

Міністерство освіти і науки України



Державний біотехнологічний університет

Методичні вказівки
до практичного заняття

**Розрахунок теоретичного робочого циклу
двоступінчастої парової холодильної машини з
повним проміжним охолодженням пари між
ступенями**

за курсом «Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і
харчових виробництв»

Для студентів денної і заочної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри обладнання та
інжинірингу переробних і харчових
виробництв
Протокол №18 від 27.04.2023р.

Затверджено
на засіданні методичної ради
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол №4 від 04.05.2023р

Харків - 2023

П.В. Гурський, О.В.Богомолов, С.Г.Іващенко

Розрахунок теоретичного робочого циклу двоступінчастої парової холодильної машини з повним проміжним охолодженням пари між ступенями: Методичні вказівки до виконання практичного заняття з навчального курсу: Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. – Х.: ДБТУ, 2023. – 20 с.

Рецензенти:

Михайлов В.М. доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи (Державний біотехнологічний університет)

Потапов В.О. доктор технічних наук, професор кафедри «Холодильна і торгівельна техніка» (Державний біотехнологічний університет)

Методичні рекомендації призначені для допомоги студентам денної та заочної форми навчання при виконанні практичного заняття на тему: Розрахунок теоретичного робочого циклу двоступеневої парової холодильної машини з повним проміжним охолодженням пари між ступенями.

© Богомолов О.В., Гурський П.В.,
С.Г.Іващенко, 2023

© Державний біотехнологічний
університет, 2023

Практична робота №5

Тема: Розрахунок теоретичного робочого циклу двоступінчастої парової холодильної машини з повним проміжним охолодженням пари між ступенями.

Мета: Придбати практичні навички в побудові, розрахунку і дослідженні теоретичного робочого циклу двоступінчастої холодильної машини.

Теоретичні дані

Теоретичний цикл парової компресійної холодильної машини, що буде розглядатись в даній практичній роботі відбувається за допомогою дев'яти основних елементів (рис.1): випарювачів (проміжного і низького тиску), компресорів (низького і високого тиску), конденсатора (включаючи переохолоджувач), двох регулюючих вентилів і проміжної судини. У кожному з них відбувається певний термодинамічний процес. В реальній експлуатації холодильна машина має ще цілий перелік допоміжних апаратів, таких як ресивери, масловіддільники, фільтри, насоси, повітроохолоджувачі, вентилятори і т. ін.

Основна перевага парової холодильної компресійної машини полягає в тому, що її робочий цикл в основному протікає в області насичення — **між граничними кривими** (рис.2). Це дозволяє здійснювати процес з великим наближенням до циклу Карно, тому що в області насичення ізобари збігаються з ізотермами. Процес парової компресійної машини, що працює по зворотному циклу Карно, протікає в такий спосіб. Робочою речовиною служить легкокипляча рідина (холодильний агент, наприклад аміак з температурою кипіння – $33,3^{\circ}\text{C}$ за атмосферного тиску). В спеціальному трубчастому апараті – випарнику при постійному тиску P_{o2} і відповідною до нього низькою температурою t_{o2} холодильний агент кипить, причому необхідне для цього тепло відбирається від охолоджуваного приміщення. Пара аміаку, що утворюється під

час кипіння, з випарника засмоктується компресором низького тиску, стискується в ньому до тиску P_{ol} та відповідної йому температури t_{ol} і нагнітається через водяний охолоджувач в проміжну судину, де відділяється від краплинок рідини, засмоктується компресором високого тиску, стискується до тиску P_k та відповідної йому температури t_k і подається в конденсатор. У конденсаторі пара холодоагенту, під впливом охолоджувальної води, конденсуються при тому ж постійному тиску P_k і температурі t_k . Рідкий холодильний агент з конденсатора надходить у регулюючий вентиль, на виході з якого, його тиск знижується від P_k до P_{ol} , тобто відбувається дроселювання. У результаті чого він знову здатний кипіти у випарнику при низькій температурі і забезпечувати охолодження.

Двоступінчасті холодильні машини (рис.1, а) застосовують при температурах кипіння до -60°C .

Схеми роботи цих машин різні в залежності від способу проміжного охолодження пари між ступенями і переохолодження рідини перед регулюючим вентиляем. Проміжне охолодження пари між ступенями може бути повним або неповним. У першому випадку пара спочатку охолоджується холодною водою, а потім рідким холодильним агентом до стану насичення при проміжному тиску. В другому випадку для охолодження використовується лише вода, охолоджувана пара до стану насичення не доводиться, залишається перегрітою. Рідина перед регулюючим вентиляем може переохолоджуватися водою, а більш глибоко — рідким холодильним агентом.

Проміжні судини (рис. 1, б) являють собою теплообмінні апарати, що застосовуються в аміачних машинах двох- і триступінчастого стискування. Вони служать для проміжного охолодження пари аміаку після стискування в компресорах низького чи середнього тисків. У них же відбувається переохолодження рідини, що направляється з конденсатора (по змійовику в нижній частині проміжної судини) до регулюючого вентиляю.

В корпус даного теплообмінного апарата з конденсатора дроселюється невелика кількість рідкого аміаку. Під дією тепла, що відбирається від охолоджуваних потоків пари і рідини, цей аміак випаровується в судині при температурі, що відповідає проміжному тиску.

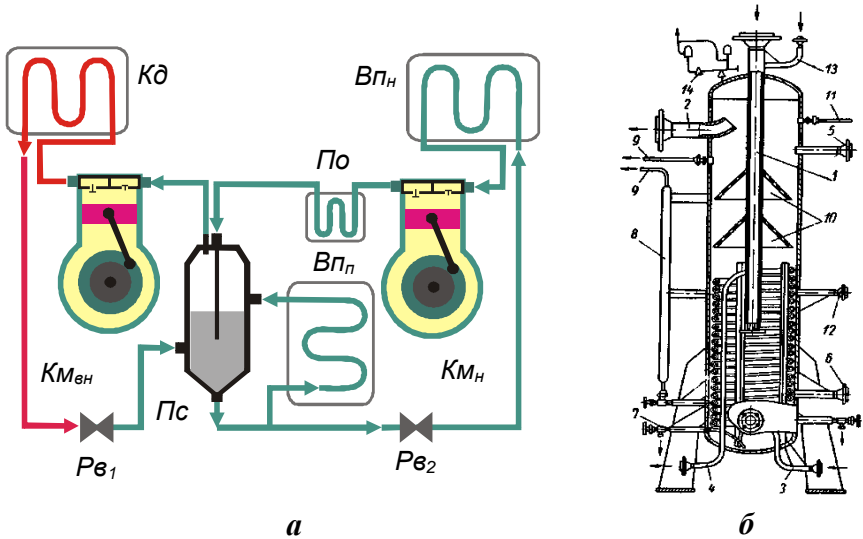


Рисунок 1— Двоступінчаста холодильна машина з повним проміжним охолодженням і двоступінчастим регулюванням:
а – **схема холодильної машини:** $К_{Мн}$ – компресор низького тиску; $К_{Мв}$ –компресор високого тиску; $Кд$ – конденсатор; $P_{в1}$ і $P_{в2}$ – регулюючі вентилі; $Впн$ і $Впн$ –випарники проміжного і низького тисків; $По$ – водяний переохолоджувач; $Пс$ – **проміжна судина**; **б** – **схема проміжної судини зі змійовиком для переохолодження рідини:** 1 –труба для надходження парів аміаку з компресора низького тиску, 2 – патрубок для відсмоктування пароподібного аміаку в компресор високого тиску, 3–патрубок для введення рідкого аміаку з конденсатора в змійовик, 4 –патрубок для випуску рідкого аміаку до регулюючого вентилі, 5 і 6 –патрубки для зрівняльних труб (паровий і рідинний) до поплавкового регулятора рівня, 7–патрубок для випуску мастила, 8 – показчик рівня, 9 – патрубок до дистанційного показчика рівня, 10 – конусні відбійники, 11 –трубка до манометра, 12 – патрубок подачі рідини в судину від поплавкового регулятора, 13 – патрубок упорскування рідкого аміаку, 14 –триходові вентилі із запобіжними клапанами.

Рівень охолоджуваної рідини (рідкого аміаку) підтримується увесь час постійним за допомогою поплавкового регулюючого вентиля так, щоб змійовик, який знаходиться в судині, був повністю занурений. Таким чином досягається охолодження основного потоку рідкого аміаку, що протікає по змійовику. Охолодження пари проміжного тиску відбувається при барботуванні його в рідкому аміаку. У проміжній судині також відбувається відділення мастила, що надходить з парою з компресорів низького тиску.

Щоб унеможливити віднесення краплин рідини, що утворюються під час барботування в компресор високого тиску, в проміжній судині передбачені конусні перфоровані відбійники. Швидкість пари по перетину судини приймають не більше $0,5$ м/с, швидкість рідини в змійовику $0,5...0,7$ м/с, різниця температур для визначення поверхні змійовика $4...5^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт теплопередачі $k = 580...700$ Вт/(м² град).

Побудова теоретичного циклу двоступінчастої холодильної компресійної машини з проміжною судиною по заданих параметрах

Для побудови і розрахунку теоретичного робочого циклу двоступінчастої холодильної компресійної машини необхідно знати наступні температури: t_{01} , P_{01} – температуру кипіння і відповідний тиск у випарнику проміжного тиску (те саме, що у проміжній судині); t_{02} , P_{02} – температуру кипіння і відповідний тиск у випарнику низького тиску; t_k , P_k – температуру і тиск конденсації. Ці температури встановлюють залежно від температури охолоджуваного приміщення і температури зовнішнього середовища (охолоджуємої води або повітря).

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні холодильним агентом буває на $8...10$ °С нижче температури повітря охолоджуваних камер. При охолодженні проміжним теплоносієм (розсолем) вона повинна бути на $5...7$ °С нижче температури розсолу, а остання — на $8...10$ °С нижче температури повітря камер. Температури t_{01} , t_{02} , t_k , t_n , приймають з урахуванням необхідних температурних перепадів між

холодильним агентом і охолоджуванім середовищем (Δt випарника) і водою (Δt конденсатора і переохолоджувача). Температура пари t_{on} приблизно на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище температури охолоджуваної води, що надходить в теплообмінник. Температура конденсації t_k повинна бути на $8\text{...}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище температури води, що надходить до конденсатора, температура переохолодження t_n на $3\text{...}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище температури води, яка надходить до теплообмінника.

Намітивши основні температури, можна побудувати теоретичний цикл і розрахувати його, тобто визначити теоретичну холодопродуктивність 1 кг холодильного агента, витрати роботи в компресорах та інші пов'язані з ними величини.

Холодильні цикли зручніше за все розраховувати за допомогою термодинамічних діаграм.

Найбільш зручною для розрахунків є *i-лgp-діаграма* (рис.2, а). На цій діаграмі по осі абсцис відкладені ентальпії i , а по осі ординат – абсолютний тиск P . Для шкали тисків дуже часто застосовують логарифмічний масштаб.

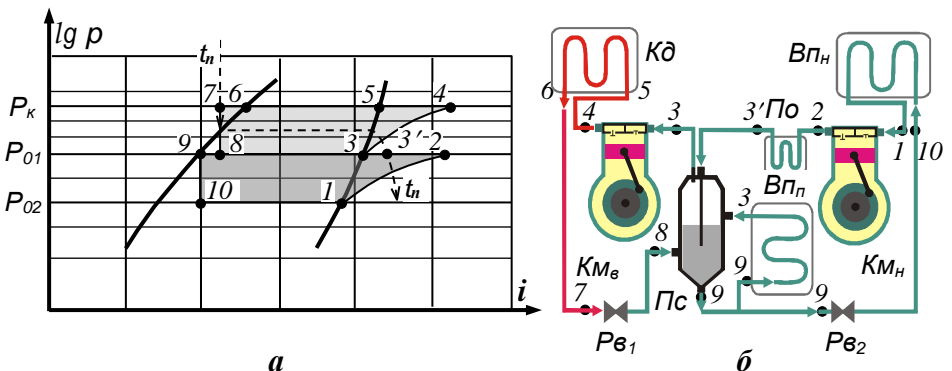


Рисунок 2 – Теоретичний цикл двоступінчастої компресійної холодильної машини з проміжною судиною на *i – лgp-діаграмі*

Теоретичний робочий цикл двоступінчастої холодильної машини на *i-лgp-діаграмі* будується в такий спосіб. По заданій температурі кипіння t_{o2} (рис.3) знаходимо на правій граничній

кривій точки 1 , що визначає стан холодильного агента при вході пари в компресор (суха насичена пара) і тиск P_{02} , що їй відповідає. По заданій температурі конденсації t_k знаходимо на лівій граничній кривій точку 6 , що визначає стан холодильного агента при виході з конденсатора і тиск P_k , а провівши ізобару $5-6$, на правій граничній кривій знаходимо точку 5 , що визначає стан холодильного агента при вході в конденсатор.

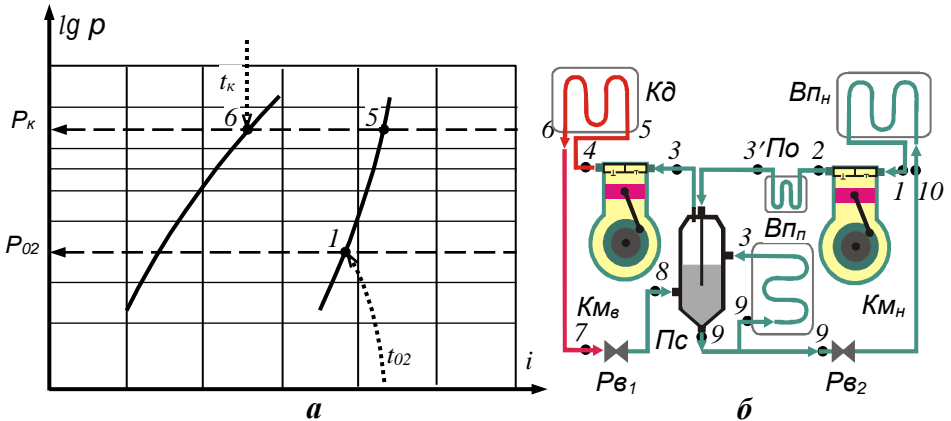


Рисунок 3 – Знаходження точок 1 ; 5 ; 6 і тисків P_{02} ; P_k

Для підвищення економічності холодильної машини бажано, щоб ступені стискування в компресорах низького і високого тиску мало відрізнялися. При роботі холодильної машини на одну температуру кипіння t_{02} розрахунок машини виконують у припущенні, що ступені стискування в компресорах низького і високого тисків однакові, тобто:

$$\frac{P_{01}}{P_{02}} = \frac{P_k}{P_{01}}$$

звідки знаходимо значення проміжного тиску:

$$P_{01} = \sqrt{P_k \cdot P_{02}} \quad (1)$$

Суха пара з випарника при низькому тиску P_{02} і температурі t_{02} (точка 1) засмоктується компресором низького тиску і стискується до точки 2 (рис. 5) по адіабаті процесу $1-2$ до

проміжного тиску P_{01} . Перегріта пара (точка 2) прямує в проміжний водяний охолоджувач, де при постійному тиску P_{01} охолоджується до стану, який визначається точкою 3' (процес 2—3'). Далі при цьому ж тиску пара надходить у проміжну судину, де охолоджується рідким холодильним агентом (процес 3'—3) до температури t_{01} , тобто до стану насичення (точка 3).

Для знаходження точок 3 і 9 (рис.4) процесів роботи двоступінчастої холодильної машини проводимо на i - lgp -діаграмі лінію проміжного тиску P_{01} , розрахованого за формулою (1).

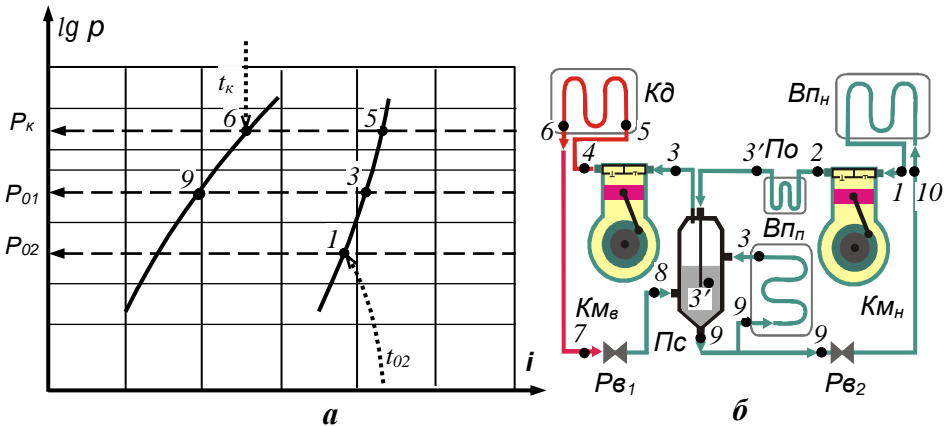


Рисунок 4 – Знаходження точок 3 і 9 за тиском P_{01}

Компресор високого тиску засмоктує з проміжної судини в насиченому стані: а) охолоджену в проміжній судині пару холодильного агенту, що надійшла з компресора низького тиску; б) пару з випарника проміжного тиску; в) пару, що відділилась після дроселювання в першому регулюючому вентилі; г) пару, що утворилась безпосередньо в проміжній судині за рахунок тепла перегрівання охолоджуваної пари.

Суміш відповідних кількостей пари стискується по адіабаті 3–4 до тиску P_k (рис. 5) і в перегрітому стані подається в конденсатор. Тут при $p = \text{const}$ відбувається охолодження пари до стану насичення (процес 4–5), потім конденсація (процес 5–6) і переохолодження рідини (процес 6–7). Переохолоджена рідина з конденсатора дроселюється першим регулюючим

вентилем (процес 7– 8) у проміжну судину до тиску P_{01} і температури t_{01} (точка 8).

Суха насичена пара, що відокремилася в проміжній судині після дроселювання, засмоктується компресором високого тиску, а рідина (точка 9), що накопичується в нижній частині судини, виходить з неї в двох напрямках. Один потік направляється у випарник проміжного тиску, а інший – через регулюючий вентиль (процес 9–10) у випарник низького тиску. Процес кипіння рідини у випарниках, що супроводжується відбиранням тепла від охолоджуваних тіл, характеризується відповідними ізотермами (ізобарами) 9–3 і 10–1. Холодопродуктивність кожного випарника і кількості рідини, що в них подається визначається технологічними умовами.

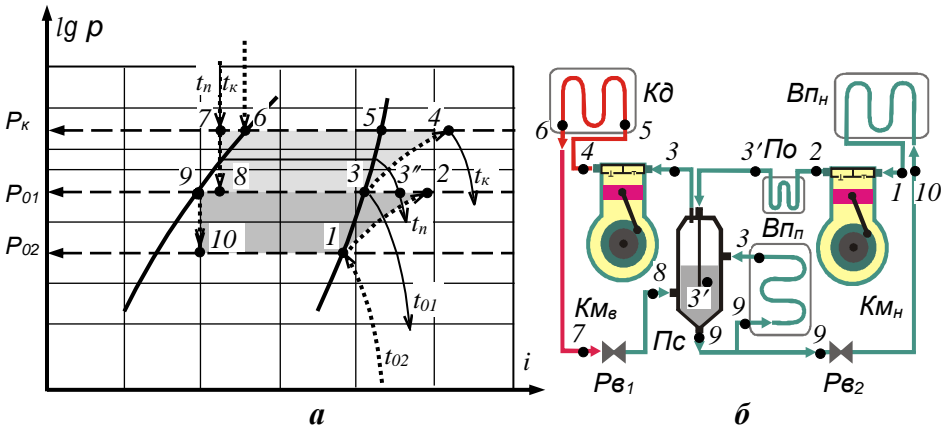


Рисунок 5 – Знаходження точок 2; 4; 7; 3'; 8 і 10

У холодильній машині з неповним проміжним охолодженням пари при виході з водяного охолоджувача додатковому переохолодженню не піддається, залишаючись перегрітою (точка 3'). Ця пара змішується з насиченою парєю з проміжної судини при тому ж тиску (стан суміші на ділянці 3'–3 може бути визначений за правилом змішування). Суміш, що утворилася, засмоктується компресором високого тиску.

Розрахунок теоретичного циклу

Розрахуємо двоступінчасту машину, що працює на аміаку за схемою (рис. 2) з повним проміжним охолодженням пари і двоступінчастим регулюванням рідини.

По наміченому режиму роботи будуємо робочий цикл і визначаємо ентальпії аміаку в характерних точках циклу (*кДж/кг*).

Розрахуємо теоретичний робочий цикл, користуючись *i-lgp-діаграмою* для аміаку. Холодопродуктивність 1 кг агента дорівнює різниці ентальпій у точках 1 і 10, а також у точках 3 і 8:

–холодопродуктивність першого ступеню:

$$q_{01} = i_1 - i_{10}, \quad (2)$$

–холодопродуктивність другого ступеню:

$$q_{02} = i_3 - i_8. \quad (3)$$

На ентальпійній діаграмі холодопродуктивність графічно зображається відрізком ізобари 10–1.

Теоретична робота на 1 кг агента, затрачувана при адіабатному стискуванні в компресорах (*кДж/кг*), визначається різницею ентальпій у точках 2 і 1, а також у точках 4 і 3 за формулами:

–теоретична робота першого ступеню:

$$l_1 = i_2 - i_1, \quad (4)$$

–теоретична робота другого ступеню:

$$l_2 = i_4 - i_3. \quad (5)$$

Графічно на *i-lgp-діаграмі* роботам l_1 і l_2 відповідають проекції адіабат 1–2 і 3–4 на вісь абсцис.

Тепло в конденсаторі (*кДж/кг*) визначається різницею ентальпій у точках 4 і 6:

$$q_k = i_4 - i_6. \quad (6)$$

На *i-lgp-діаграмі* це тепло графічно зображається відрізком проєкції ізобари 4—6 на осі абсцис. Далі знаходимо за формулами:

–теоретичний холодильний коефіцієнт циклу першого ступеню:

$$\varepsilon_{теор.1} = \frac{q_{01}}{l_1}, \quad (7)$$

–теоретичний холодильний коефіцієнт циклу другого ступеню:

$$\varepsilon_{теор.2} = \frac{q_{02}}{l_2}. \quad (8)$$

Тоді теоретичний загальний холодильний коефіцієнт двоступінчастої холодильної машини буде:

$$\varepsilon_{теор.заг} = \varepsilon_{теор.1} + \varepsilon_{теор.2}.$$

Потім знаходимо за формулами 10 і 11 кількість аміаку (*кг/год*), що циркулює:

–через випарник низького тиску, (компресор низького тиску):

$$G_{02} = 3600 \cdot \frac{Q_{02}}{q_{02}} = 3600 \cdot \frac{Q_{02}}{i_3 - i_8}, \quad (10)$$

–через випарник проміжного тиску (компресор високого тиску):

$$G_{01} = 3,6 \cdot \frac{Q_{01}}{q_{01}} = 3,6 \cdot \frac{Q_{01}}{i_1 - i_{10}}. \quad (11)$$

Кількість аміаку (*кг/год*), що випаровується в проміжній судині для додаткового охолодження пари проміжного тиску після водяного охолоджувача знаходимо за формулою:

$$G_0 = \frac{G_{02} \cdot (i_3 - i_3)}{i_3 - i_9}. \quad (12)$$

Загальна кількість аміаку ($кг/год$), що проходить через проміжну судину знаходимо за формулою:

$$G_c = G_{02} + G_{01} + G_0. \quad (13)$$

Кількість аміаку ($кг/год$), що циркулює через компресор високого тиску (з урахуванням пари, що утворюється в першому дросельному вентилі) знаходимо за формулою:

$$G = \frac{G_c}{1 - x_1} = \frac{G_{02} + G_{01} + G_0}{1 - x_1}, \quad (14)$$

де x_1 – паровміст аміаку після першого дроселювання (у точці 8).

Об'єм пари аміаку ($м^3/год$), що надходить у компресори низького і високого тисків знаходимо за формулами:

$$V_{К.н.т} = G_{02} \cdot v_1, \quad (15)$$

$$V_{К.в.т} = G \cdot v_3, \quad (16)$$

де v_1 – питомий об'єм пари перед компресором низького тиску (по діаграмі в точці 1);

v_3 – питомий об'єм пари перед компресором високого тиску (по діаграмі в точці 3).

Теплові навантаження ($кВт$) знаходимо за формулами:

на водяний охолоджувач пари:

$$Q_{\text{вод}} = \frac{G_{02}}{3600} \cdot (i_2 - i_3), \quad (17)$$

на конденсатор (включаючи переохолодження рідини):

$$Q_{\text{к}} = \frac{G_{02}}{3600} \cdot (i_4 - i_7). \quad (18)$$

Двоступінчасту машину зі змішувиком для переохолодження рідини в проміжній судині розраховують у такий же спосіб. Застосування змішувика не вносить змін у розміри компресорів і теплові навантаження апаратів. Теплове навантаження

змійовика проміжної судини може бути визначене за повною різницею ентальпій у точках 3' і 3:

$$Q_3 = \frac{G_{02}}{3600} \cdot (i_{3'} - i_3). \quad (19)$$

Теоретичні потужності (κBm) електродвигунів приводу компресорів розраховуються за формулами для:

– першого ступеню:

$$N_{\text{теор.К.н.т}} = \frac{G \cdot l_1}{3600}, \quad (20)$$

– другого ступеню:

$$N_{\text{теор.К.в.т}} = \frac{G \cdot l_2}{3600}, \quad (21)$$

Теоретичні загальні витрати потужності (κBm) електродвигунів двоступінчастої холодильної машини визначаються за формулою:

$$N_{\text{теор.заг}} = N_{\text{теор.К.н.т}} + N_{\text{теор.К.в.т}}. \quad (22)$$

Хід роботи

1. Вивчити дану інструкцію і вибрати вихідні дані (табл.2)
2. Виконати ескіз схеми двоступінчастої холодильної машини і вказати точки зміни процесів.
3. Побудувати на *i-lgp-діаграмі* теоретичні робочі цикли низького та високого тиску двоступінчастої холодильної машини.
4. Знайти додаткові величини для розрахунків (табл.1).
5. Розрахувати теоретичні робочі цикли низького та високого тиску холодильної машини.
6. Порівняти значення ε ; l ; Q ; N двоступінчастої і одноступінчастої холодильної машини.
7. Провести аналіз отриманих результатів – **висновки**.

Таблиця 1 – Додаткові дані для розрахунку

№ точки на діаграммі	t	p	v	i	s
1					
2					
3					
3'					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Таблиця 2– Варіанти завдань для роботи

№ варіанта	Холодильний агент	$t_0, ^\circ C$	$t_k, ^\circ C$	$t_n, ^\circ C$	Q_{01}, Bm	Q_{02}, Bm
1	NH ₃	-6	+35	+10	20000	30000
2		-10	+30	+10	40000	50000
3		-16	+25	+10	35000	45000
4		-8	+30	+10	30000	55000
5		-15	+30	+5	25000	30000
6		-5	+20	+15	22000	27000
7		-10	+30	+2	45000	50000
8		-12	+28	+5	10000	27000
9		-18	+30	+8	28000	33000
10		-8	+25	+15	42000	47000

Форма звіту

Тема:

Мета:

Вихідні дані (табл. 2).

Ескіз двоступінчастої холодильної машини з точками змін процесів.

Ескіз теоретичного робочого циклу компресійної двоступінчастої холодильної машини в *i-lgp-діаграмі*, заповнена табл.1 усіх додаткових величин для розрахунку .

Теоретичні розрахунки робочого циклу.

Порівняння значень ε ; l ; Q ; N двоступінчастої та одноступінчастої холодильної машини, аналіз і виконання висновків.

Контрольні запитання.

1. Які процеси відбуваються у випарнику, компресорах, конденсаторі і регулюючому вентилі парової компресійної холодильної машини?

2. Яку роль в холодильній установці виконує проміжна судина?

3. Чому цикл холодильної машини стає більш ефективним із уведенням процесу охолодження рідини перед регулюючим вентиляем?

4. Від чого залежить ефективність роботи холодильної установки при двоступінчастому процесі?

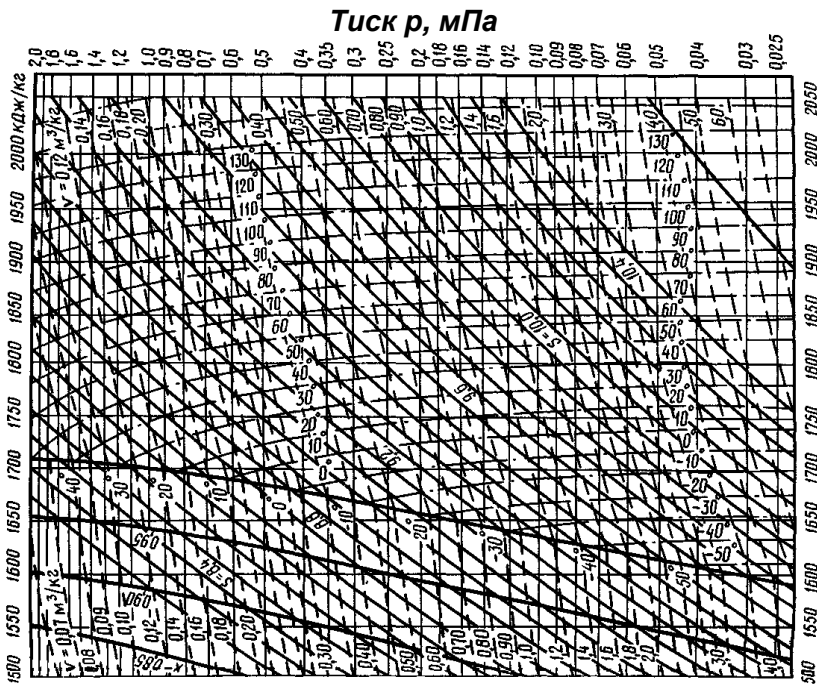
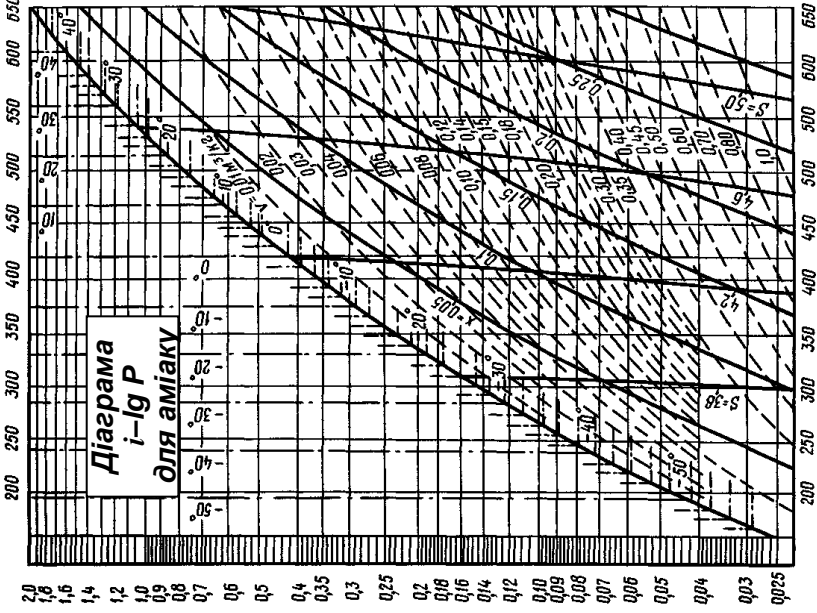
5. Як впливає на роботу холодильної машини повне проміжне охолодження?

6. Які елементи холодильної установки забезпечують "сухий хід" компресорів низького і високого тиску?

7. Для яких цілей застосовуються в холодильній машині регулюючі вентиля?

8. Що характеризує в холодильній машині коефіцієнт ε ?

9. Як вплине на роботу холодильної машини збільшення значень t_n і t_k ?



Ентальпія і, кДж/кг

Література

1. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв: Практикум /Гурський П.В., Богомолів О.В., Бредихін В.В. та ін./ Х.: ТОВ «Діса плюс», 2019. – 256 с
2. Кондиціонування та вентиляція повітря:Текст лекцій / Е. Г. Братута, А.М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова Харків : НТУ «ХПІ», 2009. –128 с.
3. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. М.: АСВ, 2001. 564 с.
4. Еркин А.П., Коренев А.М., Харитонов В.П.. Устройство и эксплуатация холодильных установок, Пищевая промышленность. -М.: 1980. -310 с.
5. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование./под ред.проф. Б.М.Хрусталева –М.: АСВ, 2008. –784 с.
6. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология : учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 1 / Воробьева Н.Н.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2006. - 164 с.
7. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология : учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 2 / Воробьева Н.Н.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2006. - 104 с.
8. А.Беккер Системы вентиляции. М.: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
9. Пигарев В.Е., Архипов П.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха:Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. /Под ред. В.Е. Пигарева. –М.: Маршрут, 2003. – 424 с.
10. Цуранов О.А., Крысин А.Г. Холодильная техника и технология. /под ред. Проф В.А.Гуляева. –СПб.:Лидер, 2004.–448 с.
11. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии. -М.: Пищевая промышленность, 1975. -560 с.
12. Справочник. Применение холода в пищевой промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1975. -271 с.

Навчальне видання

Гурський П.В.,
Богомолів О.В.,
Іващенко С.Г.

Методичні вказівки
до практичного заняття

**Розрахунок теоретичного робочого циклу
двоступінчастої парової холодильної машини з повним
проміжним охолодженням пари між ступенями**

з курсу «Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і
харчових виробництв»

Для студентів денної і заочної форми навчання

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових
виробництв

Комп'ютерний набір та верстка: П.В.Гурський
Підп. до друку 05.05.23
Формат паперу 60×84 1/16 Обл. - вид. арк. 1,5
Тираж 100 Ризограф TR 1510 № 80654645

ДБТУ, 61001, м. Харків, пр. Героїв Харкова 45, кім.212

Підготовлено та надруковано кафедрою «Обладнання та
інжинірингу переробних і харчових виробництв»
Державного біотехнологічного університету

