

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ



Кафедра ОПХВ

**ВАКУУМУВАННЯ ПАРОВОЇ КОМПРЕСІЙНОЇ
ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ**

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
з дисципліни „Холодильне устаткування“
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Мелітополь, 2016

Вакуумування парової компресійної холодильної машини. Методичні вказівки для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016 - 20с.

Розробники: к.т.н., професор Ялпачик Ф.Ю
к.т.н., доцент Стручаєв М.І.
д.т.н., професор Ялпачик В.Ф.
к.т.н., доцент Тарасенко В.Г.

Рецензент: д.т.н., професор кафедри МЕЗ А.А.Волошина

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри ОПХВ
«01» «листопада» 2016 р., протокол № 4.

Розглянуто та рекомендовано до друку методичною Радою
факультету інженерії та комп'ютерних технологій
«24» «листопада» 2016 р., протокол № 4.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Тема: Вакуумування парової компресійної холодильної машини.

Мета роботи: Ознайомитись зі схемою устаткування для вакуумування парової компресійної холодильної машини та лабораторною установкою для оцінки їх параметрів. Вивчити будову, принцип роботи установки і правила вакуумування холодильної машини, техніку безпеки при її роботі. Вивчити теоретичні аспекти вакуумування, $p - \tau$ діаграми характеру росту тиску після вакуумування (тобто якості вакуумування) холодильного контура холодильної машини.

Час виконання роботи: 4 год.

1 Порядок виконання роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи (студенти повинні пройти інструктаж техніки безпеки з відповідним записом у журналі інструктажу з техніки безпеки на робочому місці);

- ознайомитись з принципом дії, будовою установки для вакуумування парової компресійної холодильної машини;

- розглянути схему лабораторної установки для вакуумування парової компресійної холодильної машини та відпрацювати методику замірів показників;

- провести вакуумування парової компресійної холодильної машини на заданому режимі: виконати потрібні заміри вакууму;

- записати показання вимірювальних пристроїв, за отриманими

результатами вимірів побудувати $p - \tau$ діаграму підвищення тиску після

вакуумування від часу, на цьому ж графіку побудувати стандартні $p - \tau$

діаграми підвищення тиску після вакуумування від часу;

- виконати потрібні розрахунки та провести аналіз отриманих результатів;

- зробити висновки про якість вакуумування;

- оформити звіт роботи; звіт повинен містити мету роботи, схему лабораторної установки, основні технічні характеристики, таблицю результатів вимірювання підвищення тиску після вакуумування, $p - \tau$ діаграму за результатами вимірювання підвищення тиску після вакуумування від часу, нанесену на стандартні $p - \tau$ діаграми підвищення тиску після вакуумування від часу. Зробити висновок про якість вакуумування, дати аналіз.

- відповісти на контрольні запитання;

- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2 Завдання для самостійної роботи:

Під час підготовки до роботи за вказаною літературою вивчити призначення та область застосування устаткування для вакуумування парових компресійних холодильних машин. Вивчити основні технічні дані. Вивчити будову і принцип роботи портативної вакуумно-заправочної станції. Вивчити правила техніки безпеки при її роботі. Вивчити будову і принцип роботи лабораторної установки. Запустити вакуумний насос у роботу і зняти показання приладів. За результатами вимірів побудувати $p - \tau$ діаграму характеру росту тиску після вакуумування та порівняти її зі стандартними $p - \tau$ діаграмами, тобто визначити якість вакуумування холодильного контура холодильної машини. Зробити висновок про якість вакуумування холодильної машини. Оформити звіт по роботі.

2.1 Питання для самопідготовки

2.1.1 За рекомендованою літературою позааудиторно вивчити теоретичні аспекти вакуумування парових компресійних холодильних машин. [1] с.199...205, [4] с.70...105.

2.1.2 Розглянути термодинамічні основи вакуумування парових компресійних холодильних машин. [2] с.206...213.

2.1.3 Розглянути стандартні діаграми характеру росту тиску після вакуумування (тобто якості вакуумування) холодильного контура холодильної машини.[3] с.199-213. [1] с.199...205

2.1.4 За рекомендованою літературою позааудиторно вивчити порядок визначення якості вакуумування холодильного контура холодильної машини [4] с.100-102.

3 Загальні відомості

Вакуумування є одним з важливих елементів триади: діагностика, вакуумування та заправка холодильної машини.

Портативна вакуумно-заправочна станція для обслуговування холодильних машин (рис. 1.) забезпечує проведення робіт по вакуумуванню системи, заправці системи холодоагентом і мастилом. Станція має вакуумний насос, манометричний колектор та шланги для заправки.

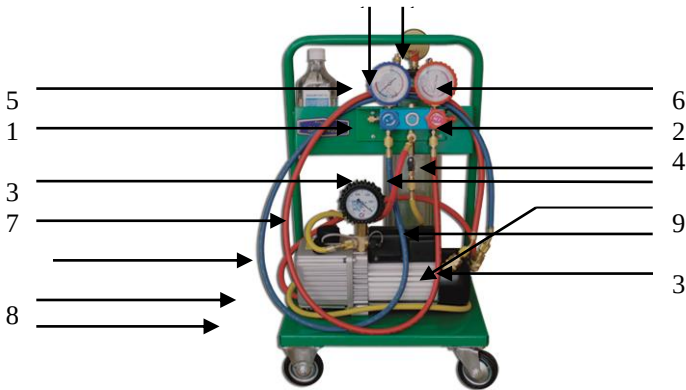


Рис. 1. Загальний вигляд та позначення основних елементів поративної вакуумно-заправочної станції: 1 - вентиль низького тиску; 2 - вентиль високого тиску; 3 - кран холодоагента; 4 - кран вакуумного насоса; 5 - мановакуумметр низького тиску; 6 - манометр високого тиску; 7 - вакуумметр; 8 - шланг низького тиску; 9 - вакуумний насос

Вакуумування холодильного контура виконується з метою видалення з контура повітря та газів після опресування і, саме головне, для зниження вмісту вологи. Наявність вологи в контурі може призвести до забивання льодом регуляторів подачі, чотириходового клапана, з великою вірогідністю до виходу з ладу компресора. Для видалення вологи з контура насосом необхідно, щоб вода з рідкого стану перейшла в газоподібний. Для цього потрібно значно понизити тиск за допомогою вакуумного насоса (рис. 2.).



Рис. 2. Вакуумні насоси

Вакуумувати контур треба при підвищеній температурі. Для цього можна при вакуумуванні нагрівати теплообмінник контура потоком гарячого повітря. Вакуум, який є достатнім для холодильних машин

- 1 мбар. Схема підключення обладнання для вакуумування системи приведена на рис. 3.

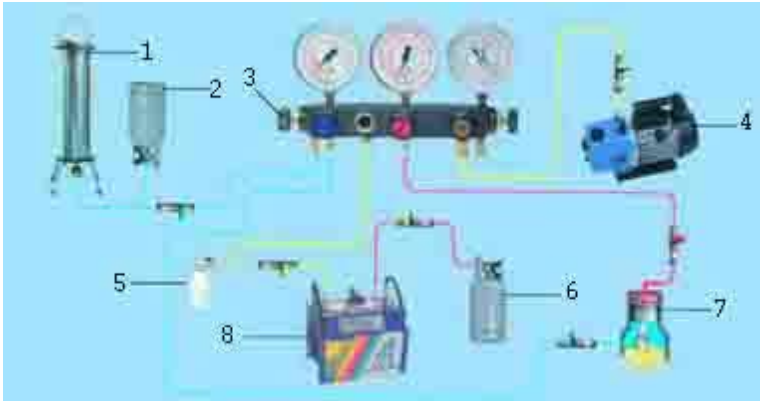


Рис.3. Схема підключення обладнання для вакуумування системи: 1 – заправочний циліндр; 2 – заправочний балон; 3 – п'ятивентильний колектор; 4 – вакуумний насос; 5 – циліндр для відбору проб холодоагента; 6 – балон для евакуації холодоагента; 7 – холодильний контур; 8 – станція евакуації холодоагента.

Час вакуумування залежить від внутрішнього об'єму холодильного контура, кількості вологи в контурі і зовнішньої температури. Як тільки вакуум досягне 1 мбара, вентиль вакуумного насоса можна закрити, а насос виключити.

У контурах з капілярною трубкою вакуумування виконують з лінії усмоктування через заправочний колектор. У системах з ТРВ вакуумування треба виконувати як з лінії усмоктування, так і з лінії нагнітання. Після завершення вакуумування необхідно перекрити вентилі, через які виконують вакуумування, та спостерігають за характером зміни вакуума в контурі. Можливі варіанти зміни величини вакуума показано на рис. 4.



Рис. 4. Перевірка якості вакуумування холодильного контура: 1- контур зневоджено, але він має значне витікання; 2 – контур зневоджено, але ступінь герметичності недостатній; 3 – контур погано зневоджений і недостатньо герметичний; 4 – контур герметичний, але недостатньо зневоджений; 5 – контур повністю зневоджений і повністю герметичний.

Якщо на протязі 24 годин вакуум зміниться до 0,5 мбара (лінія 5), можна вважати, що контур повністю зневоджений і повністю герметичний. Крива 4, відповідно - контур герметичний, але недостатньо зневоджено. Крива 3 – контур погано зневоджений і недостатньо герметичний. Крива 2 – контур зневоджено, але ступінь герметичності недостатній. Лінія 1 – контур зневоджено, але він має значне витікання.

Якщо вакуумування виконується після ремонту, тоді треба вакуумувати через фільтр-осушувач. Тому при ремонті і будь-якому розкритті контура необхідно замінювати фільтр-осушувач.

4. Оснащення лабораторної роботи обладнанням для експериментальних досліджень

Для оцінки параметрів вакуумування парової компресійної холодильної машини використовується виготовлений на кафедрі експериментальний стенд лабораторної установки. Принципова схема установки для експериментальної оцінки параметрів вакуумування парової компресійної холодильної машини наведена на рис 5.

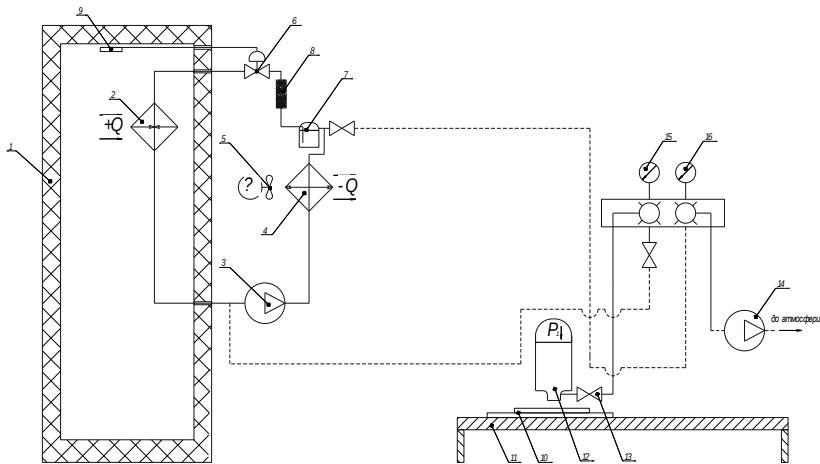


Рис. 5. Принципова схема установки для експериментальної оцінки параметрів вакуумування парової компресійної холодильної машини: 1 – холодильна шафа; 2 – випаровувач; 3 – компресор; 4 – конденсатор; 5 – вентилятор з електроприводом; 6 – ТРВ (терморегулюючий вентиль); 7 – ресивер; 8 – фільтр-осушувач; 9 – датчик температури для ТРВ; 10 – ваги; 11 – стіл; 12 – балон з хладоном; 13 – вакуумний насос; 14 – манометр; 15 – мановакуумметр.

Вакуум вимірюється з використанням вакуумметра, а для визначення часу вакуумування до необхідного тиску використовують електронний годинник.

Для проведення досліджень крім основного обладнання задіяні наступні пристрої:

- насос вакуумний VE115N;
- мановакуумметр для R12 з ціною поділки 5 мм ртутного стовпчика;
- електронний годинник.

Фотографія загального вигляду лабораторної установки представлено на рис. 6.



Рис. 6. Фотографія загального вигляду лабораторної установки для вакуумування парової компресійної холодильної машини

Послідовність вакуумування парової компресійної холодильної машини

1. Холодильний агрегат, зібраний (спаяний) і перевірений на герметичність у ванні, поступає на участок вакуумування, де треба:
2. Пересвідчитись у відсутності тиску в системі.
3. Якщо в системі є холодоагент або остаточний тиск – треба видалити їх з системи.
4. Після видалення залишків холодоагента можна починати вакуумування.
5. Під'єднайте шланги низького та високого тиску до сервісних штуцерів системи.
6. Підключіть вакуумний насос до джерела електроживлення.
7. Включіть вакуумний насос.
8. Відкрийте вентилі високого і низького тиску.
9. Відкрийте вентиль вакуумного насоса.
10. Дайте вакуумному насосу попрацювати деякий час. (Слідкуйте за показниками вакуумметра. Коли вакуум у системі досягне потрібного рівня, продовжуйте вакуумування ще 15-20 хвилин).
11. Після завершення вакуумування закрийте вентиль вакуумного насоса.
12. Вимкніть вакуумний насос.
13. Перевірте герметичність системи по мановакуумметру і манометру, показання яких повинні бути стабільно нижче 0.

14. Закрийте вентилі низького і високого тиску.

15. Первинне вакуумування виконують до залишкового тиску 10 мм рт.ст., після чого в агрегат уводять 60-80 г хладона для отримання повітряно-фреонової суміші. Вакуумування з проміжним заповненням агрегата невеликою дозою хладона та вторинним вакуумуванням забезпечує низький залишковий тиск повітря в агрегаті.

5 Методика проведення роботи

1. Вивчити будову, принцип роботи установки і правила вакуумування холодильної машини, техніку безпеки при її роботі.

2. Зобразити принципову схему установки для експериментальної оцінки параметрів вакуумування парової компресійної холодильної машини.

3. Провести зовнішній огляд лабораторної установки для вакуумування парової компресійної холодильної машини.

4. Пересвідчитись у відсутності тиску в системі.

5. Підключіть вакуумний насос до джерела електроживлення.

6. Включіть вакуумний насос.

7. Дайте вакуумному насосу попрацювати деякий час. (Слідкуйте за показниками вакуумметра. Коли вакуум у системі досягне потрібного рівня, продовжуйте вакуумування ще 15-20 хвилин).

8. Після завершення вакуумування закрийте вентиль вакуумного насоса.

9. Вимкніть вакуумний насос.

10. Після вимкнення вакуумного насосу відразу, а потім через кожні 15 хвилин вимірюйте вакуум у контурі холодильної машини за допомогою мановакуумметра, час випробування. Тривалість експериментальної оцінки параметрів вакуумування парової компресійної холодильної машини приблизно 60 хвилин, що при множенні на умовний масштаб часу $m\tau = 0,4$ дорівнює 24 годинам.

11. Занести результати вимірів у таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати вимірів та обчислень показників перевірки якості вакуумування холодильного контура холодильної машини

№ зп	Величини, які треба вимірювати	Позначення	Чисельне значення
1	Вакуум відразу після зупинки вакуумного насоса , кгс/см ² , МПа	P_1	
2	Вакуум через 15 хвилин , кгс/см ² , МПа	P_2	
3	Вакуум через 30 хвилин , кгс/см ² , МПа	P_3	
4	Вакуум через 45 хвилин , кгс/см ² , МПа	P_4	
5	Вакуум через 60 хвилин , кгс/см ² , МПа	P_5	

Провести перерахунок часу, помноживши реальний час вимірювання показників перевірки якості вакуумування холодильного контура холодильної машини на умовний масштаб часу $m\tau = 0,4$.

12. За результатами вимірів побудувати $p - \tau$ діаграму характеру росту тиску після вакуумування без суворого дотримання масштабу, але з зазначенням вакууму через кожні 6 годин та порівняти її зі стандартними $p - \tau$ діаграмами, тобто визначити якість вакуумування холодильного контура холодильної машини.

13. Зробити висновок про якість вакуумування холодильної машини.

Інструкція з охорони праці

1 Загальні вимоги

До лабораторної роботи допускаються студенти, які пройшли інструктаж по техніці безпеки, про що зроблений відповідний запис у реєстраційному журналі.

2 При підготовці до лабораторної роботи:

- до початку лабораторної роботи кожен студент зобов'язаний ознайомитися з правилами безпеки при виконанні роботи;
- не починати виконання експериментальної частини роботи без відповідного розпорядження викладача або лаборанта.

3 Під час виконання роботи:

- не тримати на робочому місці сторонні предмети;
- не переходити самовільно на інші робочі місця і не пересуватися без потреби по лабораторії;
- при налаштуванні парової компресійної холодильної установки повністю вимкнути її з електромережі;
- не скупчуватись навколо робочого місця, дбати про вільні проходи до аптечки та інвентарю пожежогасіння.

4 Після закінчення експериментальної частини роботи:

- прибрати та здати робоче місце лаборанту або викладачу.

5. У разі виникнення пожежі необхідно негайно проінформувати викладача або лаборанта, подзвонити за номером 101.

Техніка безпеки при вакуумуванні парової компресійної холодильної установки

1. Кожна парова компресійна холодильна установка повинна бути обладнана запобіжними клапанами та контрольно-вимірною апаратурою.

2. Запобіжні клапани та манометри встановлюються після ресивера.

3. Обов'язковому контролю підлягає температура повітря перед кожним холодильником та за ним, а також кінцева температура фреона на виході з компресора.

4. При значних відхиленнях тиску та температури від значень, що вказані в заводській інструкції, експлуатацію парової компресійної холодильної установки треба припинити, виявити недоліки та усунути їх.

5. Парові компресійні холодильні установки, обладнані електроприводом, повинні мати заземлення і надійну ізоляцію усіх елементів, по яких протікає струм.

6. При будь-якому способі приводу усі деталі, які обертаються (маховики, муфти і тому подібне) повинні мати огорожуючий кожух.

7. Шумові характеристики не повинні перевищувати 90 дБ.

8. Вібрація на частотах від 2 до 63 Гц не повинна перевищувати 92 дБ.

9. Час присутності оператора біля працюючої парової компресійної холодильної установки не більше 20-30 хв. за зміну.

10. Двигун та щит приборів у темну частину доби повинні бути освітлені.

Експлуатація холодильної машини повинна провадитися відповідно до інструкції і «Правил техніки безпеки при роботі холодильних установок».

До роботи з машиною повинні допускатися особи, що пройшли спеціальне навчання, інструктаж і атестацію, що мають посвідчення на право роботи з холодильними установками напругою до 1000 В.

Конструкція машини забезпечує виконання таких вимог безпеки: корпус машини і щит керування мають заземлюючі пристрої (болти) для підключення до загального контуру, що заземлює; електричний опір ізоляції усіх струмоведучих частин не менше 0,5 МОм; апарати машин виконані відповідно до «Правил будови і безпеки експлуатації резервуарів, що працюють під тиском».

У машині передбачені такі види автоматичних захистів: захист від зниження тиску усмоктування; захист від підвищення тиску нагнітання; тепловий захист електродвигунів; захист від струмів короткого замикання.

На ресивері передбачена плавка пробка для аварійного викиду холодильного агента. Пробка має легкоплавкий сплав, що при підвищенні температури вище 65°C виплавляється і холодильний агент викидається з ресивера. Щоб уникнути попадання холодильного агента в приміщення при аварійному викиді, до плавкої пробки під'єднана трубка, що виводиться за межі робочого приміщення.

При попаданні холодильного агента в очі необхідно промити очі водою кімнатної температури і закапати в очі стерильну вазелінову олію. Якщо подразнення не пройде, очі варто промити слабким розчином борної кислоти, або стерильним розчином повареної солі з вмістом NaCl не вище 2%.

При задусі, викликаній нестачею кисню у приміщенні, заповненому газоподібним холодильним агентом, негайно винести постраждалого на свіже повітря і, у випадку припинення дихання, робити штучне дихання до приходу лікаря.

Забороняється загороджувати проходи біля машини предметами, що утрудняють доступ до машини.

На видних місцях повинні бути вивішені плакати з правилами надання допомоги при: ураженні електричним струмом, обморожуванні, задусі, попаданні холодильного агента в очі.

Випадки екстреної зупинки парової компресійної холодильної установки.

Холодильна установка повинна бути негайно зупинена у випадках, коли:

- з'явились різкі стуки та удари;
- тиск у будь-якому ступені значно зріс та продовжує рости;
- зупинилась подача охолоджуючого повітря;
- пошкоджено ущільнення та має місце витік холодоагенту;
- спрацював запобіжний електромагнітний клапан;
- розплавилась встановлена на ресивері плавка пробка для викиду холодильного агента у випадку аварійного підвищення температури вище 66°C;
- не працює будь-який манометр;
- значно підвищились показники електроприводу.

6 Контрольні питання:

1. Основна мета вакуумування холодильних машин?
2. З яких основних елементів складається вакуумно-заправочна

станція?

3. Які роботи можна проводити за допомогою вакуумно-заправочної станції?
4. Який прилад дозволяє виявити витікання холодоагента з системи?
5. Для чого необхідно вакуумувати заправочний контур?
6. Для чого потрібен мановакуумметр низького тиску?
7. Чому необхідно вакуумувати систему холодильної машини перед заправкою її холодоагентом?
8. У яких випадках проводять вакуумування холодильного контура?
9. Яка послідовність дій при вакуумуванні?
10. Яка величина залишкового тиску при вакуумуванні?
11. Яка допустима величина залишкового тиску після завершення випробувань?
12. У яких випадках залишковий тиск перевищує необхідну величину?

7 Тестові завдання:

1. Метою вакуумування холодильного контура є:

1. видалення з контура повітря та газів після опресування і для зниження вмісту вологи.;
2. стискання холодильного агенту;
3. регулювання подачі холодильного агенту;
4. регулювання тиску.

2. Вакуумувати холодильний контур треба:

1. при підвищеній температурі;
2. при зниженій температурі;
3. умови вакуумування неважливі;
4. немає правильної відповіді.

3. Яким чином нагрівають теплообмінник корпусу при вакуумуванні?

1. потоком гарячого повітря;
2. при кімнатній температурі;
3. поливаючи корпус гарячою водою;
4. нагрівати непотрібно.

4. Вентиль вакуумного насоса можна закривати, а насос виключити, коли вакуум досягне тиску:

1. 1 мбар;
2. 3 мбар;
3. 5 мбар;
4. 7 мбар.

5. Яка величина залишкового тиску при вакуумуванні?

1. 10 мм рт.ст.;
2. 15 мм рт.ст.;
3. 20 мм рт.ст.;
4. 30 мм рт.ст.

6. Портативна вакуумно-заправочна станція для обслуговування холодильних машин містить у своєму складі:

1. Вакуумний насос, манометричний колектор та шланги для заправки;
2. компресор, випарник, терморегулюючий клапан;
3. реле тиску, капілярну трубку;
4. конденсатор, трубопроводи.

8 Список рекомендованої літератури

1. Холодильні установки: Підручник / 6-е вид., перероблене і доповнене / І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006. – 550 с.
2. Дідур В.А., Стручаєв М.І. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві, – К.: Аграрна освіта, 2008.- 233с.
3. Кочегаров Б.Е. – Бытовые машины и приборы. Ч1. – Изд-во ДВГТУ, 2003.
4. Кожемяченко А.В., Петросов С.П. – Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов. – Академия, 2004.

