

SOVUTGICH QURILMASINING ISHLASH TAMOYILLARI VA TERMODINAMIK SIKLINI O'RGANISH

1. Rahmanov Valijon Turdaliyevich,
2. Omonov Azizbek Erkinjon o'g'li
2. Farmonova Zumrad Otabek qizi
2. Turo'unboyeva Shahlo O'tkir qizi

1. Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti Fizika kafedrası o'qituvchisi.

valijonrahmanov4@gmali.com

2. Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti Fizika kafedrası 3-23 guruh talabalari.

azizbek20050409@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10777588>

ARTICLE INFO

Received: 26th February 2024

Accepted: 29th February 2024

Published: 04th March 2024

KEYWORDS

Sovutgich, Froen sovutgichi, Kompresor, Kondensator, Rotor, Podshipnik, Egzoz, Tsikl.

ABSTRACT

Maqolada sovutgichni sotib olishni xohlaydigan yoki sanoat sovutgichi haqida bilmoqchi bo'lgan ko'pchilik odamlar sovutgich qanday ishlashini bilishni istashadi va ular sovutgichning ishlash printsipi to'olisida ham adas hishadi. Sovutgich qanday ishlaydi? Sovutgichning ishlash tamoyillari qanday? Siz uchun hozir javob berishga harakat qilamiz?

Kirish.

P-V sovutish sikli diagrammasi

Ingliz olimi Blek (1760) doimiy haroratda moddaning agregatsiya holatini o'zgartirib, issiqlikni yutishi yoki chiqarishi mumkinligini ko'rsatdi, shuningdek, moddaning agregatsiya holatini o'zgartirganda issiqlik o'zgarishlariga miqdoriy baho berdi.

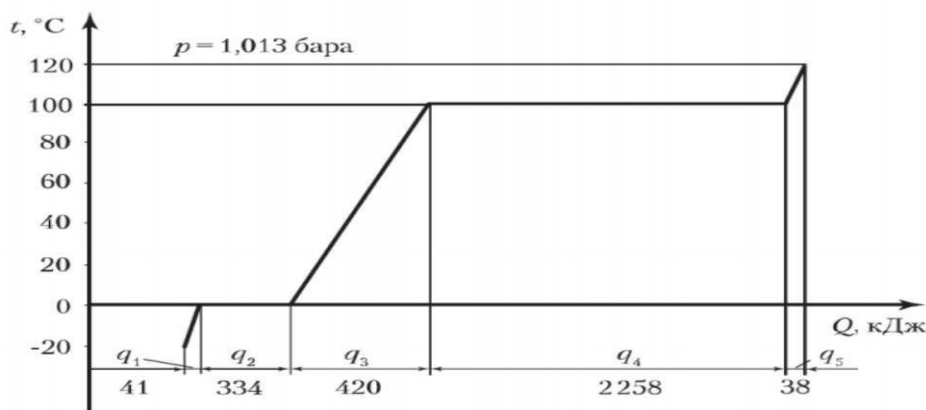
Shunday qilib, 1 kg muzni eritish uchun 334 kJ energiya, 1 kg suvni buo'lantirish uchun esa 2258 kJ energiya sarflash kerak bo'ladi (1-rasm). Bunday hollarda issiqlikni yutish jarayoni doimiy haroratda sodir bo'ladi. Bu hodisalar barcha issiqlik dvigatellarida sovuq va issiqlik hosil qilish uchun ishlatiladi.

Oddiy sovutish mashinasi moddaning doimiy harorat va bosimda suyuqlikdan gazzimon holatga o'tishida sovutilgan muhitdan issiqlikni yutish hodisasidan foydalanadi. Shunday qilib, agar siz kaftingizga sovutish suvi, masalan, efirni tushirsangiz, kaft soviydi. Buo'langanda sovutgich kaftdan issiqlikni oladi va sovutgichning qizdirilgan buo'lari atrof-muhitga o'tib, kaftdagi issiqlikning bir qismini beradi.

Agar bu sovutgich izolyatsiyalangan termodinamik tizimda yopilsa va buo'langan sovutgichni yio'ish va uni yana suyuqlikka aylantirish uchun sharoitlar yaratilsa, sovutgichning bu qismi sovutish uchun yana ishlatilishi mumkin. Bunday termodinamik tizimning diagrammasi 2-rasmda ko'rsatilgan a) va tizimda sodir bo'ladigan jarayonlar P-V diagrammasi 1-rasmda b).

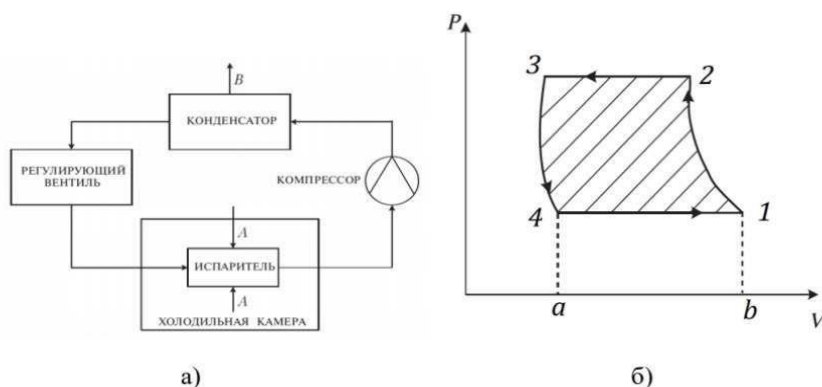
Sovutish kerak bo'lgan kamerada evaporatator mavjud. Suyuq sovutgich evaporatatorga kiradi, so'ngra sovutgich kamerasidan issiqlikni olib, buo'lanadi (1a-rasmda A oqimi va 2b-rasmda 4-1 egri).

Bosimni sozlash orqali sovutgichning talab qilinadigan haroratda (ma'lum sovutgich uchun ruxsat etilgan chegaralarda va texnik jihatdan mumkin bo'lgan bosimlarda) buo'ga aylanishini ta'minlash mumkin. Keyin sovutgich tomonidan to'plangan issiqlikni atrof-muhitga o'tkazish yoki uni isitish uchun ishlatish kerak. Buning uchun sovutgich kompressor tomonidan siqiladi (2b-rasmdagi 1-2 egri chiziq) va kondensator deb ataladigan issiqlik almashtirgichga yuboriladi. Doimiy bosimdagi kondensator atrof-muhitga issiqlik beradi, masalan, havo yoki suv (2a-rasmdagi B oqimi, 2-3-qator, 2b-rasm). Tabiiyki, kondensatorni o'rab turgan muhit harorati suyuq sovutgichning haroratidan past bo'lishi kerak.



1-Rasm. Suvning agregatsiya holatini o'zgartirganda energiya ko'rsatkichlari

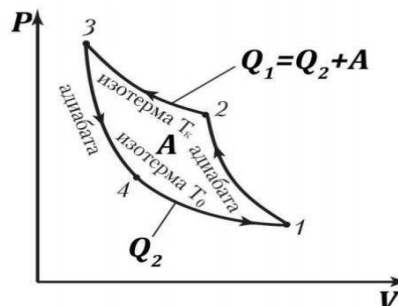
Suyuq sovutgich buo'lana boshlashi uchun uning bosimini kamaytirish kerak. Bu nazorat valfi yordamida amalga oshiriladi, uning kirish qismida bosim yuqori, chiqishda esa – past (egri 3-4, 2b-rasm). Shunday qilib, biz evaporatator yordamida sovutgich kamerasidan issiqlikni oladigan va kondensator yordamida uni boshqa muhitga o'tkazadigan sovutish mashinasining yopiq tsiklini olamiz. Evaporatator tomonidan olingan issiqlik b-1-4-a maydoniga, kondensator tomonidan chiqarilgan issiqlik esa b-1-2-3-4-a maydoniga proporsionaldir. Tsiklni bajarish uchun sarflangan sovutgich mashinasining ishi 1-2-3-4 maydoniga mutanosibdir. Frantsuz muhandisi Karno (1824) sovutish mashinasining aylanishini hisoblab chiqdi,



2-Rasm. Bug 'siqish sovutgich mashinasining blok diagrammasi (a) va P-V koordinatalarida (b) sovutish davrining diagrammasi.

Minimal xarajat bilan maksimal ishni bajaradi, ya'ni Ideal sovutish davri (3-rasm) Ushbu tsikl quyidagilardan iborat: Karno tsikli ikki haroratli tsikldir, ya'ni issiqlik almashinuvi ikkita manba o'rtasida sodir bo'ladi:

- адиабатического сжатия паров в компрессоре (кривая 1-2);
- изотермической конденсации паров в конденсаторе (кривая 2-3);
- адиабатического расширения жидкости в расширителе (кривая 3-4);
- изотермического парообразования жидкости в испарителе (4-1).



3-Rasm.. P-V koordinatalarida Karnot sovutish sikli diagrammasi.

- T_0 haroratda issiqlikni Q_2 yutadigan sovuq manba (evaporator);
- T_k haroratda atrof-muhitga issiqlik Q_1 chiqaradigan issiq manba (kondenser).

Karno siklini nazariy jihatdan quyidagi elementlar yordamida amalga oshirish mumkin:

1. Adiyatik (tashqi bilan issiqlik almashinuvisiz) yo'qolgan kompressor Muhit) nam bu'ni siqib chiqaradi. 4-rasm. $T - S$ diagrammasidagi Karno sikli. C - uch nuqta; $X = 0$ Bajarilgan ish Sarflanadi Faqat gazning ichki energiyasining o'zgarishi bo'yicha (1-2-chiziq,3-rasm). Jarayonda T_0 'yinganlik liniyasi, suyuq sovutgich; $X = 1$ - quruq to'yingan bu'ning chizio'i; I - sovutgichning suyuq fazasi; II -Buo'-suyuqlik fazasi; III - gazsimon faza; Q_2 - sovutgich tomonidan chiqarilgan issiqlik miqdori; \mathcal{A} - bu tsiklni yakunlash uchun sarflangan ish.

Suyuqlik tomchilarining siqilishi buo'lanadi va 2 nuqtada quruq to'yingan buo' hosil bo'ladi.

2. **Atrof-muhit haroratida bug 'suyuqlikka aylanadigan cheksiz sirt kondensatori** (2-3-jarayon).

3. **Suyuqlik adiyatik ravishda kengayib boradigan yo'qotishsiz nazorat valfi** (3-4 qator).

4. **Sovuq manba haroratida T_0 (4-1-qator) da barcha suyuqlik buo'ga aylanadigan cheksiz sirt buo'latgich.**

Sovutgich siklining P-V diagrammasi texnologik liniyalar orasiga o'ralgan maydonni o'lchash orqali sovutgich mashinasining sovutish quvvati va sarflangan energiyani aniqlash imkonini beradi. Biroq, ushbu diagramma yordamida maksimal samaradorlik bilan tsiklni tanlash qiyin. Bu jarayon eng yaxshi harorat-entropiya diagrammasi (T-S diagrammasi) yordamida o'rganiladi. Buning sababi, T-S diagrammasida sovutish davrini to'o'ri chiziq bilan tasvirlash mumkin, chunki adiyatik jarayonlar (1-2, 3-4) izentropik ($dS = 0, S = const$) va 2-3 va 4-1 - izotermik jarayonlar ($dT = 0, T = const$).

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori ($\delta Q > 0$ - energiyani tanaga uzatamiz, $\delta Q < 0$ - energiyani tanadan olib tashlaymiz) ichki energiyani o'zgartirishga ketadi. Tana ($dU > 0$ - tana qiziydi, $dU < 0$ - sovib ketadi) va tana bajaradigan ish ($d\mathcal{A} > 0$ - tana ishlaydi, $d\mathcal{A} < 0$ - tanada ish bajariladi) $\delta Q = dU + d\mathcal{A}$, qayerda

$$\begin{cases} \delta Q = dU + d\mathcal{A}, \text{ где} \\ dU = C_V dT, \\ \delta Q = T dS. \end{cases} \quad (1)$$

Karno sikli jarayonlari uchun (1) tenglamani chap va o'ng tomonlarini integrallash orqali yozamiz. 1-2 jarayon tenglama bilan tavsiflanadi:

$$0 = C_V \cdot (T_K - T_0) + \mathcal{A}_{12}, \quad (2)$$

1-2 jarayonda kompressor sovutgichni adiabatik t arzda siqadi, $\mathcal{A}_{12} < 0$.

Endi 2-3 jarayonni ko'rib chiqamiz. Unda sovutgich izotermik siqiladi va suyuqlikka kondensatsiyalanadi va issiqlikni issiq rezervuarga chiqaradi:

$$Q_{23} = T_K \cdot (S_b - S_a) = 0 + \mathcal{A}_{23} < 0. \quad (3)$$

3-4 jarayonda suyuq sovutgich adiabatik ravishda kengayadi

$$0 = C_V \cdot (T_0 - T_K) + \mathcal{A}_{34}, \quad (4)$$

Va soviydi, $\mathcal{A}_{34} > 0$. (2) va (4) dan $\mathcal{A}_{12} = -\mathcal{A}_{34}$ ekanligi aniq.

4-1 jarayonda sovutgich izotermik ravishda kengayadi va buo'lanadi. Jarayon tenglama bilan tavsiflanadi

$$Q_{41} = T_0 \cdot (S_a - S_b) = 0 + \mathcal{A}_{41}. \quad (5)$$

Shakldan ko'rinib turibdiki. 4, $S_a > S_b$ va $Q_{41} > 0$, ya'ni muzlatgich Q_{41} ishni bajarish uchun ishlatiladigan sovutgichga issiqlik Q_{41} ni o'tkazadi.

Sovutgichning sovuq rezervuardan olgan issiqlik miqdorini $Q_{41} = Q_2$ deb belgilaymiz.

$$Q_{41} = Q_2 = T_0 \cdot (S_a - S_b). \quad (6)$$

4-rasmdan ko'rinib turibdiki, bu 1ab4 maydon.

Gazning issiq rezervuarga uzatgan issiqlik miqdori Q_{23} ga teng

Bu

$$Q_{23} = T_K \cdot (S_b - S_a), \quad (7)$$

Minus belgisi bilan olingan maydon a_{23b} .

(2, 3, 4, 5) dan (2, 3, 4, 5) sovutgich (gaz) ga tashqi kuchlar tomonidan bajarilgan umumiy ish ga teng.

$$\begin{aligned} \mathcal{A} &= -(\mathcal{A}_{12} + \mathcal{A}_{23} + \mathcal{A}_{34} + \mathcal{A}_{41}) = -(\mathcal{A}_{23} + \mathcal{A}_{41}) = \\ &= (T_K - T_0) \cdot (S_a - S_b), \end{aligned} \quad (8)$$

$\mathcal{A} - 1 - 2 - 3 - 4$ maydoni.

Sovutish koefitsienti yoki sovutish mashinasining sovutish rejimidagi samaradorlik koefitsienti (inglizcha ishlash koefitsienti, *COPcooling*) – sovutish quvvati sarflangan ishlarga nisbatiga teng qiymat. Karno sikli uchun:

$$\xi_2 = \frac{Q_2}{\mathcal{A}} = \frac{T_0}{T_K - T_0}. \quad (9)$$

Bunday holda, xona sovuq suv omboridir.

Sovutgichning isitish rejimidagi samaradorlik koeffitsienti ξ_1
(COP heating, xona – issiq tank):

$$\xi_1 = \frac{Q_1}{A} = \frac{Q_2 + A}{A} = \xi_2 + 1. \quad (10)$$

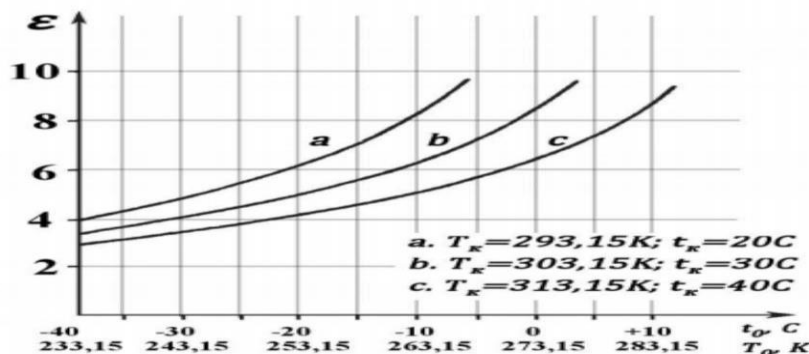
Haqiqiy sovutish mashinasining sovutish davri

Haqiqiy sovutish mashinasining sovutish aylanishi Carnot siklidan sezilarli darajada farq qiladi, bu quyidagi holatlarga boʻliq:

1. Evaporatorda bugʻlanish jarayonida sovutgichni haddan tashqari qizdirish zarurati.

Sovutgich P_{22} va bugʻlanish harorati $+5^\circ\text{C}$ boʻlgan bugʻ siqish davrini koʻrib chiqaylik, odatda konfor konditsionerida ishlatiladi (6-rasm). Evaporatorning kirish joyidagi 1-bandda (6-rasm) bosim taxminan 4,8 bar va harorat $+5^\circ\text{C}$ ni tashkil qiladi. (P_{22} sovutgichining termodinamik parametrlarining aniq qiymatlari 5-ilovaning 1-4-jadvallarida keltirilgan).

Bugʻ -suyuqlik fazasining mintaqasi.

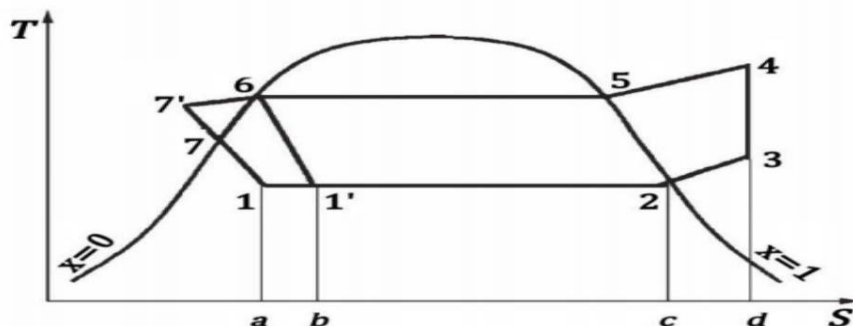


4-rasm. Karno siklining ishlash koeffitsienti ξ_2 ning qaynash va kondensatsiya haroratiga boʻliqligi.

Bir oz suyuqlikning kompressorga kirishi gidrodinamik zarba va kompressorning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Suyuqlik buoʻlana boshlaydi va 2-bandga qanchalik yaqin boʻlsa, evaporatorda buoʻ koʻproq va kamroq suyuqlik boʻladi. Shu bilan birga, evaporatorning butun uzunligi boʻylab bosim va harorat doimiy boʻlib qoladi. 2-nuqtada endi suyuqlik yoʻq, faqat bugʻ bor. Biroq, bu nuqtada siqishni amalga oshirish hali ham mumkin emas, chunki oʻzgarish tufayli, masalan, atrof-muhit haroratida, 2 nuqta bir vaqtning oʻzida harakatlanishi mumkin.

Shuning uchun, buoʻ evaporatorning chiqishida qaynash nuqtasidan 5-8 K yuqori qizib ketguncha issiqlik chiqariladi (3-nuqta). Ushbu rejim “quruq yugurish” rejimi deb ataladi. Bundan tashqari, ushbu rejim sovutish mashinasining sovutish quvvatini oshiradi. **Bugʻlanish haroratining 1°C ga oshishi sovutish sioʻimining 2 ga oshishiga olib keladi 3-5%.**



5-Rasm. T-S diagrammasi bo'yicha sovutgich mashinasining haqiqiy aylanishi.

Keling, ventilyator yordamida buo'latgichdan o'tadigan sovutilgan havo bilan nima sodir bo'lishini ko'rib chiqaylik.

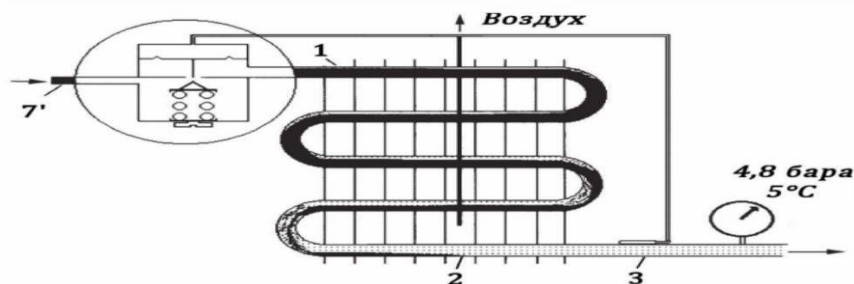
Evaporatatorning kirish joyidagi havo harorati 22°C , chiqish joyida esa 15°C bo'lsin. Havo harorati farqi $D_{\text{tair}} = 22 - 15 = 7^{\circ}\text{C}$ va sovutgich harorati (5°C) va kirish havosi harorati o'rtasidagi umumiy farq quyidagicha bo'ladi:

$$D_{\theta_{\text{jami}}} = 22 - 5 = 17^{\circ}\text{C}$$

$D_{\theta_{\text{total}}}$ va $D_{\theta_{\text{havo}}}$ atrofda havoning harorati va namligiga bo'liq. Umumiy qoida sifatida, havo sovutgichli evaporatatorlar uchun quyidagi qiymatlar qabul qilinishi mumkin:

$$D_{\theta_{\text{havo}}} = 6 - 10\text{K}; D_{\theta_{\text{jami}}} = 16 - 20\text{K}.$$

Kompressordagi yo'qotishlar ishqalanish, o'lik hajmning mavjudligi, sovutgichda yog' borligi, o'rnatilgan elektr motorini sovutgich bilan sovutish va hokazolar tufayli yuzaga keladi. Bu yo'qotishlarni siqish nisbati va haroratni oshirish orqali kamaytirish mumkin. Siqilgan sovutgich $60-70^{\circ}\text{C}$ gacha (3-4-qator, 6-rasm), garchi Kondensatsiya harorati taxminan 40°C bo'lishi kerak.



6-rasmdagi kabi bo'lishi kerak. Sovutgich mashinasining bug'lanish moslamasida bug'lanish jarayoni.

Harorat o'rtasidagi farq kondensatsiya va harorat muhit iloji boricha kamroq, ha kondensatsiya haroratining 1°C ga kamayishi sovutish quvvatining 1% ga oshishiga qanday olib keladi.

Ekspirimental qism

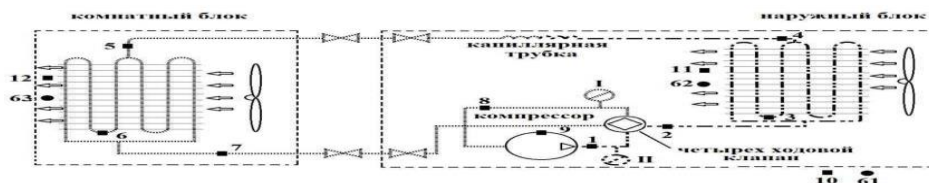
Ushbu laboratoriya ishida Yaponiyaning Panasonic kompaniyasining freonda ishlaydigan tashqi (1) va ichki (2) birliklari (3) (model CU - PA7GKD / CS - PA7KKD) bilan bo'langan split tizimi o'rganilmoqda. R22.

O'rnatish shuningdek, elektr energiyasini hisoblagich (4), ampermetr (5), voltmeter (6), elektromagnit starter (7), avtomatik xavfsizlik kalitlari (8), harorat va namlik sensori so'rovini boshqarish moslamasi (9), a yuqori bosim o'lchagich (10), past bosim o'lchagich (11), 14-rasm.



Рис 14. Общий вид стенда.

7-rasm. O'rganilayotgan sovutish moslamasining sxematik diagrammasi rasmda ko'rsatilgan



8-rasm. "Konditsioner" sovutish moslamasining sxematik diagrammasi: 1 - 12 - harorat sensorlari; 61, 62, 63 - namlik sensorlari; - yuqori bosim liniyasi; - past bosimli chiziq; I - past bosim o'lchagich; II - yuqori bosim o'lchagich.

Ishni bajarilish tartibi.

1. Avtomatik kalit bilan stendni yoqing, "Ishga tushirish" tugmasi bilan konditsionerga kuchlanish qo'ying.
2. Harorat va namlik datchiklarini so'rov qilish uchun kontrollerni yoqing; harorat, namlik, voltmetr, ampermetr, yuqori va past bosim o'lchagichlarning ko'rsatkichlariga rioya qiling.
3. Masofadan boshqarish pulti yordamida minimal mumkin bo'lgan maqsadli haroratni 16°C va eng past puflash tezligini o'rnatib, DP yordamida konditsionerni sovutish rejimiga o'tkazing. Konditsioner 3-ishlash davriga kirguncha kuting. Tekshirish oynalari yordamida harorat, namlik, voltmetr, ampermetr, yuqori va past bosim o'lchagichlari va sovutgich oqimining ko'rsatkichlarini kuzating.
4. Sovutish rejimi uchun 1-jadvalni to'ldiring.

1-jadval.

№	P_H , бар	P_L , бар	t_1 , °C	t_4 , °C	t_5 , °C	t_8 , °C	t_{10} , °C	t_{12} , °C	ϕ_{61} , %	ϕ_{63} , %
1										
2										

5. Isitish rejimida DP yordamida konditsionerni yoqing, maksimal mumkin bo'lgan maqsadli haroratni 30°C ga o'rnatib. To'rt tomonlama valf almashguncha va konditsioner ish rejimiga qaytguncha kuting (5-7 daqiqa). Isitish rejimi uchun 1-jadvalni to'ldiring.
6. DP yordamida konditsionerni o'chiring, "To'xtatish" tugmasi yoki o'chirgich bilan quvvatni o'chiring.
7. Sovutish va isitish rejimlari uchun ikkita jadvalni 2 to'ldiring.

2-jadval.

Точка	$P_{абс}$, бар	t , °C	Энтальпия i , кДж/кг	Агрегатное состояние
8				
1				
2..7				

8. Ikkita lgP-I diagrammasidan foydalanib, sovutish mashinasining ishlash davrlarini qurish a) sovutish rejimida; b) isitish rejimida. Shuni esda tutingki, isitish/sovutish rejimida logP-I diagrammasidagi nuqtalardagi harorat va bosim quyidagi sensorlar yordamida o'lchanadi:

Режим/точка на lg P-I диаграмме	1	3	4	7	1,2,3	4,5,6,7
Охлаждение	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$P_L, \text{ бар}$	$P_H, \text{ бар}$
Нагрев	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$		

- 9. (13) formuladan foydalanib, sovutish rejimida sovutish koeffitsientini hisoblang (xona – sovuq tank, $\xi_2 = COP_{cooling}$):

$$\xi_2 = \frac{|Q_2|}{|A|} = \frac{i_2 - i_1}{i_4 - i_3}$$

Isitish rejimida sovutgich samaradorligi omili (xona – issiq idish, $\xi_1 = COP_{heating}$):

$$\xi_1 = \frac{|Q_1|}{|A|} = \frac{|Q_2| + |A|}{|A|} = \frac{i_4 - i_1}{i_4 - i_3}$$

Foydalanilgan va tavsiya etilgan adabiyotlar:

1. Turdaliyevich, R. V. (2023). WAYS TO SHAPE THE PRINCIPLES OF HEURISTICS AND CREATIVITY IN READERS IN THE STUDY OF THE TOPIC OF TRANSITION FROM A GASEOUS STATE TO A LIQUID STATE AND METHODS OF LIQUEFACTION OF GASES.
2. Rahmanov, V., & Alijonov, J. (2022). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI O 'ZBEKISTON SHAROITIDA KENG FOYDALANISH. Science and innovation, 1(A7), 835-838.
3. Rahmanov, V. (2023). OLIY O 'QUV YURLARIDA FIZIKA YO 'NALISH TALABALARIGA MOLEKULAR FIZIKA BO 'LIMINING "TERMODINAMIKANING II-QONUNI (ENTROPIYANING) IZOJARAYONLARGA TADBIQI MAVZUSINI O 'QITISHDA KREATIV KO 'NIKMALARNI SHAKLLANTIRISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5), 10-16.
4. Rahmanov, V., & Alijonov, J. (2022). INOVATION SHAMOL TURBINASI. Science and innovation, 1(A8), 136-140.
5. Rahmanov, V., Ulashov, F., & Daminov, S. (2023). OLIY TA'LIMDA FIZIKA FANIDAN MOS HOLAT TENGLAMASINI MAVZUSINI O 'TISHDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK-TEKNOLOGIYALAR ASOSIDA DARS TASHKIL QILISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5), 147-150.
6. Islikov, S., Rahmanov, V., Abdumo'minova, S., & Kuchimov, S. (2023). MA'RUZA MASHG 'ULOTLARINI O 'ZLASHTIRISHDA INNOVATION YONDASHUVLARDAN FOYDALANISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5), 175-178.
7. Abdulhaqova, M., Rahmanov, V., & Obidova, Z. (2023). OLIY O 'QUV YURLARIDA FIZIKANING ELEKTROMAGNIT TEBRANISH VA TO 'LQINLARGA OID LABORATORIYA ISHLARINI TASHKIL ETISH METODIKASI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 188-193.
8. Обидова, З., Рахмонов, В., Ганиева, Д., Кодиров, О., & Холмуродов, А. (2023). УМУТАБЛИМ МАКТАБ ФИЗИКА КУРСИНИНГ ФАЛСАФИЙ МАСАЛАЛАРИНИ РОЛИ ВА АХАМИЯТИ. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 53-60.

9. Rahmanov, V. (2023). WAYS TO SHAPE THE PRINCIPLES OF HEURISTICS AND CREATIVITY IN READERS IN THE STUDY OF THE TOPIC OF TRANSITION FROM A GASEOUS STATE TO A LIQUID STATE AND METHODS OF LIQUEFACTION OF GASES. *Modern Science and Research*, 2(5), 745-751.
10. Rahmanov, V., Ermatova, S., Boyzaqova, S., Firmatov, M., & Yusupov, N. (2023). ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR VA TO 'LQINLAR" MAVZUSINI O 'QITISHDA INNOVATSION TA'LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5 Part 2), 5-14.
11. Rahmanov, V., Yalg'ashova, G., Yusupova, S., & To'laganov, A. (2023). OLIY TA'LIMDA TALABALARGA STATIONAR VA NOSTATIONAR DIFFUZIYALAR MAVZUSINI O 'TISHDA ULARNI EVRISTIK O 'QITISH TEXNOLOGIYASINI SHAKILLANTIRISH. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5), 156-159.
12. Islikov, S., Rahmanov, V., Axmedova, I., & Abdumo'minova, S. (2023). UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA INFORMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI FANLARINI O 'QITISHDA ZAMONAVIY AXBOROT VA PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5), 168-171.
13. Kattabekov, R., Rahmanov, V., & Davlatov, O. T. (2023). "ZARYADLANGAN ZARRANING ELEKTROMAGNIT MAYDONDAGI HARAKATI" MAVZUSINI O 'QITISHNING NAZARIY MASALALARI. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(6), 197-201.
14. Rahmanov, V., Tarmashova, M., Qosimova, S., Imomqulov, O., & Abdurahmanova, S. (2023). OLIY O 'QUV YURTLARIDA FIZIKA FANIDAN "ELEKTROMAGNIT TO 'LQINLARNING XOSSALARI" MAVZUSINI O 'TISHDA INTERAKTIV METODDAN FOYDALANISH. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5 Part 2), 109-114.
15. Rahmanov, V., Firmamatov, M., Yusupov, N., & Norqobilov, B. (2024). OLIY O 'QUV YURTLARIDA FIZIKA FANIDAN "VAN-DER-VAALS TENGLAMASI" MAVZUSINI O 'TISHDA INTERAKTIV METODDAN FOYDALANISH. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 2(1), 203-207.
16. Li S. et al. Heat and mass transfer characteristics of Al₂O₃/H₂O and (Al₂O₃+ Ag)/H₂O nanofluids adjacent to a solid sphere: A theoretical study // *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*. – 2024. – С. 1-19.
17. Nafasova G., Abdullayeva B. S. DEVELOPMENT OF LOGICAL COMPETENCE OF FUTURE PHYSICS TEACHERS BASED ON STEAM AND SMART EDUCATIONAL TECHNOLOGIES // *Евразийский журнал академических исследований*. – 2023. – Т. 3. – №. 1 Part 2. – С. 138-140.
18. Nafasova G., Abdullayeva B. FORMING THE SCIENTIFIC AND LOGICAL OUTLOOK OF FUTURE PHYSICS TEACHERS // *Scientific journal of the Fergana State University*. – 2023. – №. 1. – С. 147-147.
19. Nafasova G., Pardaveva E. Z. BO'LAJAK FIZIKA O'QITUVCHILARINING MANTIQIY KOMPETENTLILIGINI RIVOJLANTIRISHDA SAMARALI FIZIKA O'QITISH METODLARI // *Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук*. – 2023. – Т. 3. – №. 4. – С. 50-53.
20. Baxtiyorovna G. N. BO 'LAJAK FIZIKA O 'QITUVCHILARIDA MANTIQIY KOMPETENTLILIGINI RIVOJLANTIRISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI // *QO 'QON UNIVERSITETI XABARNOMASI*. – 2022. – Т. 5. – С. 96-97.

21. Nafasova G. FIZIKA OQITUVCHILARI GENDER TENGLIGI MASALASIDA MANTIQIY KOMPETENTLIKNIHNING AHAMIYATI //Oriental Conferences. – OOO «SupportScience», 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 368-372.



INNOVATIVE
ACADEMY