

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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 - одна из широко применяемых технологий в различных сферах деятельности человека: в пищевой промышленности, фармацевтике, машиностроении, быту и т. п. В этой связи большой интерес представляет исследование методов интенсификации процесса сушки при сохранении потребительских качеств высушиваемых продуктов, что позволит снизить издержки производства.

Ключевые слова: сушка, кривая сушки, сушильный агент, влага.

В процессе сушки влажных материалов происходят взаимосвязанные процессы внутреннего и внешнего тепло - и массообмена между материалом и сушильным агентом. Наружные процессы характеризуются испарением влаги с поверхности материала в окружающее пространство и внешним теплообменом между нагретым сушильным агентом и поверхностью материала. При испарении влаги с поверхности нарушается равновесие. Внутренние части продукта имеют более высокую влажность и, соответственно, более низкую температуру по сравнению с поверхностными слоями. За счет разности влагосодержания поверхностных и внутренних слоев возникает градиент влагосодержания. Это приводит к процессам внутреннего тепло - и массообмена, при которых происходит перемещение влаги из внутренних, более влажных слоев, к поверхностным. На перемещение влаги внутри продукта влияет также и термодиффузия, которая обусловлена перепадом температур. Под ее влиянием влага перемещается от участков с более высокой температурой к участкам с более низкой температурой.

Процесс сушки описывается временной зависимостью изменения влагосодержания $W(\tau)$, которая называется кривой сушки (рис. 1) и имеет три характерных периода: период подогрева продукта, период постоянной скорости сушки и период падающей скорости сушки.

В период подогрева продукта (участок AB кривой сушки) влагосодержание изменяется незначительно. Этот период можно выделить при низкотемпературных режимах сушки продуктов.

Период постоянной скорости сушки (участок BC кривой сушки) характеризуется постоянной скоростью снижения влагосодержания и температурой материала. В этот период удаляется преимущественно свободная влага, и интенсивность процесса определяется только параметрами сушильного агента и не зависит от влагосодержания и физико-химических свойств продукта. Этот период продолжается до наступления критического влагосодержания (точка C на кривой сушки).

В периоде падающей скорости сушки (участок CD кривой сушки) скорость сушки уменьшается по мере снижения влагосодержания продукта. Температура продукта увеличивается и к концу периода приближается к температуре сушильного агента. Процесс сушки продолжается до достижения равновесного влагосодержания, после этого удаление влаги прекращается. В этот период удаляется связанная влага, и постепенное снижение скорости сушки объясняется увеличением энергии связи влаги с материалом. В этот период процесс удаления влаги зависит от влагосодержания, характе-

ра связи влаги с материалом, физико-химических свойств материала и параметров сушильного агента.

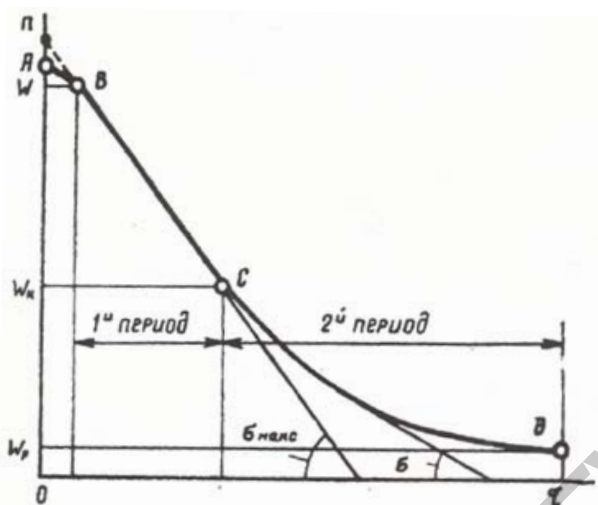


Рис. 1. Кривая сушки

Основные технологические факторы, влияющие на процесс сушки это: температура, скорость движения, влажность и давление сушильного агента.

Увеличение температуры сушильного агента приводит к ускорению процесса сушки. Допустимые температуры зависят от вида материала и способа сушки.

Скорость потока сушильного агента оказывает влияние на скорость сушки только в периоде постоянной скорости сушки. Чем выше скорость потока, тем выше скорость сушки. В конце сушки скорость потока не оказывает существенного влияния на скорость сушки.

При постоянной температуре и скорости сушильного агента снижение скорости сушки на начальном этапе прямо пропорционально увеличению относительной влажности сушильного агента. Затем эта зависимость уменьшается и снова возрастает на конечном этапе сушки. В этот момент зависимость процесса сушки от относительной влажности сушильного агента определяется значением равновесного влагосодержания, которое соответствует остаточной влажности высушиваемого материала.

Понижение давления значительно ускоряет процесс сушки, особенно на первом этапе сушки.

Как следует из рассмотренного, интенсификация сушки влажных материалов может осуществляться по следующим направлениям:

- снижение продолжительности первого периода сушки, обусловленного удалением большой массы свободной влаги (до 90% общего влагосодержания), физически и химически не связанной с молекулами высушиваемого вещества;
- точное поддержание температурного режима второго периода сушки – удаление связанной влаги, не допуская термодеструкции и снижения потребительских качеств высушиваемых продуктов;
- обеспечение максимальной чистоты процесса сушки при поддержании необходимых технологических параметров: температуры, скорости потока, влажности и пониженного давления сушильного агента.