21.02.2023 **гр. ХКМ 3/1**

МДК.01.03. Управление обслуживанием холодильного оборудования (по отраслям) и контроль за ним

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: Плиточные морозильные аппараты.
Цель работы: научиться производить расчет плиточного морозильного аппарата.

Задание

Аппарат периодического действия с горизонтальным расположением плит для замораживания мяса в блоках, уложенных в противни, имеет производительность G' = 500 кг/ч = 0,14 кг/с. Температура продукта: начальная t_1 = 15°С, конечная t_2 = −20°С.

При расчете плиточного морозильного аппарата требуется определить объем и массу замораживаемого блока, количество теплоты, отводимой от блока, продолжительность замораживания блока, геометрические размеры и количество морозильных плит, тепловую нагрузку на аппарат и мощность электродвигателя циркуляционного аммиачного насоса.

Методические указания

Объем замораживаемого блока мяса v_1, (м^3)

$$v_1 = l\, b\, \delta,$$

где l, b, δ — длина (l = 800 мм), ширина (b = 250 мм) и толщина блока (δ = 60 мм).

Масса замораживаемого блока мяса $g_{бл}$, (кг)

$$g_{бл} = v_1\, \rho_п\ ,$$

где $\rho_п$ — плотность мороженого мяса, кг/м^3 ($\rho_п$ = 1070 кг/м^3).

Количество теплоты, отводимой от блока $Q_{бл}$, (Дж)

$$Q_{бл} = g_{бл}\, n_{бл}\, (i_1 - i_2),$$

где $n_{бл}$ — количество размещаемых на одной морозильной плите блоков, ($n_{бл}$ = 6).

Продолжительность замораживания блока мяса определяют по формуле

$$\tau = \frac{q_з \rho_П}{t_{кр} - t_c}\delta\left(R\frac{\delta}{\lambda_з} + P\frac{1}{\alpha}\right),$$

где $q_з$ — удельное количество теплоты, отводимой от 1 кг продукта при его замораживании от начальной температуры t_1 до конечной t_2, Дж/кг; $q_з$ определяется по формуле $q_з = i_1 - i_2$;
$\rho_п$ — плотность мороженого мяса, кг/м^3 ($\rho_п$ = 1070 кг/м^3);
$t_{кр}$ — температура начала замерзания тканевых соков продукта, °С (для мяса $t_{кр}$ = −1°С);
$t_с$ — температура теплоотводящей среды, °С ($t_с$ = −40°С);
R и P – вспомогательные коэффициенты, зависящие от формы и соотношения размеров замораживаемого продукта (для принятых размеров блока величина этих коэффициентов при $\beta_1 = l / \delta$ и $\beta_2 = b / \delta$ P = 1,0 и R = 0,25);
$\lambda_з$ — теплопроводность замороженного продукта, Вт/(м·К); для мяса $\lambda_з$ = 1,14 Вт/(м·К);

α — коэффициент теплоотдачи от поверхности плиты к хладагенту, α = 417 Вт/(м^2 · К).

Так как между блоком замораживаемого продукта и площадью поверхности противня могут находиться воздушные прослойки, которые увеличивают термическое сопротивление теплопередаче и удлиняют продолжительность замораживания, действительную продолжительность замораживания блока $\tau_д$ определяют по формуле

$$\tau_д = \tau / \varphi',$$

где φ'— коэффициент, учитывающий неплотный тепловой контакт (φ' = 0,85).

Продолжительность цикла замораживания блока находят из зависимости

$$\tau_ц = \tau + \tau_{з.в} ,$$

где $\tau_{з.в}$ – продолжительность загрузки и выгрузки блока, ч; принимаем $\tau_{з.в}$ = 789 с.

Число циклов работы аппарата

$$n_ц = \tau_р / \tau_ц ,$$

где $\tau_р$ – продолжительность работы аппарата, с.

Принимаем, что аппарат работает в две смены, т.е. $\tau_р$ = 16 ч в сутки.

Геометрические размеры морозильных плит определяют следующим образом.

Длина морозильной плиты

$$l_{пл} = (b_{бл} n_{бл}) + 5l_1 + 2l_2,$$

где $b_{бл}$ – ширина блока, м ($b_{бл}$ = 0,25 м);

$n_{бл}$ – число блоков, расположенных на одной морозильной плите, ($n_{бл}$ = 6);

l_1, l_2 – расстояние соответственно между блоками, расположенными на морозильной плите (l_1 = 0,03 м), и от блока до края морозильной плиты (l_2 = 0,05 м).

Ширина морозильной плиты

$$b_{пл} = l_{бл} + 2l_2,$$

где $l_{бл}$ – длина блока, м ($l_{бл}$ = 0,8 м).

Количество морозильных плит в аппарате $Z_{пл}$

$$Z_{пл} = \frac{G'\tau_р}{g_{бл} n_ц n_{бл}} .$$

Принимать следует ближайшее четное количество морозильных плит.

Теплопритоки в плиточный аппарат

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_2^{/} + Q_2^{//},$$

где Q_1, Q_2, $Q_2^{/}$, $Q_2^{//}$ — теплопритоки соответственно через ограждения аппарата, от замораживаемого продукта, от металла плит при их охлаждении, а также от металла противней при их охлаждении, Вт.

Теплопритоки через ограждения аппарата

$$Q_1 = \Sigma\, k_н F_н (t_н - t_с),$$

где $k_н$ — коэффициент теплопередачи ограждения, $k_н$ = 0,46 Вт/(м^2 К);
$t_н$ — температура наружного воздуха, $t_н$ = 12°С;
$F_н$ — площадь поверхности ограждения, м^2.

Площадь поверхности аппарата

$$F_н = 2(LB + LH + BH),$$

где L — длина аппарата, L = 2550 мм;
B — ширина апарата, В = 1390 мм;
H — высота аппарата, Н = 2200 мм.

Теплоприток от продукта при замораживании

$$Q_2 = G' q_{пр},$$

где $q_{пр}$ — удельное количество теплоты, отводимой от 1 кг продукта при замораживании, Дж/кг;
$q_{пр} = q_з$.

Теплоприток от металла плит при их охлаждении

$$Q_2^{/} = G_{пл}\, c_{пл}\, Z_{пл}\, (t_{пл} - t_0) \,/\, \tau_ц,$$

где $G_{пл}$ — масса одной плиты, кг; ($G_{пл}$ = 42 кг);
$c_{пл}$ — удельная теплоемкость алюминиевого сплава, из которого изготовлены плиты, Дж/(кг·К);
$c_{пл}$ = 880 Дж/(кг·К);
$t_{пл}$ — температура плиты перед охлаждением, °С; $t_{пл}$ = -30°С;
t_0 — температура кипения хладагента, °С; t_0 = -40°С.

Теплоприток от металла противней

$$Q_2^{//} = G_{пр}\, c_{пр}\, Z_{пр}\, (t_{бл} - t_0) \,/\, \tau_ц,$$

где $G_{пр}$ — масса одной противни с крышкой, кг; ($G_{пр}$ = 2 кг);
$c_{пр}$ — удельная теплоемкость алюминиевого сплава, из которого изготовлены противни, Дж/(кг·К); $c_{пр}$ = 880 Дж/(кг·К);
$t_{пр}$ — температура металла противней после оттаивания блока, °С; $t_{пр}$ = 12°С.

Количество противней в аппарате

$$Z_{пр} = (Z_{пл} - 1) n_{бл}.$$

Мощность электродвигателя циркуляционного аммиачного насоса

$$N_e = V_a \Delta P \,/\, \eta_н,$$

где V_a — объем циркулирующего жидкого хладагента, $V_a = 1{,}0222 \cdot 10^{-3}$ м^3/с;
ΔP — гидравлическое сопротивление в подводящих трубопроводах, ΔP = 63442 Па;
$\eta_н$ — КПД насоса, $\eta_н$ = 0,42.

Оформить отчет о ПР № 5, сделать скрин и прислать – **vitaliy.buruyan@mail.ru**