

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМОРАЖИВАНИЯ МЯСА В БЛОКАХ

А. Г. Мазуренко – канд. техн. наук, В. Г. Федоров – канд. техн. наук,
Н. П. Духненко, С. В. Скибин
(Киевский технологический институт пищевой промышленности)

Основным показателем эффективности морозильных аппаратов является тепловая нагрузка (плотность теплового потока), определяющая производительность аппарата и энергозатраты. Целью исследования было определение влияния на тепловую нагрузку и продолжительность процесса при замораживании жилованной говядины в модели скороморозильного аппарата (1) таких факторов, как температура хладагента, упаковка и подпрессовка блока и толщина слоя продукта в блоке. Тепломеры конструкции КТИПП (2) с заделанными в них термопарами закладывали в поверхностный слой мяса так, чтобы между каждым тепломером и морозильной плитой находилась лишь упаковка.

Изменение температуры кипения Р 22 от минус 30 до минус 40°C при одной и той же кратности циркуляции и при толщине блока 75 мм привело к увеличению начальной нагрузки с 2,0 до 3,2 кВт/м² и средней нагрузки с 0,8 до 1,35 кВт/м² и соответственному снижению продолжительности процесса с 190 до 110 мин. Как показывает эксергетический анализ работы холодильных установок морозильных аппаратов, снижение температуры до минус 70°C не вызывает существенного увеличения приведенных затрат на получение холода, однако повышает эффективность морозильных аппаратов вдвое.

Изучение различных материалов в качестве упаковки блока (1) показало, что эффективное термическое сопротивление упаковки на порядок выше, чем сопротивление самого материала. Необходимо устранить прослойки воздуха между продуктом и плитой, для чего решили увеличить давление на блок.

С увеличением давления на блок возрастала тепловая нагрузка, в особенности в начальный период замораживания. Начиная с давления 0,3 МПа на блок (подпрессовка или избыточное давление $\Delta p = 0,2$ МПа), на поверхностях блока образуется сплошная корочка льда из-за механического обезвоживания продуктов, что может привести к повы-

шенным потерям мясного сока при размораживании блока, поэтому не должно превышать 0,2 МПа.

Однофакторный эксперимент по установлению зависимости термического сопротивления упаковки из полиэтилена или парафинированной бумаги R [$\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$] от подпрессовки Δp [МПа] при температуре хладагента минус 40°C и толщина блока 75 мм позволили получить зависимость

$$R = 1,85 (\Delta p)^{-0,67} \quad (1)$$

Основным параметром продукта, влияющим на тепловую нагрузку и производительность аппарата, является толщина слоя. Поэтому провели серию опытов по замораживанию говяжьего мяса от $+12$ до минус 18°C при давлении на блок от 0,105 до 0,3 МПа и толщина блока от 50 до 100 мм.

При увеличении толщины блока вдвое средняя тепловая нагрузка аппарата снижалась примерно на 45% при любых давлениях на блок, а производительность замораживания, определяющая производительность аппарата, увеличивалась почти в три раза. С увеличением давления продолжительность процесса уменьшалась. При определении времени окончания процесса применяли теплотрический метод (3), который позволяет определить конечную среднетемпературную температуру продукта по количеству отведенного тепла, пропорционального разности энтальпий продукта в начале и конце процесса.

Обработка данных экспериментов позволили получить зависимость продолжительности процесса τ мин. от толщины продукта h мм

$$\tau = Ah^{2,55} \quad (2),$$

где $A = 0,14$ для принятой в промышленности $\Delta p = 0,05$ МПа и 0,12 для рекомендуемой подпрессовки $\Delta p = 0,2$ МПа.

Таким образом, рекомендуется снижать температуру хладагента в морозильных аппаратах вплоть до минус 70°C , а также увеличивать подпрессовку на блок от 0,05 до 0,2 МПа, что позволит поднять среднюю тепловую нагрузку морозильного аппарата на 20%.

Л и т е р а т у р а

1. Исследование кинетики теплоотвода при замораживании мясных продуктов в блоках. В.Г.Федоров, Г.А.Г.Мазуренко, А.Г.Ионов и др. Мясная индустрия СССР, 1976, № 10, с.37-41.

2. В.Г.Федоров. Теплометрия в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1974, с.174.

3. А.Г.Мазуренко. Определение продолжительности замораживания мяса в блоках. - Мясная индустрия СССР, 1984, № 4, с.34-35.