

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА  
ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА**

А.А. Смоляк, А.В. Кирик

**Могилевский государственный университет продовольствия  
г. Могилев, Республика Беларусь**

Анализ изменений температуры в различных точках тестовой заготовки в процессе тепловой обработки в рабочей камере пароконвекционного аппарата выявил любопытную закономерность. Температура на поверхности тестовой заготовки постоянно растет, приближаясь к температуре греющей среды. В то же время температура в центре тестовой заготовки и в подкорковом слое сначала растет, достигает  $100^{\circ}\text{C}$ , а затем остается постоянной при всех температурах и влажностях воздуха.

Значение температуры  $100^{\circ}\text{C}$  – это температура насыщения водяного пара при атмосферном давлении. Поэтому для основной массы тела тестовой заготовки, в которой присутствует влага в виде жидкости, она не может быть выше. Превышение температуры выше  $100^{\circ}\text{C}$  происходит только в сухой корке, где влага присутствует в виде перегретого пара. В теле заготовки температура из-за наличия жидкой влаги будет оставаться равной  $100^{\circ}\text{C}$  до полного испарения из нее воды.

Таким образом, для нестационарного процесса теплопроводности в теле тестовой заготовки, содержащей жидкую влагу, граничным условием на ее поверхности (на границе влажной заготовки с сухой коркой) является условие  $t = \text{Const} = 100^{\circ}\text{C}$ . По теории нестационарной теплопроводности это условие аналогично при значении числа Био  $Bi \rightarrow \infty$ . В этом случае процесс нагревания определяется физическими свойствами заготовки и ее геометрическими размерами, а время прогрева тестовой заготовки и достижения ее полной готовности (время выпечки) практически не зависит от температуры греющей среды.

Повышение температуры греющей среды будет усиливать теплоотдачу к поверхности корки и, следовательно, увеличивать тепловой поток к корке. Увеличение теплового потока приводит к увеличению количества испаряемой влаги и нарастанию толщины высушиваемого наружного слоя (корки). Поэтому выпечка при высоких температурах паровоздушной смеси приводит к большей потере влаги (упеку) и к большей толщине корки в готовом изделии.

Следовательно, выпечку можно проводить при более низких температурах, на  $30...40^{\circ}\text{C}$  ниже, чем при традиционных способах тепловой обработки.

На границе раздела «влажная заготовка-сухая корка» происходит испарение влаги. Диффузия влаги в воздушно-паровую смесь должна определяться разностью концентраций насыщенного водяного пара и пара в паровоздушной смеси. При более высокой влажности концентрация пара в смеси большая, разность концентраций меньшая и диффузия пара в смесь слабее, больше влаги остается в тестовой заготовке. Это является одним из отличительных признаков процессов, происходящих при выпечке в паровоздушной смеси от выпечки в сухом воздухе.

Поэтому при выпечке в паровоздушной среде следует ожидать меньшей потери влаги тестовой заготовкой (снижение упека), что было успешно подтверждено проведенными экспериментальными исследованиями. Тепловой поток к заготовке при этом будет способствовать более быстрому ее прогреву и, в первую очередь, прогреву подкоркового слоя.

При относительной влажности воздуха (теплоносителя) 23% прогрев подкоркового слоя до 100°C происходит за 12-15 минут, а при относительной влажности 45% – за 9-12 минут, при относительной влажности 59% – и того меньше. Потери влаги за время выпечки невелики по сравнению с ее содержанием в заготовке, поэтому прогрев центра заготовки протекает значительно слабее. Приблизительно можно считать, что скорость прогрева центра тестовой заготовки не зависит от температуры теплоносителя.

УДК [664.83/022:641/513/06].001.24

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРИБЛИЖЕННОГО РАСЧЕТА ЛОПАСТИ КАМНЕУЛАВЛИВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОМЫВКИ КОРНЕПЛОДОВ

Ю.Н.Петрова

Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского  
г. Донецк, Украина

При ударе падающего корнеплода лопасти камнеуловителя сообщается некоторая скорость  $V$  в определенном сечении, что вызывает собственные колебания, но кроме этого на упругую систему действует внезапно приложенная сила от веса падающего груза, что вызывает вынужденные колебания. Оценим напряженное состояние лопасти, считая ее невесомой, а также рассчитаем ее методом приведения масс.

Расчетная схема представляет собой консольный стержень, закрепленный на валу.

Если стержень лопасти считать невесомым, то получим систему с одной степенью свободы с перемещением в месте удара массы корнеплодом  $y(t) = \frac{v}{\tilde{\omega}} \sin \tilde{\omega} t$ .

Частота колебаний такой консоли, при изгибной жесткости  $EI$ ,  $\tilde{\omega} = \sqrt{\frac{3EJ}{Ml^3}}$ , а сила

инерции,  $P_u = -M\ddot{y}(t) = M \frac{3EJ}{Ml^3} \cdot \frac{v}{\tilde{\omega}} \sin \tilde{\omega} t$ , т.е.  $P_u = v \sqrt{M \frac{3EJ}{l^3}} \sin \tilde{\omega} t$ . При технической частоте

вращения вала  $n = 20$  об/мин, циклической скорости  $\theta = \pi n / 30 = \pi 20 / 30 = 2,09 \text{ с}^{-1}$ , т.е.  $v = 1,56 \text{ м/с}$ , диаметре стержня лопасти  $d = 30 \text{ мм}$ , длине  $l = 700 \text{ мм}$ , изгибной жесткости  $EJ = E\pi d^4 / 64 = 7954 \text{ Нм}^2$ , массе корнеплода  $M = 5 \text{ кг}$ , изгибающий момент в заделке

$M_{\text{расч}} = P_u l = v \sqrt{\frac{3EJM}{l}} = 643,9 \text{ Нм}$ . С учетом значения точного решения данной системы ( $M = 773,6 \text{ Нм}$ , при погонной массе  $m = \pi d^2 \gamma / 4 = 5,5 \text{ кг/м}$ ), ошибка составляет 16,77%.

Для уточнения приближенного расчета можно учесть приведенную массу стержня лопасти. Для этого в случае свободной консоли в частотное уравнение  $y(x) = y_0(A_{kx} + \xi \lambda D_{kx}) + \frac{y'_0}{k} B_{kx}$  положим  $\xi = 0$ , что приведет к трансцендентному уравнению  $\text{ch} \lambda \cos \lambda = -1$ , первый корень которого  $\lambda = 1,875$ , что приводит к частоте основного тона колебаний весомого стержня  $\omega = \frac{\lambda^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}$ . Если заменить весомую