

испарения. При моделировании принято, что к границе испарения теплота подводится за счет теплопроводности сухого материала и расходуется на испарение влаги. При этом внутри макропористого материала возникает избыточное давление, вызывающее поток пара от границы испарения к наружной поверхности, описываемый уравнением ламинарной фильтрации. Температура и давление на границе испарения связаны как параметры насыщенного пара уравнением Клапейрона-Клаузиуса. На основе вышеизложенного, поставленная задача описана уравнениями теплопроводности и фильтрации пара в области $0 < x < \xi$

$$\begin{aligned}\partial T / \partial \tau &= a \partial^2 T / \partial x^2 \\ \partial P / \partial \tau &= D \partial^2 P / \partial x^2\end{aligned}\quad (1)$$

Получено аналитическое решение уравнения (1) при следующих начальных и граничных условиях:

$$\begin{aligned}\lambda \partial T / \partial x |_{x=\xi} &= -\rho_{\Gamma} d\xi / d\tau \\ \rho_{\Pi} (k_{\Pi} / \mu) \partial P / \partial x |_{x=\xi} &= \rho d\xi / d\tau \\ P |_{x=0} &= P_{\infty}; T |_{x=0} = T_{\infty}; \tau = 0, \xi = 0,\end{aligned}\quad (2)$$

где $\rho = \rho_{\Gamma} \rho_{\text{в}} \mu_w / (\rho_{\text{в}} + \mu_w \rho_{\Gamma})$; ξ - текущая координата границы испарения, м; k_{Π} - коэффициент проницаемости пара; ρ_{Γ} , $\rho_{\text{в}}$ - соответственно плотности сухого материала и воды, кг/м³.

Для скорости сушки плоских материалов найдена зависимость

$$\begin{aligned}d\xi / d\tau &= -\lambda a (T_{\xi} - T_{\Pi}) / \xi [\arg_{\Pi} + \lambda (T_{\xi} - T_{\Pi})] \\ \xi(\tau) &= \left\{ 2a\tau / \left[\arg_{\Pi} / \lambda (T_{\Pi} - T_{\xi}) - 1 \right] \right\}^{0.5},\end{aligned}\quad (3)$$

где T_{Π} , T_{ξ} - температуры на поверхности материала и границе испарения, К.

В результате аналитического решения разработанной модели получена формула для расчета времени сушки макропористых плоских материалов

$$\tau = \left(\xi^2 / 2a \right) \left[\arg_{\Pi} / \lambda (T_{\Pi} - T_{\xi}) - 1 \right] \quad (4)$$

На основе предложенного аналитического метода рассчитана кинетика сушки хлопчатобумажных тканей и нетканых клееных материалов. Установлено, что расчетные кривые сушки хорошо описывают экспериментальные данные, что дает основание использовать разработанную модель для описания процесса сушки плоских материалов в аппаратах с активной гидродинамикой.

УДК 637.523.4.001.2

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУТТЕРОВ.

А.А. Бренч, М.О. Филиппович

Могилевский технологический институт, Беларусь

На мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь наибольшее распространение получили куттеры типа Л15-ФК1Н, Л15-ФК1Н, Л23-

ФКВ-0,3, Л23-ФКВ-0,5, резательно-смесительные машины типа SM-200.1, агрегаты для тонкого измельчения мяса типа К6-АТИМ2 (КФ-ВМ2-М) и др.

Хотя процессы во всех машинах протекают аналогично, оптимальная продолжительность измельчения, при которой физические свойства и технологическая характеристика продукта имеют оптимальные значения, различны и зависят от конструкции рабочих органов, в качестве которых в основном используют ножи с серповидной режущей кромкой.

Вместе с тем, несмотря на более чем 100-летнее развитие машин для тонкого измельчения мясного сырья, конструкции их рабочих органов не обеспечивают в полной мере выполнения основных технологических требований в части качества, производительности, энергозатрат и нуждаются в дальнейшем улучшении. В связи с чем на кафедре "Машины и аппараты пищевых производств" ведутся исследования по совершенствованию конструкций ножей куттеров.

При измельчении мяса в куттерах (по литературным данным) в основном наблюдается процесс сбивания фарша на высоких скоростях. Поэтому лезвие ножа должно быть выполнено в виде прямой линии, совпадающей с радиусом его вращения. В этом случае будет иметь место, так называемое, нормальное (рубящее) резание – нож воздействует на фарш без бокового скольжения.

Однако, соединительная ткань в мясе более чем в 100 раз прочнее мышечной и жировой, и чтобы ее измельчить необходим хотя бы минимальный угол наклона лезвия ножа к радиусу его вращения в пределах $10-17^\circ$. Нами была разработана конструкция прямого ножа, имеющая два лезвия, по одному с каждой стороны относительно его продольной оси, причем обе стороны симметричны и лезвия наклонены под углом 16° к этой оси (радиусу вращения).

Боковая поверхность ножа, контактирующая с фаршем, а от этого зависит динамика нагрева сырья, может быть уменьшена, если прямой нож сделать перфорированным. В этом случае значительно увеличивается длина режущей кромки ножа, а площадь контакта с сырьем уменьшается.

Кроме того, можно высказать предположение, что при такой форме ножа будет интенсифицироваться процесс сбивания и перемешивания фарша за счет дополнительной турбулизации потока.

Угол наклона лезвия прямого ножа может быть увеличен, если перейти к треугольной его форме. В такой конструкции угол наклона лезвия ножа увеличен по сравнению с прямым до 25° . Но в этом случае нож имеет только одно лезвие и работает только в одном положении.

В настоящее время на кафедре "Машины и аппараты пищевых производств" исследования продолжают и начата работа по разработке экспериментального стенда позволяющего определять технологические свойства фарша при куттеровании.