

$$F_3 = keE_x, \quad (21)$$

где q – заряд, полученный частицей;

e – величина элементарного заряда;

E_x – градиент потенциала электрического поля на расстоянии x от оси.

Градиент потенциала зависит от расстояния до электродов, что представляет определенную трудность в численном определении. Если в правой части уравнения (5) добавляется сила F_3 , то скорость осаждения увеличивается, а также увеличивается захват частиц, что согласуется с результатами эксперимента.

Литература

1. Патент RU № 2202071 С2.2001.
2. Патент RU № 2224130 С2.2002.
3. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1973.
4. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.

УДК 631.362.7

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ В МИНИЗЕРНОСУШИЛКАХ

В.И. Курдюмов, д. т.н., Г.В. Карпенко, ст. преподаватель

В настоящее время в стране насчитывается около 260 тыс. крестьянских, фермерских хозяйств. Применение известных высокопроизводительных (от 2 т/ч и более) установок в таких хозяйствах экономически невыгодно. Попытки создания минизерносушилок на основе уменьшения габаритов традиционных образцов, в которых используется конвективный способ теплопередачи, не дают положительных результатов, т.к. это приводит к снижению показателей энергопреобразования. Кроме того, для работы этих установок необходимы горючие материалы и дополнительное оборудование, что усложняет, а, следовательно, делает установки дороже.

С развитием электротехники становится возможным более широкое применение электрического нагрева зерна в сушилках контактного типа. Это связано с тем, что в установках малой производительности предпочтительнее использовать кондуктивный способ теплопередачи по сравнению с конвективным, так как:

- коэффициент теплопередачи от твердой поверхности к зерну во много раз больше коэффициента теплообмена между газом и материалом;

- в миниустановках можно добиться постоянства температурного поля и возможности точного регулирования температуры поверхностей при использовании электронагреваемых теплоотдающих элементов;

- сложно поддерживать температуру агента сушки при конвективной сушке в малом объеме;

- установки с контактным электронагревом отвечают экологическим требованиям, поскольку не образуют в процессе работы топочных газов.

Для математического описания процессов, происходящих в зерне при контактном способе тепловой обработки, обычно рассматривают упрощенные математические модели, позволяющие в большинстве случаев получить удобные формулы для инженерных расчетов.

Масса удаленной из зерна влаги зависит от количества подведенной теплоты. Движущая сила этого явления – разность температур, достигаемая быстрее при совмещении различных способов сушки. К факторам, вызывающим перемещение влаги в материале, относятся температурный градиент и соответствующий ему коэффициент термовлагопроводности δ , представляющий собой изменение влагосодержания при разности температур в один градус ($1/^\circ\text{C}$).

Уравнение переноса массы имеет следующий вид:

$$q_m = -a_m \gamma_0 \nabla u - a_m \gamma_0 \delta \nabla t = q_{m_u} + q_{m_t},$$

где a_m – коэффициент потенциалопроводности вещества; γ_0 – насыпная плотность материала; ∇_u – градиент влагосодержания; ∇ – оператор Гамильтона); ∇_t – градиент температуры; q_{m_u} и q_{m_t} – потоки влаги, обусловленные влагопроводностью и термовлагопроводностью.

При контактной сушке перемещение влаги к поверхности определяется градиентом температур, а градиент влажности, наоборот, оказывает затормаживающее влияние:

$$q_m = q_{m_t} - q_{m_u}.$$

При сушке зерна влага перемещается в направлении теплового потока. Через некоторое время в центральных слоях материала устанавливается большая, чем на поверхности влажность. Влага начинает перемещаться от центра к поверхности зерна и испаряться с нее в окружающую среду. В этом случае градиент температур как бы создает градиент влажности, под действием которого влага перемещается к поверхности.

Время сушки τ зависит от рода высушиваемого материала, его геометрических размеров, назначения и типа сушиллки, способа подвода теплоты, режима сушки и ряда других факторов.

Продолжительность сушки можно определить по формуле:

$$\tau = \frac{(\ln 0,8w_n - \ln w_k)L^n}{a_m \pi^2}.$$

Из этого уравнения следует, что продолжительность сушки пропорциональна разности натуральных логарифмов начальной и конечной влажности (w_n, w_k), толщине слоя материала L в степени n (где n в зависимости от ряда факторов изменяется от 1 до 2), а также обратно пропорциональна коэффициенту теплопроводности материала (a_m).

Исследования теплофизических свойств зерна показали, что теплопроводность зернового слоя в 3...4 раза ниже, чем у отдельной зерновки. Поэтому в установках для сушки зерна контактного типа рекомендуется формировать слой зерна, толщина которого не превышает максимальный размер зерна.

Технически это решается в устройстве, состоящем из цилиндрического теплоизолированного с наружной стороны кожуха, снабженного загрузочным бункером, выгрузным окном и концентрично расположенным внутри кожуха с возможностью вращения транспортирующим рабочим органом, выполненным в виде шнека, ширина витков которого не превышает максимального размера зерна. Под слоем изоляции расположены электрические нагревающие элементы. Кожух со стороны выгрузного окна соединяют с вентилятором, а с другой стороны выполняют перфорированным.

Толщина слоя определяется величиной кольцевого зазора между кожухом и рабочим органом. Зерно высушивается, контактируя с нагретыми поверхностями кожуха и рабочего органа. Пар удаляется из зоны сушки вентилятором. Кондиционное зерно выходит через выгрузное окно.

Таким образом, предлагаемая сушилка при сравнительно небольшой производительности, обеспечивающей потребности малых сельскохозяйственных предприятий, эффективно может работать с использованием контактного или контактно-конвективного способа передачи теплоты к тонкому слою зерна, осуществляемого с помощью электрических нагревательных элементов.

УДК 631.158

АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.В.Карпенко, ст. преподаватель, Ю.А.Лапшин, к.т.н., доцент

Одной из функций управления охраной труда согласно ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в органи-