

Раздел 1. ХОЛОД

УДК 621.56/.59.003.1

Роль естественного холода в энергосбережении предприятия

Канд. техн. наук В.В.КИРЕЕВ
ОАО «Мясокомбинат «Тулунский»

When natural cold is used for meat cooling and freezing, commercially produced refrigerating equipment or new technical means can be used depending on the conditions of organization and conducting of the process. The scheme offers mixing of outside and recirculating air. To maintain the required relative humidity of the air and reduce product shrinkage, at the entrance of the cold room it is necessary to provide a device for water supply on the head air duct. This is connected with the fact that in November-February the relative humidity of the air is reduced to 72 %. The cost value for refrigeration treatment of products is reduced by 30 – 40 % as compared to the existing methods.

Применение естественного холода – один из возможных путей снижения энергозатрат на холодильную обработку мяса. Этот способ привлекает своей технической простотой.

В Российской Федерации наиболее высокий потенциал природного холода сосредоточен на территории северных районов и Сибири. В связи с этим представляется целесообразным изучить возможность применения естественного холода на предприятиях Сибири для снижения потребления электроэнергии.

Климатические и расчетные данные по областным центрам Сибири выявили значительный потенциал естественного холода и возможность применения его в течение длительного времени.

Термодинамическая характеристика холодного наружного воздуха согласно второму закону термодинамики может быть определена по значению эксергии [1]. В этом случае эксергия воздуха, используемого для охлаждения, равна:

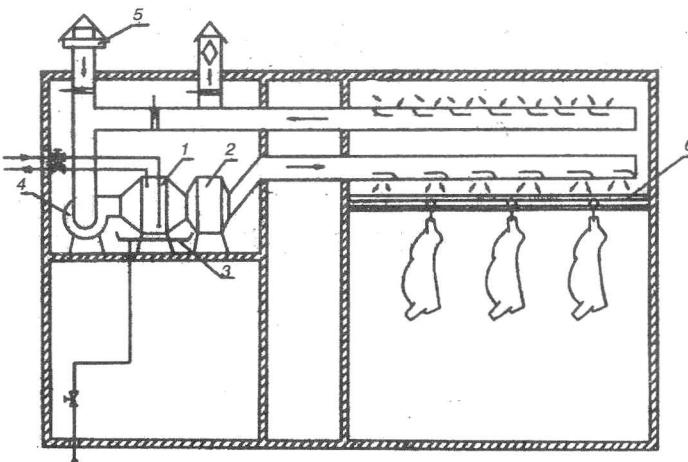
$$I_{x.b} = i_1 - i_0 - T_0(S_1 - S_0) \sim C_p [T_1 - T_0 - T_0 \ln(T_1/T_0)], \quad (1)$$

где $i_1, i_0, S_1, S_0, T_1, T_0$ – энталпия, энтропия и среднеинтегральная температура наружного воздуха соответственно в холодный и теплый периоды суток.

При охлаждении и замораживании мяса с применением естественного холода можно использовать серийно выпускаемое холодильное оборудование или новые

технические средства в зависимости от условий организации и ведения процесса.

На мясокомбинате «Тулунский» с участием автора была реконструирована камера замораживания мяса площадью 54 м^2 (см. рисунок). До реконструкции она была оборудована пристенными батареями из гладких труб. При проведении реконструкции в подсобном помещении здания холодильника на металлической раме были смонтированы два воздухоохладителя типа ВОГ-250 поверхностью 250 м^2 , разработанные опытно-механическим заводом, и два центробежных вентилятора среднего давления ВЦ 14-46 № 4 (мощность



Принципиальная схема камеры для замораживания и охлаждения мяса с помощью естественного холода:

1 – воздухоохладитель; 2 – камера увлажнения;
3 – поддон; 4 – центробежный вентилятор ВЦ 14-46 № 4; 5 – фильтр; 6 – подвесной путь

двигателя 7,5 кВт) с расходом воздуха $62 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напором $58 \text{ кг}/\text{м}^2$ каждый. Скорость воздуха на выходе из нагнетательного патрубка вентилятора – до $5 \text{ м}/\text{с}$.

Воздухоохладители собраны из элементов размером $2300 \times 700 \times 470 \text{ мм}$ с пластинчатыми насадными ребрами с шагом 13,6 и 17,5 мм. Удельная поверхность воздухоохладителей $60 \text{ м}^2/\text{т}$ замораживаемого мяса, удельный расход воздуха 60 м^3 на 1 м^2 охлаждающей поверхности. Каждый воздухоохладитель снабжен поддоном, всасывающим и нагнетательным воздуховодами, центробежным вентилятором. Изоляция воздуховодов, воздухоохладителей, кожухов вентиляторов выполнена из материала ПСБ-40.

В зимний период при низких температурах наружного воздуха аммиачные воздухоохладители отключаются, а в камеру подается вентилятором наружный воздух. В схеме предусмотрено смешивание наружного и рециркуляционного воздуха. Для поддержания требуемой относительной влажности воздуха и уменьшения усушки продукта на входе в камеру холодильника необходимо предусматривать устройство для увлажнения воздуха на нагнетательном воздуховоде. Это вызвано тем, что в ноябре – феврале относительная влажность воздуха уменьшается до 72 %.

На практике для увлажнения воздуха или увеличения его влагосодержания применяют два метода: увлажнение воздуха испарением воды и увлажнение воздуха паром [2]. При этом способе в нагнетательном воздуховоде монтируют форсунки. Вода или пар, подводимые к форсунке, поступают в поток воздуха и образуют однородную смесь.

Процесс увлажнения воздуха изображается на диаграмме $I - d$ прямой линией, угол наклона которой составляет

$$\xi = \Delta I / \Delta d = i_n. \quad (2)$$

Наружный воздух из увлажнителя по воздуховоду через щелевые отверстия поступает в камеру охлаждения. При смешивании теплого и холодного потоков воздух камеры перенасыщается, в результате чего образуется туман.

Энтальпия насыщенного пара давлением $101,3 \cdot 10^3 \text{ кПа}$

($t_{\text{пара}} = 373 \text{ К}$) $i_n = 2675 \text{ кДж}/\text{кг}$. Если процесс совершается вдоль изотермы, то для области относительно низких температур

$$\xi = (C\Delta t + 597\Delta d) / \Delta d = 2332 \text{ кДж}/\text{кг}. \quad (3)$$

При 273 К i_n равна $2499 \text{ кДж}/\text{кг}$, при $293 \text{ К} - 2537 \text{ кДж}/\text{кг}$ и при $313 \text{ К} - 2575 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Увлажнение воздуха насыщенным паром умеренного давления приводит к незначительному повышению температуры воздуха. В камере осуществляется замораживание мяса с последующей выгрузкой его в камеру хранения. Система воздухораспределения обеспечивает равномерную циркуляцию воздуха в камере.

При использовании естественного холода в работе холодильников происходит перераспределение затрат по их составляющим. Так, если в настоящее время более 50 % расходов на замораживание связано с усушкой, 30 % – с энергетическими затратами, 20 % – с отчислениями от стоимости холодильного оборудования, то в рекомендованном режиме затраты резко снижаются: Затраты, связанные с усушкой продукта в рекомендованном варианте, уменьшаются по сравнению с действующими методами на 16 – 18 %, затраты на электроэнергию – на 60 – 75 % в зависимости от цены продукта, поступающего на холодильную обработку. Отчисления от стоимости холодильного оборудования в этом случае также уменьшаются в среднем в 2 – 2,5 раза, а доля отчислений от стоимости вентилятора с электродвигателем увеличивается незначительно. Затраты на холодильную обработку продукта снижаются на 30 – 40 % по сравнению с действующими методами.

Список литературы

1. Бродянский В.М. Энергетический метод и его приложение. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Шихов Г.Л. Разработка и обоснование эффективных холодильных технологий мясопродуктов с использованием термической неравновесности наружного воздуха: Автореф. дис... д-ра техн. наук. – КемТИПП, 1997.