

Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова

ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова

ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів бакалаврського напрямку “Енергетика” спеціальності “Теплоенергетика”. Протокол № 6 від 29 листопада 2007 р.

Вінниця ВНТУ 2008

УДК 621.565

С 79

Рецензенти :

С. Й. Ткаченко, доктор технічних наук, професор

А. Ф. Пономарчук, доктор технічних наук, професор

Є. С. Корженко, кандидат технічних наук, доцент

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Степанов Д. В., Степанова Н. Д.

С79 Холодильна техніка та технологія. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 95 с.

В посібнику розглянуто основи проектування холодильників, холодильне обладнання систем кондиціонування повітря та технології виробництва льоду. Викладені особливості розрахунків холодильних камер, вибір планування холодильника, розрахунки схем холодильних машин та вибір обладнання. Наведений приклад розрахунку холодильника. Розглянуто основні холодильні агенти та холодоносії і їх вплив на навколишнє середовище. В посібнику підібраний необхідний довідковий матеріал для виконання самостійної роботи студентами з дисципліни “Холодильна техніка та технологія”.

УДК 621.565

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1 ПРИНЦИП ДІЇ, ОЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	6
1.1 Фізичні основи отримання холоду	6
1.2 Промислові технології, що використовують штучний холод	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Класифікація холодильних установок і станцій	Ошибка! Закладка не определена.
2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКІВ	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Класифікація холодильників	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Режими холодильної обробки та характеристика камер холодильників	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Норми завантаження.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Визначення кількості і розмірів камер	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Вибір планування холодильника	Ошибка! Закладка не определена.
2.6 Вибір способу охолодження і схеми холодильної установки	Ошибка! Закладка не определена.
3 КОНСТРУКЦІЯ ОГОРОДЖЕНЬ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ТА ТЕПЛОПРИПЛИВИ В КАМЕРИ	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Вибір тепло- і пароізоляційних матеріалів	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Визначення товщини теплоізоляційного слою	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Розрахунок теплоприпливів у камери холодильника	Ошибка! Закладка не определена.
4 ХОЛОДИЛЬНІ АГЕНТИ ТА ХОЛОДОНОСІЇ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Екологічна безпека холодоагентів	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Холодоносії.....	Ошибка! Закладка не определена.
5 ЦИКЛИ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Класифікація циклів холодильних машин	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Газові холодильні машини.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Одноступеневі парокompресійні холодильні машини	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Двоступеневі холодильні машини	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Каскадна холодильна машина ...	Ошибка! Закладка не определена.
5.6 Абсорбційні холодильні машини (АХМ)	Ошибка! Закладка не определена.
6 РОЗРАХУНОК І ПІДБІР УСТАТКУВАННЯ	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Вибір розрахункового робочого режиму	Ошибка! Закладка не определена.
6.2 Підбір компресорів	Ошибка! Закладка не определена.
6.3 Розрахунок і підбір теплообмінних апаратів	Ошибка! Закладка не определена.
6.4 Підбір трубопроводів та насосного обладнання	Ошибка! Закладка не определена.

7	ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	Ошибка! Закладка не определена.
7.1	Класифікація кондиціонерів	Ошибка! Закладка не определена.
7.2	Конструктивні та схемні рішення холодильних циклів систем кондиціонування	Ошибка! Закладка не определена.
8	ВИРОБНИЦТВО ЛЬОДУ	Ошибка! Закладка не определена.
8.1	Особливості виробництва водяного льоду	Ошибка! Закладка не определена.
8.2	Виробництво сухого льоду	Ошибка! Закладка не определена.
	Література	7
	Приклад розрахунку основних елементів холодильника	Ошибка! Закладка не определена.
	P _h -діаграма аміаку R717	Ошибка! Закладка не определена.
	P _h -діаграма фреону R22	Ошибка! Закладка не определена.
	ξ _h -діаграма водоаміачної суміші	Ошибка! Закладка не определена.

ПЕРЕДМОВА

Даний навчальний посібник призначений для студентів денної та заочної форми навчання бакалаврського напрямку “Теплоенергетика”. Посібник підготовлений відповідно до навчальної програми дисципліни “Холодильна техніка та технологія”.

На даний час відчувається суттєва обмеженість доступу до літературної інформації, особливо україномовної, щодо основ холодильної технології та питань розрахунків холодильної техніки. Тому, на думку авторів, даний посібник буде корисним як для якісної підготовки до лекційних та практичних занять, так і для виконання самостійної роботи студентами.

Основна увага в посібнику приділена особливостям холодильної технології, основам проектування холодильників та методам розрахунків обладнання.

Авторами розглянуте сучасне високоефективне холодильне обладнання систем кондиціонування повітря та енергоефективні абсорбційні холодильні машини. Для зручності роботи студента в посібнику зосереджена значна кількість нормативного та іншого довідкового матеріалу, а також наведений приклад розрахунку основних елементів холодильника.

Безумовно наведені дані не дозволяють повною мірою проводити проектування холодильних систем, але висвітлюють головні принципи їх розрахунків і вибору обладнання.

Автори вдячні рецензентам за корисні поради і зауваження в процесі рецензування і підготовки рукопису.

Автори

1 ПРИНЦИП ДІЇ, ОЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

1.1 Фізичні основи отримання холоду

Холодильні установки відносяться до групи систем перетворення енергії, які називають *термотрансформаторами*. Трансформаторами теплоти (чи термотрансформаторами) називаються технічні системи, у яких здійснюється відведення енергії у формі теплоти від об'єктів з відносно низькою температурою до приймачів теплоти з більш високою температурою. Таке перетворення не може, як впливає з термодинаміки, відбуватися мимовільно. Для підвищення потенціалу теплоти необхідна витрата зовнішньої енергії того чи іншого виду: електричної, механічної, хімічної, кінетичної енергії потоку газу чи пари тощо [1].

Процеси підвищення потенціалу теплоти класифікуються в залежності від положення температурних рівнів: верхнього – теплоприймача T_B і нижнього – тепловіддавача T_H відносно температури навколишнього середовища $T_{н.с.}$, прийнятої в більшості випадків рівною 20°C (293 K).

У тому випадку, коли температура тепловіддавача нижча температури навколишнього середовища $T_H < T_{н.с.}$, а теплоприймача дорівнює цій температурі $T_B \approx T_{н.с.}$, то система, що здійснює відведення теплоти, (трансформатор теплоти) називається *рефрижератором* (клас R – від англійського слова refrigeration — охолодження).

Якщо $T_H \geq T_{н.с.}$ і $T_B > T_{н.с.}$, відповідний трансформатор теплоти називається *тепловим насосом* (клас Н – від англійського слова heat — теплота).

Якщо $T_H < T_{н.с.}$ і $T_B > T_{н.с.}$, то трансформатор теплоти здійснює обидві функції – і рефрижератора, і теплового насоса, в такому випадку він називається *комбінованим* (клас RH).

В основному, робота рефрижератора полягає у виробленні холоду, тобто відведенні в навколишнє середовище теплоти від об'єктів, температура T_H яких нижча температури навколишнього середовища. В залежності від рівня T_H рефрижератори поділяються на дві підгрупи: якщо $T_H > 120\text{ K}$, то відповідні системи називаються *холодильними*, якщо $T_H < 120\text{ K}$ – *криогенними*.

Теплонасосна система призначена для використання теплоти, що відводиться від навколишнього середовища чи іншого низькопотенціального джерела, наприклад, відпрацьованої води чи пари, для побутового або технологічного теплопостачання – підведення теплоти при $T_B > T_{н.с.}$. Зазвичай T_B не перевищує $400\dots 450^\circ\text{C}$, оскільки теплоту більш високого потенціалу, як правило, вигідніше отримувати за рахунок використання хімічного чи ядерного палива.

Теплоприймачем – охолодженим середовищем, якому передається теп

Література

1. Холодильные установки /Чумак И. Г., Чепурненко В. П. и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. И. Г. Чумака. – 3-е изд. , перераб и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 495 с.
2. Свердлов В. Г., Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. –Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 326 с.
3. Практикум по холодильным установкам: Учебное пособие для студентов вузов / Бараненко А. В., Калюнов В. С., Румянцев Ю. Д. – СПб.: Профессия, 2001. – 272 с.
4. Холодильные установки: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур», «Холодильная криогенная техника и кондиционирование» / Курылев Е. С., Оносовский В. В., Румянцев Ю. Д. – СПб.: Политехника, 1999. – 576 с.
5. СНиП 2.04.14 – 88 – Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
6. СНиП 2.11.02 – 87 – Холодильники.
7. СНиП 2.09.02 – 85* – Производственные здания.
8. В. Мааке, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-Л. Кошпен. Учебник по холодильной технике / Пер. с франц. под ред. д.т.н. В. Б. Сапожникова. – М.: Изд. МГУ, 1998. – 1138 с.
9. СНиП 2.04.05 – 91* – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
10. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учеб. пособие] / Г. В. Нимич, В. А. Михайлов, Е. С. Бондарь. – К.: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост – Прим», 2003. – 630 с.

Навчальне видання

Степанов Дмитро Вікторович

Степанова Наталія Дмитрівна

ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Оригінал-макет підготовлено Степановим Д. В.

Редактор В. О. Дружиніна

Коректор З. В. Поліщук

Науково-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку
Формат 29,7x42¼
Друк різнографічний
Тираж _____ прим.
Зам. №

Гарнітура Times New Roman
Папір офсетний
Ум. друк. арк.

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.