

КИНЕТИКА И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ОСНОВНОЙ СУШКИ ОБУВИ.

Ольшанский А.И., Котов А.А.

При проектировании сушильных установок возникает необходимость в выборе исходных данных для выполнения технического задания на разработку нового сушильного оборудования. Число и характер исходных данных на проектирование сушильного оборудования может включать большое число факторов, влияющих на начальном этапе на принятие того или иного варианта проектного задания. В [1] были рассмотрены вопросы ряда факторов, обязательных при проектировании сушильной установки для основной сушки обуви.

Одним из важнейших параметров, влияющих на производительность, качество обуви и габариты сушильной установки, является продолжительность процесса сушки. Для определения длительности основной сушки обуви необходимы экспериментальные данные по кинетике сушки при температурных режимах, которые задаются технологией сушки обувных материалов.

С этой целью, в условиях максимально приближенных к реальным, в экспериментальной установке были проведены опытные исследования кинетики сушки заготовок верха обуви, затынутых на колодках. Начальная влажность образцов $\bar{w}=0.32-0.33$ создавалась в точном соответствии с технологией. Эксперименты проводились в несколько этапов, характеризующихся различными режимами сушки. Температурный режим принимался 40°C, 50°C, 60°C, скорость движения теплоносителя 1 м/с, 1.5 м/с, 3 м/с при заданных температурах. Все опыты для получения достоверных результатов проводились с трехкратной повторяемостью для каждого режима сушки.

На рис.1(а) представлены кривые основной сушки заготовок верха обуви (мужских полуботинок) затынутых на колодках в условиях вынужденной конвекции при различных режимах сушки.

Анализ экспериментальных данных позволяет выбрать в качестве оптимального режима сушки температуру воздуха 60 °С при скорости 1 - 1.5м/с. Увеличение скорости движения воздуха до 3-х м/с и выше экономически нецелесообразно, т.к. значительно возрастают энергозатраты на перекачку воздуха, и увеличивается гидравлическое сопротивление.

Для практики сушки большой интерес представляют приближенные методы расчета длительности процесса сушки, основанные на обобщенных методах обработки экспериментальных данных. К таким обобщенным параметрам процесса сушки относятся обобщенное время $N\tau$, и относительная скорость сушки

$$N^* = (1/N)(d\bar{u}/d\tau),$$

где N - скорость сушки в первом периоде;

$d\bar{u}/d\tau$ - скорость сушки во втором периоде.

На рис.1(б) представлена обобщенная кривая сушки, из которой следует, что все опытные точки при различных режимах сушки ложатся на одну кривую. Уравнение кривой сушки для плоских влажных материалов [2,3] для периода убывающей скорости сушки можно представить в виде зависимостей:

$$N^* = \frac{1}{N} \times \frac{d\bar{u}}{d\tau} = \exp(-m\tau^*); \quad (1)$$

$$N^* = \frac{1}{N} \times \frac{d\bar{u}}{d\tau} = \exp(-aN\tau) \quad (2)$$

где m, a - постоянные, определяемые экспериментально.

$\tau^* = \tau/\tau_1$ - отношение текущего времени сушки во втором периоде ко времени сушки в первом периоде.

Игнорирование уравнений (1) и (2) с учетом времени сушки в первом периоде дает общую продолжительность процесса сушки:

$$\tau = \frac{u_0 - u_{кр}}{N} + \left[1 - \frac{1}{m} \ln \left(1 - \frac{u_{кр} - \bar{u}}{u_0 - u_{кр}} \right) \right] \quad (3)$$

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(u_0 - u_{кр}) + \frac{1}{a} \times \ln(1 - a(u_{кр} - \bar{u})) \right] \quad (4)$$

где $u_0, u_{кр}, u$ - начальное, критическое и текущее влагосодержание материала ($u \leq u_{кр}$).

Уравнения (3) и (4) справедливы до равновесного влагосодержания u_p . Для основной сушки обуви равновесное влагосодержание u_p приблизительно равно 0,1-0,13 при температурах 40-60°C.

Анализ опытных данных [2] по сушке целого ряда различных материалов позволил установить простые эмпирические соотношения для определения постоянных a и m в уравнениях (1) и (2):

$$m = 0,65 u_0 / u_{кр} - 0,35; \quad (5)$$

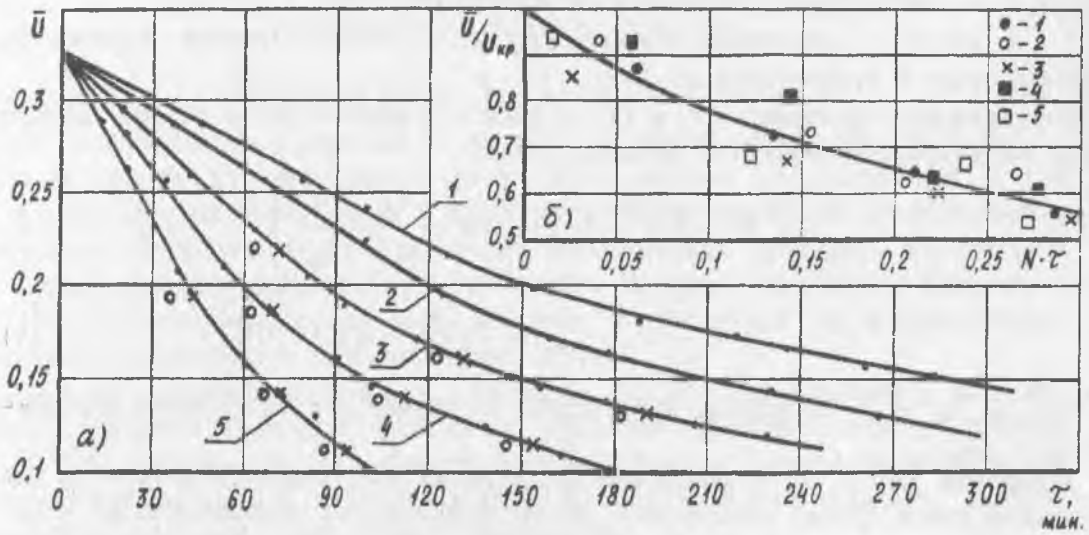
$$a = (8/u_{кр}) 10^{-3} \quad (6)$$

Полученные уравнения (3) и (4) использовались для вычисления времени сушки влажных заготовок верха обуви, затянутах на колодках с одной сложной поверхностью испарения. Сравнение расчетных кривых сушки по формулам (3) и (4) с опытными показывает достаточно хорошее совпадение расчетных данных с опытными при любом текущем влагосодержании материала до $\bar{u} = u_p$.

Таким образом, при формировании исходных данных на проектирование сушильной установки для основной сушки обуви длительность процесса, определяемая кинетикой сушки обуви, принималась одним из факторов, влияющих на габариты сушильной камеры и производительность.

Литература:

1. Ольшанский А.И., Казарновский В.Я. Установка для основной сушки обуви. В сб. "Совершенствование технологических процессов, оборудования и организация производства в легкой промышленности и машиностроении.", Минск "Университет" 1994 стр.144-148.
2. Ольшанский А.И., Куц П.С. Некоторые закономерности сушки пищевых продуктов. Изв. Вузов "Пищевая технология" №5, 1977 стр. 97-101.
3. Куц П.С., Ольшанский А.И. Некоторые закономерности тепловлагообмена и приближенные методы расчета кинетики процесса сушки влажных материалов, ИФЖ, т.32, № 6 1977 стр.1007-1014.



- 1 - $t=40^{\circ}\text{C}$, $v=1$ м/с;
 - 2 - $t=50^{\circ}\text{C}$, $v=1$ м/с;
 - 3 - $t=40^{\circ}\text{C}$, $v=3$ м/с;
 - 4 - $t=60^{\circ}\text{C}$, $v=1,5$ м/с;
 - 5 - $t=60^{\circ}\text{C}$, $v=3$ м/с, при $\varphi=15^{\circ}$
- а) \times, \circ - расчетные точки по формулам (3), (4).

Рис. 1. Кривые сужки (а) и обобщенная кривая сужки (б) заготовок верха обуви при различных режимах.