

УДК 631.544.45

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Ковалишин Б.М., к. т. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bikoval08@mail.ru

Анотація - Показано спосіб підвищення енергоефективності електрифікованого холодильного обладнання при охолодженні газового середовища за рахунок використання підключеного паралельно холодильній машині вентилятора обдуву випарника.

Ключові слова - Енергоефективність, мікроклімат, холодильна машина, камера штучного клімату, випарник, вентилятор.

Постановка проблеми. Потреба в охолодженні продуктів і сировини, використання холоду в медицині, технологічних процесах в тваринництві і рослинництві, при загартуванні металів у машинобудуванні та інших галузях людської діяльності є важливою складовою перерахованих технологічних процесів. Штучний холод застосовується при будівництві шахт у водоносних шарах, в хімічній промисловості – при виробництві деяких синтетичних матеріалів. В рослинництві закритого ґрунту підтримання параметрів мікроклімату у теплицях та оранжереях, кліматичних установках, штучний холод застосовується для проморожування селекційного матеріалу, при яровизації озимих сільськогосподарських культур. Ефективне функціонування холодильного обладнання кліматичних установок дуже часто є визначальним при виборі тієї чи іншої технології, фітокамери, теплиці чи оранжереї. В той же час використання холодильного обладнання значно обмежується його високою вартістю, значною енергомісткістю і витратами на експлуатацію [1]. Тому актуальним є зменшення енергоспоживання при виробництві штучного холоду. Ця проблема відповідає концепції та Закону України "Про енергозбереження" [2].

Формулювання мети статті. Отримання вихідних даних для створення математичної моделі підвищення енергоефективності холодильного обладнання при охолодженні газового середовища в умовах закритих кліматичних систем.

Основна частина. Отримання вихідних даних для математичної моделі процесу охолодження повітряного середовища проводилось в камері штучного клімату, виконаній в будівельних конструкціях та в морозильній скрині CARAVEL–225.

У камері штучного клімату, виконаній в будівельних конструкціях, як джерело штучного холоду використовувався розміщений всередині приміщення випаровувач холодильної машини ИФ–56М з повітряним охолодженням [3]. Над випаровувачем розміщений повітророзподільний канал вентилятора, який знаходиться всередині корисного приміщення. Температура повітря в камері регулювалася трьохпозиційним регулятором ПТР–3.

Як джерело штучного холоду у морозильній скрині CARAVEL–225 використовується випарник у вигляді охолоджувальних внутрішніх стінок. Для перемішування повітря в корисному приміщенні встановлений вентилятор. Температура повітря в морозильній скрині регулювалася за допомогою двохпозиційного вимірювача–регулятора ТРМ–1 з датчиком типу ТСМ. В обох кліматичних установках підтримували температуру повітря на рівні 0°C. Температурні поля в корисних об'ємах обох об'єктів реєструвались 12–ти точковим самопишучим мостом КСМ–4.

Досліджувались три способи холодоз'єму з випарників холодильних машин:

- за рахунок природної конвекції повітря (без вентилятора);
- при постійно працюючому вентиляторі обдуву випарника;
- при роботі вентилятора обдуву випарника одночасно з роботою компресора холодильної машини.

Ефективність використання різних способів холодовіддачі оцінювалась за питомими енерговитратами на роботу холодильних машин і вентиляторів циркуляції повітря, за питомою холодопродуктивністю обладнання і за точністю підтримання температури в корисному об'ємі приміщення. Для оцінки енергоефективності роботи холодильного обладнання визначили і отримали з технічної документації:

- потужності двигунів холодильних машин;
- коефіцієнти завантаженості холодильних машин;
- потужності двигунів вентилятора циркуляції повітря;
- час роботи двигунів холодильних машин і вентиляторів циркуляції повітря всередині корисних об'ємів.

За діаграмами зміни температури повітря в досліджуваних об'єктах, отриманих з допомогою 12–ти крапкового самопишучого моста КСМ–4, розраховували коефіцієнти завантаженості холодильних машин обох закритих агрокосистем для різних варіантів охолодження. Коефіцієнт завантаженості холодильної машини розраховував-

ся як відношення часу роботи до періоду між двома сусідніми включеннями холодильної машини (час роботи + час стоянки).

Паспортна потужність асинхронних електродвигунів холодильної машини і вентилятора циркуляції повітря камери штучного клімату, виконаної в будівельних конструкціях, становить, відповідно, 2,2 і 0,55 кВт, швидкість повітряного потоку через випарник становить 5 м/с. Паспортна потужність електродвигунів холодильної машини і вентилятора циркуляції повітря морозильної скрині CARAVEL-225 – 0,8 і 0,05 кВт відповідно, швидкість повітряного потоку – 0,5 м/с.

Таблиця 1 - Ефективність роботи систем охолодження повітря при різних режимах холодоз'єму.

Варіант	Випарник – окремий блок				Випарник – стінки приміщення			
	Коеф-т завантаженості	Споживана ел. енергія, кВт·год, за		Вироблено холоду, ккал/год	Коеф-т завантаженості	Споживана ел. енергія, кВт·год, за		Вироблено холоду, ккал/год
		годину	рік			годину	рік	
Без вентилятора	0,541	1,19	10424,4	1620	0,155	0,124	1086,2	211,0
З постійно працюючим вентилятором	0,403	2,38	20848,8	1200	0,252	0,252	2207,5	428,8
З вентилятором, підключеним паралельно холодильній машині	0,228	0,85	7446,0	690	0,158	0,134	1173,8	268,9

Отримані результати експерименту з оцінки енергоефективності різних способів холодовіддачі для двох об'єктів штучного клімату приведені в таблиці.

За холодопродуктивністю холодильної машини і коефіцієнтом її завантаженості вираховували, скільки холоду було вироблено за годину і скільки було спожито електричної енергії у кожному з трьох

варіантів з'єму холоду з випарників холодильних машини обох кліматичних установок.

У камері штучного клімату, виконаній в будівельних вентиляціях, для підтримання температури повітря у приміщенні на рівні $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ у третьому варіанті експерименту (з вентилятором, підключеним паралельно холодильній машині) було витрачено холоду на 135% менше, ніж у першому варіанті (без вентилятора), та на 74 % менше, ніж у другому варіанті (з постійно працюючим вентилятором).

Відмічено менше споживання електричної енергії у третьому варіанті експерименту порівняно з першим (на 40 %) та другим (на 180 %) варіантами.

Приріст ентальпії в корисному приміщенні за рахунок теплопритоків від електродвигуна вентилятора, розміщеного всередині приміщення, розраховується за приростом температури повітря за формулою [4]:

$$\Delta I_B = c_p \cdot m_{\Pi} \cdot \Delta T_B,$$

де c_p – ізобарна теплоємність повітря, (1,005 Дж/(кг·°C));

m_{Π} – маса повітря в корисному приміщенні, кг ($m_{\Pi} = \rho \cdot V$);

ρ – густина повітря при 0°C (1,293 кг/м³);

V – об'єм корисного приміщення, (12 м³).

Визначаємо $m_{\Pi} = 15,5$ кг.

Прийmemo $\Delta T_B = 20\text{ }^{\circ}\text{C/год}$.

Отримаємо приріст ентальпії за рахунок теплопритоків від вентилятора обдуву рівний $\Delta I_B = 312$ Дж/год = 74,5 кал/год.

Так як двигун вентилятора обдуву випарника холодильної машини під час роботи додає в корисне приміщення камери вказану кількість теплової енергії, то ще більшого ефекту з підвищення енергоефективності холодильного обладнання при одночасній роботі холодильної машини і вентилятора обдуву можна досягти, винісши двигун останнього за межі цього приміщення.

Отже, найбільш висока енергоефективність підтримання температури в корисному об'ємі приміщення камери штучного клімату, виконаної в будівельних конструкціях з випарником у вигляді окремого блоку, як з точки зору витрат холоду, так і з погляду економії вентиоенергії відмічена у варіанті з вентилятором обдуву, працюючим одночасно з холодильною машиною.

Для морозильної скрині CARAVEL–225 з виконаним у вигляді внутрішніх стінок випарником витрати електроенергії і холоду у варіанті без циркуляційного вентилятора певною мірою поступаються цим же параметрам для варіанту з вентилятором, підключеним паралельно холодильній машині.

Більш контрастні відмінності за витратами електроенергії і холоду відмічені у варіанті з постійно працюючим вентилятором і варіанті без обдуву.

У морозильній скрині CARAVEL–225 для підтримання температури повітря у корисному об'ємі на рівні 0 °С у першому варіанті експерименту (з відключеним вентилятором) було витрачено електроенергії на 8 % менше, ніж у третьому варіанті (з вентилятором, підключеним паралельно холодильній машині), та на 103 % менше, ніж у другому варіанті (з постійно працюючим вентилятором).

Відмічено менше споживання холоду у першому варіанті експерименту порівняно з третім (на 27 %) та другим (на 103 %) варіантами. Підвищення енергоефективності морозильної скрині для варіанту роботи з вентилятором обдуву, підключеним паралельно холодильній машині, можливе, на нашу думку, шляхом збільшення продуктивності вентилятора.

Отримані результати показують один із шляхів суттєвого зниження витрат електроенергії і холоду при охолодженні газового середовища.

Висновки.

1. Найвища енергоефективність роботи обладнання для охолодження газового середовища у корисному приміщенні камери в будівельних конструкціях отримана у варіанті з працюючим одночасно з холодильною машиною вентилятором обдуву випарника, який виконаний у вигляді окремого блока.

2. Підвищенню енергоефективності роботи обладнання для охолодження газового середовища сприяє винесення вентилятора обдуву випарника холодильної машини за межі корисного приміщення.

3. Значний вплив на ефективність енерго- і холодовикористання має швидкість повітряного потоку, створюваного циркуляційними вентиляторами.

4. Рекомендувати використання в охолоджуваних закритих агрокосистемах режиму одночасної роботи холодильної машини з випарником, виконаним у вигляді окремого модуля, та вентилятора його обдуву.

Література.

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агро про-мисловому комплексі.– Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.–976 с.

2. Закон України “Про енергозбереження”. Відомості Верховної Ради.-1994, № 30.– 283 с.

3. Холодильная машина ИФ-56М (Описание и инструкция по эксплуатации). – Касимов, 1978.–76с.

4. *В.Вычужанин.* Управление расходом воздуха в установке комфортного кондиционирования воздуха//Ж-л «Сантехника, отопление, кондиционирование», №5, 2005.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ГАЗОВОЙ
СРЕДЫ**

Б.М. Ковалишин

Аннотация - Показан способ повышения энергоэффективности электрифицированного холодильного оборудования при охлаждении газовой среды за счет использования подключенного параллельно холодильной машине вентилятора обдува испарителя.

**INCREASE OF ENERGI-SAVING ELECTRIFICAL
TECHNOLOGIC EQUIPMENT AT COOLING OF
GAS ENVIRONMENT**

B. Kovalishin

Summary

The method of energy efficiency increasing electrical refrigerating equipment gas environment by used of evaporator fan, which is parallel connected with refrigerating machine are shown.