуру. Химический состав его представлен углеводами, белками, липидами. В небольших количествах содержатся биологически активные вещества, которые определяют вкус и биологическую ценность сырья: полифенолы, витамины, органические кислоты, минеральные вещества. Эти компоненты наиболее подвержены неблагоприятным изменениям при подготовке материала к сушке, а также в процессе самой сушке, что и приводит к снижению биологической ценности готового продукта.

Таким образом, пищевые продукты представляют собой сложный структурный объект сушки и обезвоживание его без загрязнений и потерь пищевых качеств является очень трудной задачей.

На рис. 1 приведена комбинированная схема предлагаемой сушильной установки, соответствующей вышеперечисленным требованиям.

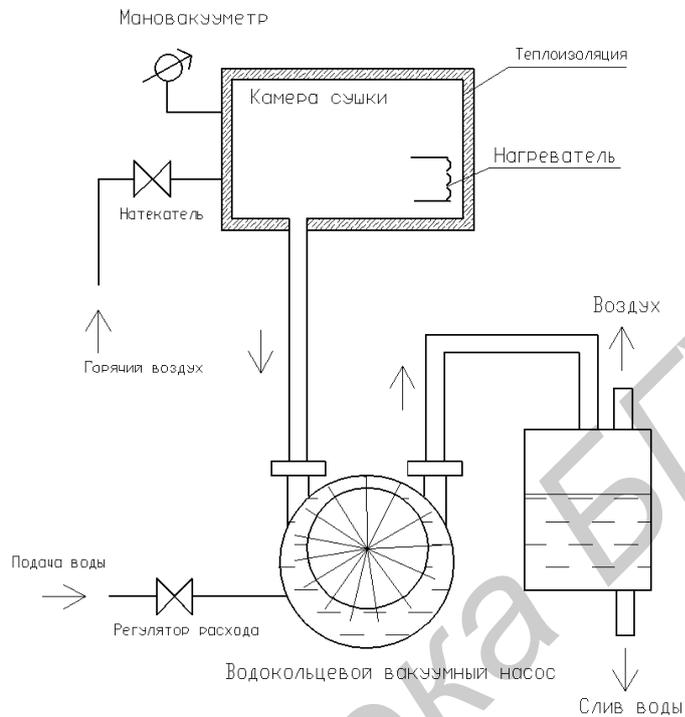


Рис. 1. Схема сушильной установки

Работа установки заключается в следующем. Отфильтрованный воздух, нагретый с помощью ИК модуля до температуры сушки 55–65 °С, через регулируемый натекатель подается в теплоизолированную камеру сушки. В камере с помощью водокольцевого вакуумного насоса создается необходимое давление и скорость потока сушильного агента. Потери тепла по тракту подачи агента компенсируются внутренним нагревателем, находящимся в камере сушки. С его помощью осуществляется также предварительный прогрев высушиваемого продукта до температуры сушки. Производительность вакуумного насоса должна быть достаточной для поддержания скорости потока воздуха и заданного пониженного давления (100–900 мбар) в условиях активного паро-выделения с высушиваемого продукта. Давление в камере измеряется моновакууметром с точностью  $\pm 10$  мбар.

Пары влаги с высушиваемого продукта частично конденсируются в водокольцевом насосе, смешиваются с рабочей жидкостью насоса и поступают в слив, а частично удаляются с сушильным агентом в атмосферу. Для удаления связанной влаги (второй период сушки) скорость потока сушильного агента и давление в камере могут корректироваться в сторону снижения. Чистота процесса сушки обеспечивается применением бесконтактного радиационного метода нагрева сушильного агента высушиваемого продукта, а также создания пониженного давления и потока сушильного агента с помощью вакуумной системы на основе водокольцевого насоса.