

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI



TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK UZATISH ASOSLARI

Fanidan

O‘quv uslibiy majmua

Bilim soxasi	800 000 – Qishloq, o‘rmon, baliq xo‘jaligi va veterinariya
Ta’lim soxasi	810 000 – Qishloq xo‘jaligi
Ta’lim	
yo‘nalishlari	60810100 – Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalashtirish

Guliston 2024

Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari: O‘quv uslubiy majmua / GulDU, 2024.- 222 b.

Ushbu O‘quv uslubiy majmua Guliston davlat universiteti “Ishlab chiqarish texnologiyalari fakulteti” “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va dastlabki ishlash texnologiyasi” bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, “Issiqlik texnikasi va qishloq xo‘jaligida issiqlik texnikasidan foydalanish” fani talabalarda issiqlik mashinalari, sovutkichlar va issiqlik texnik qurilmalari asosida yotgan issiqlik energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish va aksincha, issiqlikning uzatilish usullarini, issiqlikning qishloq xo‘jaligida olinishi, issiqlikni qishloq va suv xo‘jaligida qo‘llanishini amaliy jihatdan qamrab oladigan qonunlar va prinsiplarning nazariy va amaliy bilimlarini shakllantirish bo‘yicha vazifalar maqsad qilib qo‘yilgan.

Tuzuvchilar:

A.Yusufaliyev- Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida katta o‘qituvchisi

R. Raxmatullayev -Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida katta o‘qituvchisi

V. Ermatov- Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida o‘qituvchisi

B. Batirov -Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida o‘qituvchisi

Taqrizchilar:

K.K. Nuriyev - Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida professori, t.f.d.

M. To‘raqulov - Guliston davlat universiteti “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasida dotsenti, t.f.n.

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua OO‘MTVning 2017-yil 1-mart 107-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Oliy ta‘lim o‘quv rejalari fanlarining yangi o‘quv majmualarini tayyorlash bo‘yicha uslubiy ko‘rsatma” asosida yaratilgan.

O‘quv-uslubiy majmua Guliston davlat universiteti “Ishlab chiqarish texnologiyalari fakulteti” “Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasining 2024-yil 26-avgustdagi 1-sonli yig‘ilishida muhokama qilingan.

O‘quv-uslubiy majmua Guliston davlat universiteti O‘quv-metodik Kengashi tomonidan ko‘rib chiqilgan va o‘quv jarayonida qo‘llashga tavsiya etilgan. (2024-yil 30-avgust, №1 bayonnoma).

Kirish.....	4
O‘quv materiallari (ma’ruza mavzulari va mazmuni, amaliy mashg‘ulotlari ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar).....	6
Mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari.....	
Foydalanilgan adabiyotlar.....	
Glossariy.....	

Ilovalar:

Fan dasturi.....	
Syllabus.....	
Tarqatma materiallar.....	
Test savollari.....	

KIRISH

«Issiqlik texnikasi va qishloq xo'jaligida issiqlik texnikasidan foydalanish» fani issiqlik mashinalari, apparatlari, qurilmalari va uskunalari yordamida issiqlik energiyasini hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish, taqsimlash, uzatish usullarini nazariy hamda amaliy qamrab olgan holda o'rganadigan umumtexnika fanidir.

Insonda qadim zamonlardan boshlab issiqlik energiyasiga bo'lgan ehtiyoj uyg'ona boshlagan va uni hosil qilish hamda undan foydalanish usullarini qidirgan. Termodinamika qonunlari amaliyotini o'rganuvchi «Issiqlik texnikasi» fanining shakllanishiga XVII—XIX asrning buyuk olimlaridan R. Mayyer, J. Joul, M. V. Lomonosov, G. Gelmgols, S. Kamo, Klauzius, V. Kelvin, V. Nemst, D. Maksvell, D. Bernulli, L. Boltsman, D. Gibbs, D. I. Mendeleyev, E. X. Lens, A. G. Stoletov, K. E. Siolkovskiy va boshqa olimlar ilmiy izlanishlari bilan o'z hissalarini qo'shgan bo'lsalar, XX asr olimlaridan E. Fermi va Kurchatov (Atom reaktorida ajralgan issiqlik), N. G. Basov, O. N. Kroxin va Ch. Tauns (Lazer nurlanishi), Saxarov (Termoyadro sintez reaksiyasi) kabi ko'psonli olim hamda muhandislarning ishlari uni yana ham rivojlantirdi.

Hozirgi kunda dunyo olimlari qatori O'zbekiston Respublikasining Fizika-texnika ilmiy-tadqiqot instituti, «Fizika—Qo'yosh» ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi hamda Energetika va issiqlik texnikasi institutlari olimlari ham nazariy va amaliy gelioenergetika hamda issiqlik texnikasi bo'yicha ancha samarali ishlarni amalga oshirmoqdalar. Shu o'rinda, olimlarimizdan G.Y. Umarov, S.A. Azimov, U.O. Orifov, P.O. Habibullayev va ularning ko'psonli shogirdlarining xizmatlarini ta'kidlash joiz.

Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga, mexanik energiyani esa elektr energiyasiga aylantirish usullarining yaratilishi, uni xalq xo'jaligiga tatbiq etilishi tufayli elektr energiyasini masofaga uzatish hamda uni yana mexanik energiyaga aylantirish masalalari hal etildi.

1-modul. Texnikaviy termodinamika

1-mavzu. “Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari” faniga kirish Asosiy savollar:

1. Issiqlik texnikasi fani to‘g‘risida tushuncha.
2. Issiqlik texnikasi fanining maqsad va vazifalari.
3. Issiqlik mashinalarining ish jismi va ularning asosiy parametrlari.
4. Sistemaning holat tenglamasi.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Issiqlik, mexanik, elektr, termodinamika, energiya, apparat, uskuna, qurilma, issiqlik mashinasi, ish jismi, termodinamik sistema, bosim, temperatura, solishtirma hajm.

Mavzuga oid muammolar:

1. Issiqlik texnikasi va boshqa texnika fanlari orasidagi bog‘lanishlar borligini qanday tushunasiz?
2. Issiqlik, mexanik va elektr energiyalari orasidagi bog‘lanishlarni izohlab bering.
3. Issiqlik mashinalarining ishlashi termodinamik jarayonlarga asoslangan. Sizni bu ifodaga fikringiz qanday?
4. Ish jismi – energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish jarayonida ish bajaradigan moddalar deb qaraladi. Siz buni shunday deb tushunasizmi?
5. O‘zaro va boshqa jismlar bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmuasi termodinamik sistema deyiladi. Bu tushunchaga sizni qarashingiz qanday?

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Issiqlik texnikasi fani to‘g‘risida talabalarda tushuncha hosil qilish.

1-savol bayoni: Issiqlik texnikasi-issiqlik mashinalari, apparatlari va qurilmalari yordamida issiqlik hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, taqsimlash, uzatish usullarini nazariy va amaliy jihatdan qamrab olgan va o‘rganadigan umumtexnika fanidir.

Termodinamika va uning amaliy qismi bo'lgan issiqlik texnikasining fan sifatida shakllanishida XVIII-XIX asr olimlaridan R.Mayer, J.Joul, M.V.Lomonosov, S.Karno va boshqa olimlar ilmiy tadqiqotlari bilan o'z hissalarini qo'shdilar.

Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga va mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish usullarining yaratilishi, uning xalq xo'jaligiga tadbiiq etilishi natijasida elektr energiyasini masofaga uzatish hamda uni mexanik energiyaga aylantirish masalalari to'liq hal etildi.

Qishloq xo'jaligining energetik muvozanatini 90 foizini issiqlik energiyasi tashkil etadi. Issiqlikning asosiy qismi ishlab chiqarish, yashash va jamoat binolarini isitish uchun, chorvachilik fermalari hamda himoyalangan tuproq qatlami inshootlarida mikroiklimni hosil qilish va ushlab turish uchun, qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash va saqlashda issiqlik ta'minoti, sun'iy sovuqlik olish maqsadlarida ishlatiladi.

«Issiqlik texnikasi» fani «Agromuxandislik» yo'nalishi mutaxassisliklari talabalarini o'qitishda uch qismga bo'lib o'rganiladi:

1. «Issiqlik texnikasi nazariy asoslari» qismida issiqlik dinamikasi, issiqlik-massa almashinuvi, qonunlari hamda yonilg'i va yonish nazariyasi asoslari keltiriladi.

«Issiqlik energetik qurilmalari» qismida qozon qurilmalari va boshqa issiqlik ishlab chiqarish (issiqlik generatorlari) qurilmalari, issiqlik dvigatellari va issiqlik kuch qurilmalari nazariyasi yoritiladi.

2. «Issiqlikni qishloq xo'jaligida qo'llash» qismida ishlab chiqarish, yashash, jamoat va boshqa inshootlar issiqlik va issiq suv ta'minoti haqida ma'lumotlarni hamda qishloq xo'jaligining turli sohalarida (saqlash, qayta ishlash, sovitgichlar, issiqxonalar va boshqalar) issiqlikni qo'llash masalalari ko'rib chiqiladi.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Issiqlik texnikasi fani nima uchun o'qitiladi?
- 1.2. Issiqlik texnikasi fani qanday bo'limlardan iborat?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Issiqlik texnikasi fanining maqsad va vazifalari to'g'risida talabalarda ko'nikma hosil qilish.

2-savol bayoni: «Termodinamika» (grekcha therme-issiqlik, kuch) issiqlik effektlari hisobiga sodir bo'ladigan turli jarayonlardagi energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishini, moddalarning ichki tuzilishini e'tiborga olmagan holda nisbatlar orasidagi munosabatlarni o'rgatadigan fandir.

Termodinamika tabiatning universal qonunidan (energiyaning aylanishi va saqlanishi) foydalanib, issiqlikning texnikada qo'llanilishida sodir bo'ladigan termodinamik jarayonlar echimini xal qiladi.

Termodinamika fanining maqsadi bir necha sodda qoidalar-termodinamika qonunlari yordamida ochib beriladi.

Hozir termodinamika qonunlari asosida qurilgan murakkab va mukammal asbob uskunalar inson faoliyat ko'rsatadigan turli xil sohalarda ishlatilmoqda. Bunga issiqlik energiyasini texnik mashinalari, IYOD lari va boshqalar misol bo'la oladi.

Fanning asosiy vazifalari quyidagilar:

1. Issiqlikni mexanik ishga va aksincha, mexanik ishni issiqlikka aylanish qonunlarini o'rganish.
2. Issiqlik uzatilishi qonunlari va uzatish samaradorligini oshirish yo'llari o'rganiladi.
3. Issiqlik energetik qurilmalaridan to'g'ri foydalanish va ularni ishlatishda issiqlik energiyasidan to'g'ri foydalanish choralari.
4. YOnilg'ini tejash yo'llari, tabiiy energo resurslardan va boshqa energiya manbalaridan foydalanish yo'llari.
5. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishning turli sohalarida issiqlik energiyasidan foydalanish yo'llarini o'rganish.

Muhokama uchun savollar:

2.1. Termodinamika fani nimani o'rgatadi?

2.2. Issiqlik texnikasi fanini o'rganishdan asosiy maqsad nima?

2.3. Issiqlik texnikasini ishlatishda uning ekologik muhitga ta'sir qiluvchi faktorlarini ilmiy asoslash.

3-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarda issiqlik mashinalarining ish jismi va ularning asosiy parametrlari to'g'risida tushunchalar hosil qilish.

3-savol bayoni: Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilma issiqlik mashinasi deyiladi.

Issiqlik mashinalariga bug' mashinalari, ichki yonuv dvigatellari, bug' trubinasi, turli xil raketalar (KRD-kimyoviy raketa dvigateli, YARD-yadro raketa dvigateli, ERD-elektrodinamik raketa dvigateli) kiradi. Issiqlik mashinalarining ishlashi davriy ravishda takrorlanib turadigan termodinamik jarayonlarga asoslangan. Bunday davriy jarayonlarda issiqlik avval sistemaga uzatiladi, u tashqi kuchlarga qarshi ma'lum ish bajargandan so'ng, qoldiq issiqlik miqdori sistemadan chiqariladi.

Issiqlik-materiya harakatining bir shaklidir. Moddani tashkil etgan zarrachalar va maydonlar majmuasi **materiya** hisoblanadi. Moddaning tarkibiy qismiga kirgan elektron, atom, molekula, zarracha, kristall panjara tugunlarida joylashgan atomlarning murakkab harakati natijasida paydo bo'ladigan energiya-**issiqlikdir**.

Sistemalararo temperaturalar farqi o'rinli bo'lsagina issiqlik energiyasi sifatida birinchi sistemadan ikkinchisiga o'tadi, ya'ni $T_1 > T_2$, ikkala sistemaning temperaturalarini bir xil, ya'ni $T_1 = T_2$ bo'lsa, issiqlik uzatilmaydi: sovuq modda (sistema)dan issiq jismga issiqlik uzatilmaydi, ya'ni $T_1 < T_2$ bo'lishi mumkin emas.

Ish jismi-energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish jarayonida ish bajaradigan moddalardir. Ish jismi deganda yoqilg'ining (benzin, mazut, kerosin, solyar moyi, gaz va gazlar aralashmasi, porox, suv bug'i, zarrachalar yoki plazma oqimi) har xil turlari tushiniladi. Masalan, ichki yonuv dvigatellarida benzin bug'i bilan havo aralashmasi ish jismi hisoblanadi. Har qanday issiqlik dvigatelining ish jarayonida isitgichning temperaturasi T_1 sovitgichning temperaturasi T_2 dan katta, ya'ni $T_1 > T_2$ shart bajarilganda va o'rinli bo'lganda ish bajarish mumkin.

Termodinamik sistema - o'zaro va boshqa jismlar bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmuidir.

Termodinamik sistema sodir bo‘ladigan va uning holat parametrlaridan hech bo‘lmaganda bittasi o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lgan har qanday o‘zgarish **termodinamik jarayon** deyiladi. Tashqi muhit bilan termodinamik sistemaning o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida o‘rganilayotgan sistemaning holat parametrlari o‘zgaradi. Sistemaning holat parametrlarini ifodalashda **holat parametrlari** deb ataladigan fizik kattaliklar qabul qilingan.

Holat parametrlariga solishtirma hajm va temperatura (P,V,T) kiradi.

Bosim. Suyuqlik va gaz molekularining, plazma yo zarralar oqimining idish devorining yuza birligiga uzatadigan ta’sir kuchi kattaligi **bosim** deyiladi.

$$P = \frac{F}{S} \left| \frac{H}{m^2} \right| \quad (1)$$

Bosim SI o‘lchov birligi sistemasida paskalda ($1Pa = 1H / m^2$; $1kPa = 10^3 Pa$; $1MPa = 10^6 Pa$) o‘lchanadi.

Temperatura sistemaning issiqlik holatini tavsiflaydigan asosiy holat parametrlaridan biri. Jismning isiganlik darajasi temperatura orqali ifodalanadi. Jism tarkibidagi zarralarning tezligi qancha katta bo‘lsa, ularning kinetik energiyasi ham shuncha katta bo‘ladi. Demak, temperatura modda tarkibidagi zarralarning kinetik energiyasi o‘lchovidir.

Termodinamik jarayonlardagi temperatura Kelvin (K) shkalasi bo‘yicha o‘lchanadi.

Halqaro o‘lchov birligi sistemasida (SI) temperatura Kelvin shkalasi (K) bo‘yicha o‘lchanadi. Kundalik hayotda, ko‘proq Selsiy (S) shkalasi qo‘llaniladi. Selkiy shkalasidan Kelvin shkalasiga quyidagi munosabat bilan o‘tiladi.

$$T = t^0 + 273,15 \quad (2)$$

Masalan, xona temperaturasi Selsiy shkalasi bo‘yicha 20^0S bo‘lsa, Kelvin shkalasida $T = t^0 + 273,15 = 20^0 + 273,15 = 293,15K$ bo‘ladi.

Solishtirma hajm (g)-moddaning birlik massasi egallangan hajm. Bir jinsli moddaning massasi m bo‘lsa, uning solishtirma hajmi

$$g = \frac{V}{m} \left| \frac{M^3}{\kappa^2} \right| \quad (3)$$

Termodinamik sistema ustivor va noustivor bo'lishi mumkin: sistemaning vaqt mobaynidagi termodinamik parametrlari o'zgarmas va hamma nuqtalarda bir xil bo'lsa, bunday sistema ustivor sistema deyiladi; aksincha, sistemaning har xil nuqtalaridagi parametrlari o'zgaruvchan qiymatlarga ega bo'lsa, u noustivor sistema deyiladi.

Muhokama uchun savollar:

- 3.1. Issiqlik mashinalarining turlarini ayting.
- 3.2. Issiqlik mashinalariga qanday omillar ta'sir qiladi?
- 3.3. Issiqlik mashinalarining parametrlariga nimalar kiradi?

4-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga sistemaning holat tenglamasi to'g'risida tushuncha hosil qilish va holat tenglamasini keltirib chiqarishni tushuntirish.

4-savolning bayoni: Ish gazining holati o'zgarganida uning termodinamik parametrlari (P,V,T) ham mos ravishda o'zgaradi, ya'ni termodinamik sistemaning muvozanati buziladi. Termodinamik sistamaning muvozanati uning parametrlari orasidagi bog'lanish funksiyasi shaklida ifodalanadi va u termodinamik sistemaning holat tenglamasi deyiladi. Ish jismining (gaz, suv bug'i, suyuqlik va h.k.) hajmi, bosimi, temperaturasi orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozish mumkin:

$$f(P,V,T) = 0 \quad (4)$$

Termodinamik sistema parametrining har biri uchun bu funksiya yana boshqacharoq ifodalanadi.

$$V = \psi(P,T); \quad P = \psi(V,T); \quad T = \psi(P,V) \quad (5)$$

Fizika kursidan ma'lumki, gaz egallagan V hajmda N ta molekula joylashsa, unda hajm birligidagi molekulalar soni

$$n = \frac{N}{V} \text{ bo'ladi} \quad (6)$$

SHu molekulalar uyg'otgan bosim Bolsman qonuniga muvofiq,

$$P = nkT = \frac{N}{V} kT \quad \text{ёku} \quad \frac{PV}{T} = kN = \text{const}. \quad (7)$$

Ideal gazning holat tenglamasidan ma'lumki, 1 kilomol ixtiyoriy gaz massasi uchun

$$\frac{PV_{\mu}}{T} = \mu K = 8314 \text{ Ж / кмоль}.$$

bunda K-universal gaz doimiysi.

Molekulalar orasidagi tutinish kuchlarini va molekula egallagan haqiqiy hajmni hisobga olib, Vander-Vaals real gazlarining holat tenglamasini quyidagicha ifodalangan

$$(P + \frac{a}{v_{\mu}^2})(V_{\mu} - b) = RT \quad (8)$$

bunda a-gaz tabiatiga mos mutanosiblik koeffitsienti, v-gazning siqilishi mumkin bo'lgan hajmi.

Xulosa qilib shuni aytish joizki, termodinamik sistema muvozanatining o'zgarishi unga issiqlik miqdorining uzatilishi yoki undan chiqarilishi hamda mexanik ta'sir hisobiga kechadi.

Muhokama uchun savollar:

- 4.1 Issiqlik texnikasi fani nima uchun o'qitiladi?
- 4.2 Issiqlik texnikasi fani qanday bo'limlardan iborat?
- 4.3 Termodinamika fanining maqsadini tushintirib bering.
- 4.4 «Issiqlik texnikasi» fanining asosiy vazifalarini so'zlab bering.

2-mavzu. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni

Maqsad: Ideal va real gazlar haqida tushuncha. Ideal va real gaz qonunlarini o'rganish.

Mavzuda o'rganiladigan asosiy masalalar:

1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
2. Ideal gaz qonunlari.
3. Real gaz qonunlari.

1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi

Ideal gaz deb, shunday faraziy gazga aytiladiki, uning molekullari nuqtaviy xisoblanib, ular (molekulalar) orasidagi o'zaro tortish kuchi nolga teng bo'ladi. Bunday gazlarning o'zgarishi to'laigicha Boyle-Mariot va Gey-Lyussak qonunlariga bo'ysunadi.

Ma'lumki, tabiatda bunday gazlar uchramaydi. Tabiatdagi gazlar (shu jumladan, bug'lar ham) xammasi real, mavjud gazlardir. Real gazlarda molekulalar ma'lum hajmga ega va ular o'zaro tortish kuchi bilan bog'langandir.

Biz quyida ideal gazlarning asosiy qonunlari bilan tanishib chiqamiz. Bunda shuni unutmaslik kerakki, ideal gaz qonunlarini real gaz bilan bog'liq bo'lgan texnik masalalarda qo'llanilsa, natija yuqori fizik aniqlikda bo'lmay, etarli texnik aniqlikdabo'ladi.

SHunga qaramay ideal gaz qonunlarini o'rganishimiz va qo'llashimizning asosiy sababi, qonunlarning ifodalari va formulalarining juda soddaligidir.

XIX asr o'rtalarida M.V.Lomonosov tomonidan asos solingan gazlarning molekulyar kinetik nazariyasiga asosan, idishdagi ideal gaz molekullari ma'lum hajmda teng tarqalgan va ular uzluksiz issiqlik xarakatida bo'ladi. Molekulalar o'zaro to'qnashadi hamda joylashgan idish

devorlariga uriladi. Molekulalarning idish devoriga urilishi natijasida gaz turgan idishning

xar bir tomoniga normal (tik) va miqdor jixatdan bir xil bo'lgan bosim ta'sir qiladi.

YUqorida aytilgan nazariyaga ko'ra, fizika kursida gazlar kinetik nazariyasining quyidagi asosiy tenglamasi keltirilibchiqariladi.

$$r = (nm^2)/3$$

Bu yerda r - ideal gazning idish devoriga bo'lgan absolyut (mutloq) bosimi;

n - xajm birligidagi molekulalar soni, ya'ni —

$$n = N/V$$

V - ma'lum massadagi gazning hajmi;

N - shu hajmdagi molekulalar soni;

m - 1 ta molekulaning massasi (bir xil tarkibdagi gazlar uchun molekulalar massalari teng);

ω - molekula ilgarilanma xarakatining o'rtacha kvadratik tezligi. O'rtacha kvadratik tezlik, gazni tashkil qiluvchi aloxida molekulalarning

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ tezliklari orqali quyidagicha aniqlanadi.

$$\sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \dots + \omega_n^2}{n}} \quad (2)$$

(1) tenglikning surat va maxrajini 2 ga ko'paytirib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m^2}{2} \quad m^2 \quad (3)$$

Fizika kursidan ma'lumki, (3) tenglikdagi — ifoda 1 ta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini ifodalaydi.

Ideal gazlar kinetik nazariyasiga ko'ra, molekulalarning kinetik energiyasi bilan gaz xarorati orasida ma'lum bog'lanish mavjud, ya'ni

$$\frac{m^2}{2} = T \quad (4)$$

bu erda; \square - proporsionallik koeffitsienti bo'lib, son jixatidan gazning xarorati bir darajaga o'zgargandagi molekulaning kinetik energiyasini o'zgarishiga teng.

Agar (3) tenglikdagi ifodalarning mos qiymatlarini keltirib qo'ysak, quyidagi ifodalar kelib chiqadi.

$$\frac{m^2}{2} = T$$

(5) yoki (5a) tengliklar gazlar molekulyar kinetik nazariyasining issiqlik texnikasidagi ifodasibo'ladi.

2. Ideal gaz qonunlari

2.1. Boyle – Mariott qonuni

Agar gazlar molekulyar kinetik nazariyasining issiqlik texnikasidagi ifodasi (5a) da berilgan gaz massasi uchun $N=\text{const}$ va $\square=\text{const}$ desak, xaroratni o'zgarmagan xolati ($T=\text{sonst}$) uchun quyidagiga egabo'lamiz.

Istalgan miqdordagi gaz G (kg) uchun

$$rV = \text{const} \quad (6)$$

1 kg gaz uchun esa,

$$r = \text{const} \quad (7)$$

(5) va (7) tenglamalar **Boyle-Mariott qonunini** ifoda etadi, ya'ni ma'lum miqdor massaga ega bo'lgan bir hil gazning hajmini bosimiga ko'paytmasi ularning xolatidan qat'iy nazar bir xil xaroratda o'zgarmasdir. Bundan quyidagi kelib chiqadi, ya'ni

$$p_1 = p_2, \quad (8)$$

Agar gazning zichligi o'zining solishtirma hajmiga teskari

2.2. proporsional ekanligini xisobga
olsak, $P_1 = 1/V_1$, $P_2 = 1/V$

—

U xolda

(9)

(8) va (9) tenglamalar ideal gazlar uchun juda muxim bo'lib, quyida ulardan foydalaniladi.

2.3. Gey – Lyussakqonuni

Gey-Lyussak qonunida gaz xolatining o'zgarishi o'zgarmas bosim sharoitida ko'rib chiqiladi. Buning uchun (5a) tenglikni quyidagi shaklda yozamiz.

$$V/T=2/3=N/P \quad (10)$$

$r = \text{sonst}$ sharoit uchun (bunda $N = \text{const}$ va $r = \text{const}$)

O'zgarmas bosim, lekin xaroratlari turlicha bo'lgan gazlar zichliklarining nisbati ularning absolyut (mutloq) xaroralariga teskari proporsional bo'ladi.

2.4. Ideal gaz xolatining termiktenglamasi

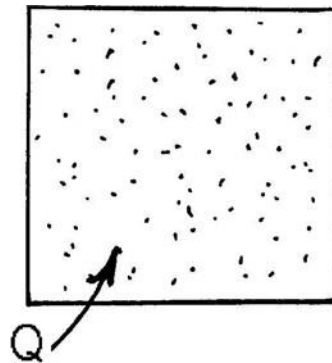
Agar 1-shaklda ko'rsatilgan idishga ideal gaz to'ldirilgan deb faraz qilib uni qizdirsak, ya'ni gazga issiqlik miqdori bersak, gazning xolati o'zgaradi.

Idishdagi ideal gaz uchun (5a) tengliknin dastlabki (isitilmagan) va isitilgandan keyingi xolatlari uchun quyidagini yozamiz.

$$p_1 V_1 = \frac{2}{3} N \bar{\epsilon}_1,$$

$$p_2 V_2 = \frac{2}{3} N \bar{\epsilon}_2$$

buerda $p_1, V_1, \bar{\epsilon}_1$ -gazning dastlabki xolatidagi ko'rsatkichlari;
 $p_2, V_2, \bar{\epsilon}_2$ - gazning isitilgandan keyingi ko'rsatkichlari.



YUqoridagi ikkala tenglikning bir-biriga mos ravishda nisbatini olib quyidagilarni xosil qilamiz, ya'ni

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Proporsiyaning o'rnini almashtirib ifodani ixtiyoriy miqdordagi ideal gaz uchun ham yozish mumkin. Masalan, 1kg gaz uchun mos ravishda yozish mumkin,

$$P/T \quad (13)$$

(13) tenglikdan ko'rinib turibdiki, P/T ifoda gaz uchun o'zgarmasmiqdor ekan. Bu o'zgarmas miqdor gaz doimiysi deb yuritiladi va R bilan ifodalanadi, ya'ni

$$P/T=R \quad P=TR \quad (14)$$

Oxirgi (14) tenglik **ideal gaz xolatining termik tenglamasi** yoki soddaroq xolatda, **1kg ideal gaz uchun xolat tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama 1 kg xar qanday xolatdagi ideal gaz uchun xarorat, bosim va hajm orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi. Ba’zi xolatlarda (14) tenglikni **Klapeyron tenglamasi** deb ham yuritiladi.

Ixtiyoriy (G kg) miqdoridagi ideal gaz uchun gaz xolati tenglamasini olamiz, ya’ni

$$p \frac{V}{G} = RT, \quad pV = GRT \quad (15)$$

(7) va (8) tengliklardagi kattaliklar quyidagi o‘lchov birliklarida o‘lchanadi, r (n/m²), T (K), V (m³) va G (kg). U xolda

Gaz doimiysining fizik ma’nosi – 1 kg gazni 1 darajaga isitilganda uning kengayishidagi bajargan ishiga teng.

2.5. Bir kilomol gaz uchun holattenglamasi

Avagadro qonuniga ko‘ra, bir xil bosim va xaroratda, teng idishlarda joylashgan xar qanday ideal gazlar bir xil miqdordagi molekulalar soniga ega, ya’ni $r_1 = r_2$; $V_1 = V_2$; $T_1 = T_2$ bo‘lsa, $N_1 = N_2$ bo‘ladi.

Avagadro qonunidan quyidagi xulosa kelib chiqadi, bir xil bosim va xaroratda ikki xil gazning zichliklari (ρ) va molekulyar massalari (μ) bir biri bilan to‘g‘ri proporsionallikda bog‘lanadi,

Ya’ni, bir xil bosim va xaroratdagi ikki xil gaz uchun solishtirma hajmlarning nisbati, ular molekulyar massalarining nisbatiga teskari proporsionaldir. (16) tenglikdan quyidagini yozish mumkin, $\rho_1 \mu_1 = \rho_2 \mu_2 =$

$\dots = \rho_n \mu_n = \text{const}$

bu yerda, ρ - 1 kg gazning egallagan xajmi;

μ - shu gazning molekulyar massasi;

$\rho \mu$ - gazning molekulyar massasiga teng bo‘lgan kilogramm (ya’ni $\rho \mu$ kg) gazning egallagan hajmi.

SHunday qilib, kilogramm-molekula yoki kilomol deb, kilogrammlar soni gazning molekulyar massasiga teng bo‘lgan gaz miqdoriga aytiladi.

Masalan, $1 \text{ kmol kislrod} = 32 \text{ kg}$

$1 \text{ kmol azot} = 28 \text{ kg}$

$$1 \text{ kmol metan} = 16 \text{ kg}$$

Bir xil xaroratda va bosimda xar qanday ideal gaz teng (bir xil) hajmni egallaydi. Bu xajmni ν bilan belgilaymiz. Uxolda

$$\nu \cdot V = \nu_0, \quad \text{m}^3/\text{kmol} \quad (17)$$

Fizik me'yoriy (normal) sharoit ($p = 760 \text{ mm.sim.ust.}$ va $T = 273 \text{ K}$) uchun $\nu_0 = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$.

Bir xil sharoitda turgan 1 kilomol xar qanday gazning egallagan xajmlari teng ekanligidan foydalanib, gazning me'yoriy sharoitdagi solishtirma xajmini yoki uning zichligini aniqlab olish mumkin.

$$V = M/\rho \quad (18)$$

Kilomol tushunchasi bilan tanishganimizdan so'ng, shu gaz miqdori uchun xolat tenglamasini yozamiz. Buning uchun (15) tenglikka

SHunday qilib, Avagadro qonunidan kelib chiqadigan xulosa shuki, **xar qanday ideal gazning 1 kilomolini egallagan hajmlarigina teng bo'lib qolmay, balki ularning universal gaz doimiylari ham tengdir.**

Universal gaz doimiysining son qiymatini (20) tenglikka keltirib qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$r = 8314 \text{ T}$$

Olingan tenglik, **1 kmol gaz uchun xolat tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama birinchi marta D.I.Mendeleev tomonidan taklif qilinganligi uchun uning nomi bilan yuritiladi, ya'ni **Mendeleev tenglamasi** deyiladi.

Universal gaz doimiysining amaliy ahamiyati yana shundan iboratki, agar ixtiyoriy gazning molekulyar massasi ma'lum bo'lsa, uning gaz doimiysini aniqlash mumkin:

Eslatma: Texnikada ishlatiladigan ba'zi bir gazlarning molekulyar massalari, gaz doimiysi va boshqa xarakteristikalar ushbu darslikda ilova qilingan (1jadval).

3. Real gaz holatining tenglamalari

Ideal va real gazlar orasidagi tafovut yuqorida aytib o'tilgan edi. SHu tafovutlar sababli Klapeyron tenglamasini real gazlarga qo'llanilganda ancha noaniqlik kelib chiqadi. Ba'zi gazlar oddiy atmosfera sharoitidayok ideal gaz tenglamasidan 2-3 % ga farq qilishi mumkin. YUqori bosim va past xaroratlarda real gaz bilan ideal gaz orasidagi tafovut sezilarli darajada ortib boradi. Jaxon olimlari tomonidan real gaz holatini xarakterlovchi juda ko'p (150 dan ortiq) tenglamalar taklif qilingan. Lekin tenglamalar, u yoki bu sabablarga ko'ra etarli aniqlik va umumiylikka ega emas edi.

Real gaz holatini yaxshiroq (nisbatan) xarakterlovchi tenglama 1873 yilda golland fizigi YAn Diderik Van-der Vaals tomonidan taklif qilingan bo'lib, u quyidagi ko'rinishga ega

Van-der-Vaals tenglamasi ideal gaz tenglamasi ($P=RT$) dan ikkita tuzatmasi bilan farq qiladi.

a -ichki yoki molekulyar bosim, ya'ni molekulalarning o'zaro tortish kuchi xisobiga olinadigan bosim.

- 1) v - siqib bo'lmaz xajm - ya'ni molekulalarning egallagan hajmlari xisobga olinadi.

Bu erda " a " va " v " koeffitsientlarini, Van-der-Vaals fakat gazning turiga bog'lik (ko'rsatkichlariga bog'lik emas) deb tushuntiradi. ┘

Keyingi paytlarda yuqori bosim bilan ishlovchi issiqlik mashinalarining tez rivojlanishi sababli Van-der-Vaals tenglamasi etarli aniqlik bermay qoldi. SHuning uchun rus olimlari M.P.Vukalovich va I.I.Novikovlar yuqoridagi tenglamani yanada rivojlantirib va aniqlik kiritib, o'zlarining quyidagi tenglamasini taklif qildilar (1946 y.) bu erda, $A_1(T)$ va $A_2(T)$ - xaroratlarning ma'lum funksiyalari;

$"a"$ va " v " - tuzatmalar, Van-der-Vaals tenglamasidagi ma'noga ega.

Bu tenglamada molekulalar orasidagi o'zaro tortish kuchi va molekulalar egallagan xajm tuzatmalari xisobga olinishi bilan birga molekulalarning birlashmalari ham xisobga olingan.

Vukalovich va Novikovlarning fikricha, real gazlarda yuqori bosim ostida odatdagi yakka molekulalar bilan bir qatorda ikkilangan (va xatto uchlangan) molekulalar majmuasi ham uchraydi.

O'z-o'zini nazorat qilish uchun savollar:

1. Ideal va real gazlar xaqida tushunchabering.
2. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasinitushuntiring.
3. Boyl – Mariott qonuni haqida ma'lumotbering.
4. Gey – Lyussak qonuni haqidatushunchangiz.
5. Ideal gaz xolatining termik tenglamasinitushuntiring.
6. Bir kilomol gaz uchun holat tenglamasi haqida tushunchabering.
7. Real gaz holatining tenglamalarinio'rganing.

3-Mavzu: Ideal gaz aralashmalari. Gazlarning issiqlik sig'imi.

Maqsad: Gaz aralashmalarining xossalari, tarkibi va ularga tadbiq etiladigan qonunlarni o'rganish. Gaz va gaz aralashmalarining issiqlik sig'imlari haqida tushuncha olish.

Mavzuda o'rganiladigan asosiy masalalar:

1. Gaz aralashmalarining xossalarini haqidama'lumot.
2. Gazlarning issiqliksig'imi.
3. Gaz aralashmalarining issiqliksig'imi.

1. Gaz aralashmalarining xossalari

Amaliyotda, masalan ichki yonuv dvigatellarini, qozon qurilmalarini va x.k.larni xisoblashlarda hamda ko'p texnologik jarayonlarda ishchi jism sifatida sof xoldagi bir atomli gazlar emas, gaz aralashmalari qo'llaniladi.

Ko'p xollarda ishchi jism sifatida bir biri bilan o'zaro reaksiyaga kirishmaydigan gaz aralashmalari ishlatiladi. Issiqlik texnikasida asosan atmosfera xavosi, tabiiy gazlar va xokazolar ishlatiladi.

Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlarini gaz aralashmalariga ham tadbiq etish mumkin. SHuning uchun gaz aralashmalari uchun xolat tenglamasini

quyidagicha yozish $rV_{ar} = G_{ar} R_{ar} T$.
mumkin,

Bu erda, r – aralashmaning umumiy bosimi;

V_{ar} – aralashmaning xajmi;

R_{ar} – aralashmaning gaz doimiysi;

G_{ar} – aralashmaning massasi.

Gaz aralashmalarining asosiy xususiyatlarini Dalton qonuni yaxshi ifodalaydi.

Bu qonunga muvofiq, aralashmadagi xar bir gaz idishda boshqa gazlar yo'q xoldagidek tutadi va o'zining bosim ulushini (parsial bosimini) xosil qiladi.

SHunday qilib, aralashma tarkibidagi xar bir gaz uchun uning parsial bosimiga bog'lik xolda xolat tenglamasini yozish mumkin.

$$r_i V_{ar} = G_i R_i T$$

bu erda, V_{ar} – aralashmaning egallagan hajmi;

r_i – aloxida olingan gazning parsial bosimi;

G_i va R_i – mos xolda alohida olingan gazning massasi va gaz doimiysi.

Dalton qonuniga binoan, aralashmaning bosimi (p) alohida olingan gazlarning parsial bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (26)$$

bu yerda, p_1, p_2, \dots, p_n – alohida olingan gazlarning parsial bosimlari

Gaz aralashmasining tarkibi

Gaz aralashmasining tarkibi, asosan, 2 xil usul bilan berilishi mumkin, ya'ni aralashmani massa ulushi (xissasi) va aralashmani hajm ulushi (xissasi).

a) alohida olingan (bir) gaz massasining aralashmaning umumiy massasiga nisbati, aralashmadagi gazning massa ulushi (xissasi) deyiladi va “g” bilan belgilanadi.

$$g_i = \frac{G_i}{G_{ar}}$$

bu erda, G_{ar} - aralashmaning umumiy massasi.

$$G_{ar} = G_1 + G_2 + \dots + G_n \quad (27)$$

Massa bo'laklarining yig'indisi 1 ga teng, ya'ni $g_1 + g_2 + \dots + g_n = \sum_{i=1}^n g_i = 1$

b) alohida olingan gazning keltirilgan hajmini aralashma egallagan umumiy hajmga nisbati, aralashmadagi gazning hajm bo'yicha ulushi (xissasi)

$$V_i$$

deyiladi va “r” xarf bilan belgilanadi.

$$r_i = \frac{V_i}{V_{ar}}$$

bu erda, V_{ar} - aralashmaning egallagan hajmi.

$$V_{ar} = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \sum_{i=1}^n V_i \quad (28)$$

$$n$$

Hajm bo'laklarining yig'indisi ham 1 ga teng, ya'ni $r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i = 1$

1.3. Aralashmaning gaz doimiysi

Aralashma massa ulushlari orqali berilganda uning gaz doimiysini Dalton qonunidan kelib chiqadigan tenglik orqali aniqlash mumkin. Bunda aralashmaning massasi G_{ar} kg,

$$G_{ar} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$$

U xolda aralashma tarkibidagi aloxida olingan gaz uchun xolat tenglamalarini yozish mumkin.

$$p_1 V_{ar} = G_1 R_1 T$$

$$p_2 V_{ar} = G_2 R_2 T$$

.....

$$p_n V_{ar} = G_n R_n T$$

nT

Tengliklarning o'ng va chap tomonlarini o'zaro qo'shib qo'yidagini xosil qilamiz:

$$(p_1 + p_2 + \dots + p_n) V_{ar} = (G_1 R_1 + G_2 R_2 + \dots + G_n R_n) T$$

n

buerda, $p_1 + p_2 + \dots + p_n = p_{ar}$ = rekanligidan,

$$p_{ar} V_{ar} = T \sum_{i=1}^n G_i R_i$$

Demak, aralashma uchun R_{ar} ni xisobga olgan xolda xolat tenglamasini quyidagicha yozish mumkin.

$$p_{ar} V_{ar} = G_{ar} R_{ar} T \quad (36)$$

Bu oxirgi ikkala tenglikni chap tomonlari o'zaro tengligidan quyidagi tenglik kelib chiqadi, ya'ni

1.4. Parsial bosim

Dalton qonuniga muvofiq, aralashmadagi xar bir gaz idishda boshqa gazlar yo'q xoldagidek tutadi va o'zining bosim ulushini (parsial bosimini) xosil qiladi.

YUqorida ta'kidlaganimizdek, aralashma tarkibidagi xar bir gaz uchun uning parsial bosimiga bog'lik holda xolat tenglamasini yozish mumkin.

$$p_i V_{ar} = G_i R_i T$$

bu erda, V_{ar} – aralashmaning egallagan hajmi;

r_i – aloxida olingan gazning parsial bosimi;

G_i va R_i – mos xolda alohida olingan gazning massasi va gaz doimiysi.

Dalton qonuniga binoan, aralashmaning bosimi (r) alohida olingan gazlarning parsial bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i$$

bu erda, r_1, r_2, \dots, r_n – aloxida olingan gazlarning parsial bosimlari.

Aralashma tarkibiga kiruvchi alohida olingan gazning parsial bosimi, gaz tarkibining qanday usulda berilishiga qarab, asosan, ikki xil usul bilan aniqlanadi:

a) aralashma tarkibi hajm bo'laklari bo'yicha berilgan, u xolda parsial bosim,

$$p_i = \frac{V_i}{V_a} p \quad (39)$$

b) aralashma tarkibi massa bo'laklari bo'yicha berilgan, xolda,

$$p_i = \frac{R_i}{R_{ap}} p \quad (40)$$

Ba'zi xollarda aralashma tarkibi tashkil etuvchi gazlarning kilomollar soni orqali berilishi ham mumkin, u xolda

$$p_i = \frac{M_i}{M_{ap}} p \quad (41)$$

bu erda, M_i – i -nchi gazning (1ta gazning) kilomollar soni

M_{ap} – aralashmadagi jami kilomollar soni; r –

aralashmaning umumiy bosimi.

2. Gazlarning issiqlik sig'imi

2.1. Issiqlik sig'imi xaqida tushuncha

Bir miqdor birligidagi (1 kg, 1m³ yoki 1 kmol) gazni 1 °C ga isitish uchun sarflanadigan issiqlikning miqdoriga, ***gazning issiklik sig'imi*** deb yuritiladi.

SHunga mos ravishda, gazning issiqlik sig'imi ham 3 xil bo'ladi, ya'ni

1. Gazning massa bo'yicha issiqliksig'imi;
2. Gazning xajm bo'yicha issiqliksig'imi;
3. Gazning kilomol bo'yicha issiqliksig'imi.

SHunga ko'ra, gazning issiqlik sig'imini 3 xil ishora bilan belgilaymiz shuningdek, ularning o'lchov birliklari xam 3 xil bo'ladi, ya'ni

1. s – massa bo'yicha issiqlik sig'imi, J /kgK;
- $\square\square$ – hajm bo'yicha issiqlik sig'imi, J /m³ K;
2. S
3. $\square s$ – kilomol issiqlik sig'imi, J/kmol.

Gazning kilomol issiqlik sig'imi, massa bo'yicha issiqlik sig'imining molekulyar massaga ko'paytmasidan iborat, ya'ni;

$$\square s = s \square\square, \text{ J /kmol}\square\text{K} \quad (42)$$

Massa bo'yicha issiqliksig'imi kilomol issiqlik sig'imini gazning molekulyar massasiga bo'lgan nisbatiga teng.

$$c\square \frac{\square c}{\square}, \text{ J /kg}\square\text{K} \quad (43)$$

Hajm bo'yicha issiqlik sig'imi, massa bo'yicha issiqlik sig'imi bilan gaz zichligini ko'paytmasiga teng.

$$C\square c\square\square, \text{ J /m}^3\square\text{K} \quad (44)$$

Umumiy xolatda, uchchala turdagi issiqlik sig'imlarini o'zaro bog'lovchi ifodalari mavjud. Ular quyidagilar.

SI birliklar sistemasi bilan (ilgargi) MKGS sistemasi orasida quyidagi bog'lanish mavjud, $\square s = s \square = 22,4 \text{ C}$.

2.2. O'rtacha va xaqiqiy issiqliksig'implari

Biror ixtiyoriy AV jarayonda (2-shakl), ishchi jismning xarakatini t_1 dan t_2 ga o'ttirish (yoki kamaytirish) uchun, gazni qizdirish (yoki sovitish) kerak bo'lsin. Buning uchun ma'lum miqdordagi issiqlik miqdori sarf qilinadi. Jarayonning AV oralig'ida gazning xaroratini $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga o'ttirish uchun sarf bo'ladigan issiqlik quyidagicha bo'ladi.

Agar A nuqta bilan V nuqta orasidagi masofani qiskartirib, ya'ni $t_2 - t_1$ farqni kamaytirib borsak, 1 kg gazni xar bir darajaga qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori boshlang'ich xolatda (A nuqtada) sarflanadigan issiqlik miqdoriga yaqinlashib boradi. Bundan

- t_1 xaroratlar farqi qancha kamaysa, o'rtacha issiqlik sig'imi shuncha xaqiqiy issiqlik sig'imiga yaqinlashadi

Demak, xaroratlarning farqi nolga teng bo'lganda, o'rtacha issiqlik sig'imi jarayonning A nuqtasidagi issiqlik sig'imi bilan bir xil bo'ladi.

Agar gazning xaroratini t darajaga o'zgartirish uchun q miqdorda issiqlik sarflansa, xaqiqiy issiqlik sig'imi quyidagicha bo'ladi.
yoki differensial ko'rinishda

Xaqiqiy issiqlik sig'imi deb, qizdirish jarayonida xaroratlarning farqi cheksiz kichik bo'lganda, bir miqdor birligidagi gazni qizdirishga sarflangan solishtirma issiqlik miqdoriga aytiladi.

Shu bilan birga jarayonning ma'lum nuqtasidagi issiqlik sig'imi, shu xaroratda gazning xaqiqiy issiqlik sig'imini ifodalaydi. Gazga berilgan issiqlik miqdori esa quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} c dt$$

(47)

G kg gaz uchun esa quyidagini yozish mumkin, ya'ni

$$Q = G \int_{t_1}^{t_2} c dt + G q$$

(48)

2.3. O'zgarmas va o'zgaruvchan issiqlik sig'implari

Ideal gazlarda bosim issiqlik sig'imga kam ta'sir qiladi. SHuning uchun, issiqlik sig'imi fakat xaroratning funksiyasi bo'lib xisoblanadi, ya'ni ideal gazlarning (shu jumladan real gazlarning) issiqlik sig'imi xarorat ortishi bilan ortib boradi va aksincha.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, past xaroratlarda gazning issiqlik sig'imga xaroratning ta'siri sezilarli miqdorda bo'lmaydi. SHuning uchun, ba'zi xisoblashlarda shartli ravishda issiqlik sig'imini o'zgarmas (xaroratga bog'liq emas) deb olinadi. Bunda xisoblash ishlari ancha engillashadi.

$$q = c (t_2 - t_1), J/kg, Q = G \cdot c (T_2 - T_1),$$

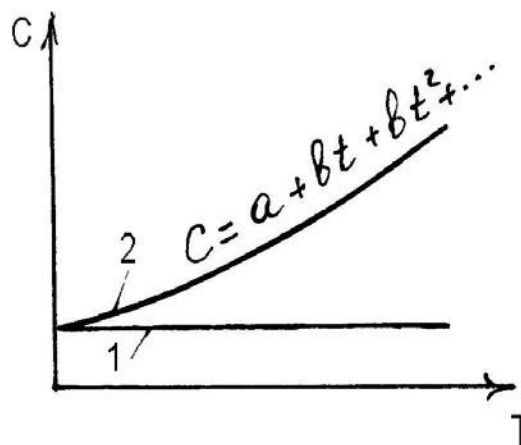
J Issiqlik sig'imi o'zgarmas deb olinsa, chizmada absissa o'kiga parallel 1 chiziq xosil bo'ladi (3-shakl).

Юқори харорат ва босимда эса иссиқлик сигимини хароратга боғлиқлиги жуда сезиларли бўлиб қолади. Бундай холда, иссиқлик сигимининг хароратга боғланиши 3-шаклда 2-чизик орқали ифодаланади. Эгри чизик тенгламаси эса қуйидагича.

$$c = a + bt + bt^2 + \dots \quad (49)$$

буерда; а-газнинг 273°K (яъни 0°С)

хароратдаги иссиқлик сигимини



kl

Issiqlik sig'imi, xaroratning funksiyasi bo'lganligi uchun biron xarorat oralig'idagi gazga sarflangan issiqlik miqdorini xisoblashda o'rtacha issiqlik sig'imidan foydalaniladi.

$$q = \int_{t_1}^{t_2} c dt \quad (50)$$

(47) tenglikdan o'rtacha issiqlik sig'imini aniqlaymiz.

t

2

t

t_2

$\square c dt$

$c^m \square \underline{q}$,

$c \square \underline{t_1}$

t , $t_2 \square t_1$

$t_1 \ t_2 \square t_1$

“s” ning o‘rniga (49) tenglikdagi ifodani keltirib qo‘ysak,

t_2

$\square (a \square bt \square dt^2 \square \dots)$

$t_2 \ t$

$t \square t$

$t^2 \square t t \square t^2$

$c \square \frac{1}{m} \square \frac{a \square b^1}{t \square t_1} \square \frac{d^1}{2} \square \frac{t^2}{2} \square \dots$ (51)

m

$t \square t_1$

2

t_1

2

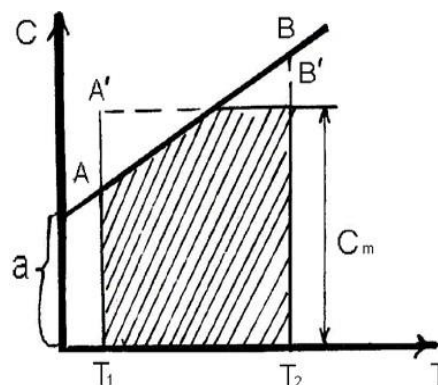
Ko‘rinib turibdiki, (51) ifoda orkali issiqlik sig‘imini xisoblash ancha murakkab. SHuning uchun ko‘pgina xollarda, issiqlik sig‘imini xaroratga bog‘lanishini to‘g‘ri chiziqli tenglama bilan ifodalab ham etarli aniqlikka erishish mumkin, ya’ni

$$s = a + bt$$

Bunday issiqlik sig‘imi xaroratga to‘g‘ri chiziqli bog‘langan issiqlik sig‘imi deb yuritiladi.

Bunday xollarda o‘rtacha issiqlik sig‘imi quyidagi ko‘rinishga egabo‘ladi.

$$c_m = a + b \frac{T_1 + T_2}{2}$$



4-shakl

bu erda, c_m - xaroratlar oralig‘idagi o‘rtacha issiqlik sig‘imi;

a - gazning 273 K dagi issiklik sig‘imi;

b - chizik AB ning gorizontalluk katiyalik burchagining tangensi.

Xaroratga sig‘imning bog‘lanishi to‘g‘ri chiziqli bo‘lganda o‘rtacha issiqlik sig‘imini xisoblashning boshqa usuli xam mavjud. Bunda gazni T_1 dan T_2 darajagacha qizdirish 2 ta davrga bo‘libolinadi.

1) 0 °S dan T_2 °S gacha bo‘lgan oraliq.

U xolda, shu oraliqlarda sarflangan issiqlik miqdorlari quyidagicha bo‘ladi.

$$q_1 = C m T_1 ,$$

$$q_2 = C T_2$$

2) T_1 dan T_2 gacha xarorat oralig‘idagi o‘rtacha issiqlik sig‘imi quyidagicha aniqlanadi.

$$c_m = \frac{T_2}{T_2 - T_1} C_m - \frac{T_1}{T_2 - T_1} C_m = C_m$$

$$T_1 \quad T_2 \square T_1$$

$$T_1$$

$$T$$

$$2$$

C_m va C_m larning son qiymatlarixarxil gazlar uchundarslikvao'kuv

$$0 \quad 0$$

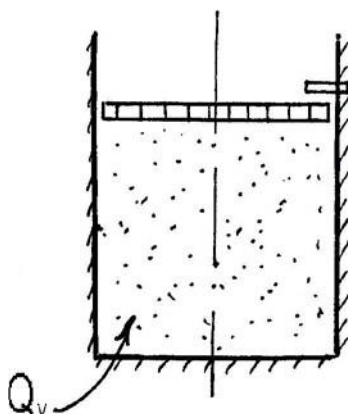
qo'llanmalarda jadval ko'rinishida berilgan bo'ladi.

2.4. O'zgarmas hajmdagi (c_v) va o'zgarmas bosimdagi (c_p) issiqliksig'implari

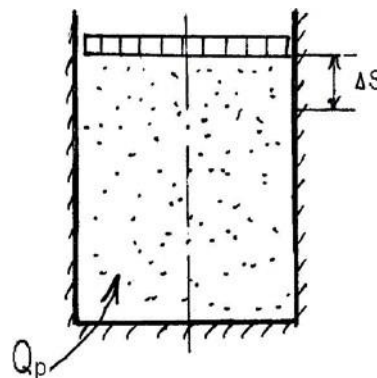
Biz yuqorida issiqlik sig'imi xaroratga bog'liq ekanligi xaqida fikr yuritdik. Endi esa gazni qizdirish sharoitini o'zgartirib ko'ramiz.

5-shaklda ifodalangan silindrdagi porshen qo'zg'almas qilib qotirilgan, 6-shaklda esa shu porshen erkin xarakat qila oladigan xolatda ko'rsatilgan. Ikkala xolatda xam G kg dan bir xil gazni T_1 dan T_2 gacha qizdirilsa, sarflanadigan issiqlik miqdorlarining teng bo'lmasliginiko'ramiz.

$$Q_p > Q_v, Gc_p (T_2 - T_1) > Gc_v (T_2 - T_1)$$



5-shakl



6-shakl

Buning sababi shuki, 5-shakldagi sharoitda gaz qizdirilsa gazning hajmi o'zgarmaydi, ya'ni $V = \text{const}$. U vaqtda berilgan issiqlik miqdori faqat molekulalarning kinetik energiyasini orttirishga sarflanadi.

6-shakldagi xolatda esa, porshen xarakatchan, bu erda gaz qizishi bilan birga tashki ish bajaradi ($r = \text{const}$).

Gazni ikkala xolatda isitishdagi sarflangan issiqlik miqdorlarining farqi, 6-shaklda (ΔS) porshenning gaz kengayishidagi bajargan ishini ifodalaydi.

$$Q_p - Q_v = L \quad (53)$$

Bajarilgan ish L ni hisoblash uchun 6-shakldagi gazning bosimini ($r=\text{sonst}$), dastlabki va keyingi hajmlarini mos ravishda V_1 , V_2 hamda bajargan ishini L bilan ifodalaymiz. U holda, $L = rV_2 - rV_1$ bo'ladi.

Ma'lumki, gaz xolati tenglamasiga asosan,

$$r_1 V_1 = GRT \quad , \quad r_2 V_2 = GRT$$

SHuning uchun,

$$L = GRT_2 - GRT_1 = GR(T_2 - T_1) .$$

Ishning olingan qiymati va Q_p xamda Q_v larning qiymatlarini (53) tenglikka keltirib qo'yamiz, natijada quyidagi ifoda kelib chiqadi.

$$G s_p(T_2 - T_1) - G s_v(T_2 - T_1) = GR(T_2 - T_1) , \quad s_p - s_v = R \quad (54)$$

Demak, bosim o'zgarmagandagi (s_r) va hajm o'zgarmagandagi (s_v) massa issiqlik sig'irlarini farqi shu gazning gaz doimiysi R ga teng.

2.5. Ideal gazlarning kilomolli issiqlik sig'irlari

Gazlarning molekulyar kinetik nazariyasiga asosan, ideal gazlarda kilomolli issiqlik sig'irlari ularning turlariga bog'lik bo'lmay, faqat gazning atom sonlariga bog'lik, ya'ni $s_{O_2} = s_{H_2} = s_{N_2} = \dots = \text{const}$

Xar - xil atomli gazlarning kilomolli issiqlik sig'irlarining tarkibiy qiymatlarini esda saqlab qolish mumkin (eski, MKGS birliklar sistemasida)

1- jadval

№ T/n	Gaz molekulasi dagi atomlar soni	s_v	s_r
		Kkal/kmol grad	kkal/kmol grad
1.	Bir atomli gazlar	3	5
2.	Ikki atomli gazlar	5	7
3.	Ko'p atomli gazlar	7	9

1 jadvaldan ko'rinib turibdiki, gazlarning o'zgarmas bosimdagi kilomolli issiqlik sig'irlari o'zgarmas hajmdagidan 2 kkal/kmol grad. ga ko'proq, ya'ni

$$\frac{c_p - c_v}{R} = 1,985 = 2 \frac{\text{kkal}}{\text{kmol grad}} \quad (55)$$

1-jadvaldagi sonlarni (issiqlik sig'irlarining qiymatlarini) SI birliklari tizimiga keltirish uchun, har bir sonni 4,19 ga ko'paytirilsa kifoya. Chunki, 1 kkal = 4,1868 kJ = 4,19kJ.

Issiqlik texnikasi xisoblarida issiqlik sig'irlarining ayirmasi, (54) tenglikdan tashqari, ularning nisbatlari ham katta ahamiyatga ega, ya'ni

$$K = \frac{c_p}{c_v} \quad (56)$$

Koeffitsient " K " ning son qiymatlari faqat gazlarning atom sonlariga bog'liq. Son qiymatini aniqlash uchun (56) tenglikning o'ng tomonidagi

kasrning surat va maxrajini R ga ko'paytiramiz.

$$K = \frac{c_p}{c_v}$$

ya'ni, kilomol issiqlik sig'irlarining nisbati xosil bo'ladi.

1-jadvalga asosan, Bir atomli gazlar uchun

$$K = \frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3} = 1,67$$

Ikki atomli gazlar uchun

$$K = \frac{7}{5} = 1,4$$

Uch va ko'p atomli gazlar uchun

$$K = \frac{9}{7} = 1,29$$

Bu erda shuni esda tutish lozimki, real gazlar uchun yuqoridagi sonlar biroz o'zgarishi mumkin.

Issiqlik sig'irlari s_f va s_v xaroratga bog'liq bulgani uchun kattalik K ham o'zgaruvchidir. SHuning uchun (54) ifodaga ko'ra

$$K = \frac{c_p}{c_v} = \frac{R}{c_v} + 1$$

3. Gaz aralashmalarining issiqlik sig'imi

Aralashmaning issiqlik sig'imini aniqlash uchun, uning tarkibi va aralashmani tashkil etuvchi xar bir gazning issiqlik sig'implari ma'lum bo'lishi kerak. Odatda aralashmaning tarkibi masalaning shartida berilgan bo'ladi. Xar bir gazning issiqlik sig'imi esa, gazning xaroratiga qarab jadvaldan topiladi.

Gaz aralashmasining tarkibi asosan ikki xil usulda berilishi mumkin ekanligi ilgari aytib o'tilgan edi. SHunga qarab aralashmaning issiqlik sig'imini aniqlashda ham, ikki xil usul bo'ladi.

a) aralashma tarkibi massa ulushlari orqali berilgan.

$$G_{ap} \cdot c_{ap} = G_1 c_1 + G_2 c_2 + \dots + G_n c_n$$

Ma'lumki, $\frac{G_i}{G_a} = g_i$ shuninguchun $S_{ap} = g_1 c_1 + g_2 c_2 + \dots + g_n c_n$

b) aralashma tarkibi hajm ulushlari orqali berilgan.

O‘z-o‘zini nazorat qilish uchun savollar:

1. Gaz aralashmalarining xossalari haqida tushunchabering.
2. Gaz aralashmasining tarkibi va aralashmaning o‘rtacha molekulyar massasi haqida ma’lumotbering.
3. Aralashmaning gaz doimiysi va parsial bosimtushunchangiz.
4. Issiqlik sig‘imi xaqidatushuncha.
5. O‘rtacha va xaqiqiy issiqlik sig‘imlari haqidama’lumot.
6. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan issiqlik sig‘imlari haqida tushunchabering.
7. O‘zgarmas hajmdagi (c_v) va o‘zgarmas bosimdagi (c_p) issiqliksig‘imlari.
8. Ideal gazlarning kilomolli issiqliksig‘imlari.
9. Gaz aralashmalarining issiqlik sig‘imi haqida ma’lumotbering.

4- MAVZULAR: ISSIQLIK DINAMIKASINING BIRINCHI QONUNI

Asosiy savollar:

1. Sistemaning ichki energiyasi.
2. Moddaning issiqlik sig‘imi.
3. Izaxorik jarayon.
4. Izobarik jarayon.
5. Izotermik jarayon.
6. Adiobatik jarayon.

Mavzuga oid tayanch va iboralar: Ichki energiya termodinamik holat issiqlik miqdori issiqlik sig‘imi, solishtirma issiqlik, xajmi solishtirma issiqlik, izoxorik, izobarik, izotermik, adiobatik hajm, bosim, temperatura.

Mavzuga oid muammolar:

1. Moddaning tashkil etgan zarrachalarni kinetik va potensial ta’sirlashuvi orasida bog‘lanishlar bormi?
2. Ichki energiyani bevosita modda holati funksiyasi tushunchasi ekanligi atroflicha o‘rganilganmi?

3. Sistema issiqlik miqdori bilan, sistema parametrlari orasida bog‘lanishlar bor deb qaraladi. Buni siz to‘g‘ri deb hisoblaysizmi?
4. Termodinamik jarayonlar o‘zaro bir-biriga bog‘liq. Bu fikrga sizning munosabatingiz qanday?
5. Termodinamikaning birinchi qonuni va termodinamik jarayonlar orasida bog‘lanishlar mavjudmi?
6. Termodinamik jarayonlar va ularga ta’sir etuvchi parametrlar orasidagi bog‘lanishlarni qanday asoslash mumkin?

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Sistemaning ichki energiyasi to‘g‘risida talabalarda tushuncha hosil qilish.

1-savol bayoni: Moddani tashkil etgan zarralarning (atom, ion, molekula va sh.k.) ilgarilanma, aylanma, tebranma haakatidagi kinetik va potensial energiyalarining algebraik yig‘indisi **sistemaning ichki energiyasi** hisoblanadi. U moddaning issiqlik dinamik holatini xarakterlaydi. Ichki energiya tushunchasini fanga 1850 yili V.Tomson kiritgan.

Issiqlik dinamik sistema bir necha sistemachalardan tashkil topgan bo‘lishi mumkin. Masalan, molekula ham o‘ziga xos sistema bo‘lib, u atomlar (sistemachalar)dan tashkil topgan. Atom ham molekuladay mustaqil sistema, chunki u (zarralar-protan va neytron) atom yadrosi va elektron qobig‘ida joylashgan elektronlardan tashkil topgan. Lekin termodinamikaning makrosistemasida atom ichkarisidagi (atom ichki energiyaning) o‘zgarishlariga etibor berilmaydi.

SHunday ekan, biz moddaning ichki energiyasini quyidagicha ta’riflashimiz mumkin: ichki energiya bevosita modda holatining funksiyasidir:

$$u = f(P, V); \quad u = f(P, T); \quad u = f(V, T) \quad (9)$$

Murakkab sistemaning solishtirma ichki energiyasi sifatida jism (sistema) massa birligiga to‘g‘ri keladigan energiya miqdori qabul qilingan:

$$U = \frac{w}{m} \left| \frac{\partial \epsilon}{\partial \kappa^2} \right| \quad (10)$$

Ichki energiyaning o‘zgarishi termodinamik sistemada kechadigan jarayonlar turiga bog‘liq bo‘lmasdan shu sistemaning boshlang‘ich va oxirgi holatlaridagi energiyalariga bog‘liq.

$$\Delta U = \int_1^2 du(u_2 - u_1) \quad (11)$$

Sistemadagi termodinamik jarayon aylanma bo'lsa, uning to'la ichki energiyasining o'zgarishi nolga teng, ya'ni

$$\oint du = 0 \quad \text{чунки } U_2 - U_1$$

Modda bir termodinamik holatdan ikkinchisiga o'tganda uning ichki energiyasi o'zgaradi. Buni solishtirma hajm va temperatura funksiyasi ko'rinishida yozish mumkin:

$$\begin{aligned} du &= \left(\frac{du}{dT} \right)_V dT + \left(\frac{du}{dv} \right)_T dV \\ du &= \left(\frac{du}{dp} \right)_V dp + \left(\frac{du}{dv} \right)_P dV \\ du &= \left(\frac{du}{dp} \right)_T dp + \left(\frac{du}{dv} \right)_P dT \end{aligned} \quad (12)$$

Termodinamik sistema biror dq issiqlik miqdori ta'siri natijasida tashqi kuchlarga qarshi energiyasi ideal gaz hajmiga va bosimiga bog'liq bo'lmaydi, ya'ni dA ish bajarsa, u holda sistema ichki energiyasining o'zgarishi quyidagicha bo'ladi:

$$du = u_2 - u_1 = dq - dA \quad (13)$$

Agar sistema avvalgi holatiga qaytsa, uning ichki energiyasi o'zgarmaydi, ya'ni

$$dq = dA \quad (14)$$

Termodinamik sistema sifatida tanlangan moddaning ichki energiyasining matematik ifodasini modda turiga mos ravishda, turlicha ko'rinishlarda yozish mumkin.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Sistemalarning ichki energiyalari nima uchun o'rganiladi?
- 1.2. Moddani ichki energiyasi modda holatining funksiyasi bo'ladimi?
- 1.3. Gazning ichki energiyasi ideal gaz hajmiga va bosimiga bog'liq bo'ladimi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga moddaning issiqlik sig'imi to'g'risida tushuncha hosil qilish.

2-savol bayoni: Turli xil moddalarni bir xil temperaturagacha isitish uchun ularning har biriga turlicha miqdordagi issiqlik energiyasini uzatish zarur bo'ladi. Bu xol moddaning agregat holatiga va tuzilishiga bog'liq.

«Modda birlik masasining 1^o isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori shu moddaning **issiqlik sig'imi**» deyiladi.

Bunda modda Δq issiqlik miqdorini yutishi natijasida uning temperaturasi T_1 dan T_2 gacha ortadi. Moddaning **o'rtacha sig'imi** quyidagicha ifodalanadi:

$$C = \frac{\Delta q}{T_2 - T_1}, \quad (15)$$

Moddani 1⁰ isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori uning **haqiqiy issiqlik sig'imi** deb qabul qilingan:

$$C = \frac{\Delta q}{T_1}, \quad (16)$$

Moddaning birlik massa temperaturasini 1⁰ o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori **solishtirma issiqlik sig'imi** deyiladi.

Solishtirma issiqlik sig'imini massa, hajm va boshqa o'lchov birliklarida ifodalash mumkin.

Solishtirma massa issiqlik sig'imi:

$$C_m = \frac{1}{m} \cdot \frac{\Delta q}{dT}, \text{ Ж.Кэ.К}, \quad (17)$$

Termodinamikaning 1-qonuni macsa va energiya saqlanish qonunining issiqlik hodisalariga qo'llanilishining xususiy holidir. Chunki energiya bordan yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi, faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi.

Har qanday termodinamik sistemaning parametrlari shu sistemaga tashqaridan ma'lum miqdordagi Δq issiqlik miqdori kiritilganida (yo chiqarilganida) o'zgaradi.

Termodinamik sistema Δq issiqlik miqdorini yutgandan so'ng uning parametrlaridan ayrimlari (bosimi, hajmi, temperaturasi) o'zgaradi, ya'ni hajmi dV ga, temperaturasi dT ga ortadi.

Demak, energiyaning saqlanish qonuni asosida termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin: *Sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan foydali ishga sarflanadi.*

Termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta q = du + \Delta A \quad (18)$$

Sistemada o'tayotgan termodinamik jarayon turiga qarab, qonunning matematik ifodasidagi uchala hollarning qiymatlari musbat va manfiy ishorali, hamda nolga teng bo'lishi mumkin.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Moddaning issiqlik sig'imi va issiqlik miqdori nima uchun o'rganiladi?
- 2.2. Issiqlik dinamikasining birinchi qonunini matematik ifodasi qanday ifodalanadi?
- 2.3. Issiqlik dinamikasining birinchi qonuni energiyaning saqlanish qonuniga bog'liqmi?

3-savol bo'yicha dars maqsadi: Izoxorik jarayon mohiyatini talabalarga tushuntirish.

3-savol bayoni: Sistemaning holat parametrlarining o'zgarishi natijasida sodir bo'ladigan jarayonlar **termodinamik jarayonlar** deyiladi.

Izoxorik jarayon. Sistemaning o'zgarmas solishtirma hajmi $V = const$ da yuz beradigan termodinamik hodisalar majmuiga **izoxorik jarayon** deyiladi. Jarayonni tasavvur qilish va anglash maqsadida silindrning eng yuqori qismi va porshen qalinligining yuzasi bilan chegaralangan hajm (yonish kamerasi)ga ish moddasi (gaz va havo aralashmasi)ni kiritib, porshenni qo'zg'almas holatda saqlaymiz. SHunday vaziyatda $V = const$ bo'ladi.

Tashqaridan q issiqlik miqdori kiritilguncha gazning parametrlari P_1, V_1, T_1 bo'ladi, issiqlikni qabul qilgandan so'ng esa P_2, V_2, T_2 . Ikki holat uchun holat tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{aligned}P_1 V_1 &= RT_1 \\P_2 V_2 &= RT_2\end{aligned}$$

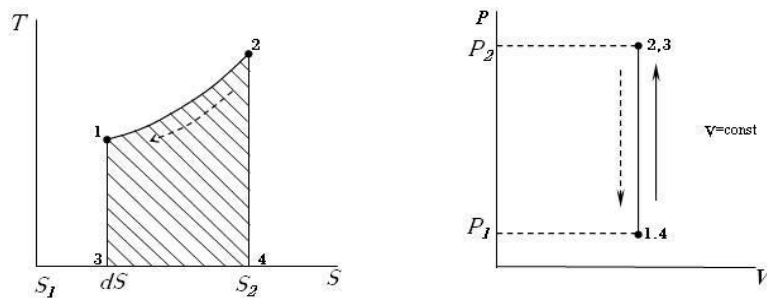
Tengliklarning nisbatlaridan **SHarl** qonuni ifodasi hosil bo'ladi, chunki

$$\begin{aligned}V_1 &= V_2 = const. \\ \frac{P_1}{P_2} &= \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ëku} \quad P_1 T_2 = P_2 T_1\end{aligned} \quad (19)$$

Demak, izoxorik jarayonlarda bosimlar nisbati absolyut temperaturalar nisbatlariga teng bo'ladi, ya'ni bosim o'zgarishi bu jarayondagi absolyut temperatura o'zgarishiga to'g'ri keladi.

Izoxorik jarayon diagrammasini PV, TS koordinatalarida ifodalaymiz (1-rasm). Sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori q shu sistema ichki energiyasining o'zgarishi ($u_2 - u_1$)ga va tashqi ish (A)ga sarf bo'ladi, ya'ni

$$q = (u_2 - u_1) + A \quad (20)$$



1-rasm. $V = const$ bo'lganda jarayonning PV va TS diagrammalari.

Bu tenglikni differensial shaklda ifodalab, izoxorik jarayonda gaz bajargan elementar ishni uning termodinamik parametrlaridan foydalanib yozamiz:

$$dq = du + dA = du + PdV \quad (21)$$

Izoxorik jarayonda gaz hajmining o'zgarishi $dV = V_1 - V_2 = 0$ o'z navbatida $dA = PdV = 0$ bo'lganidan:

$$dq = du \quad (22)$$

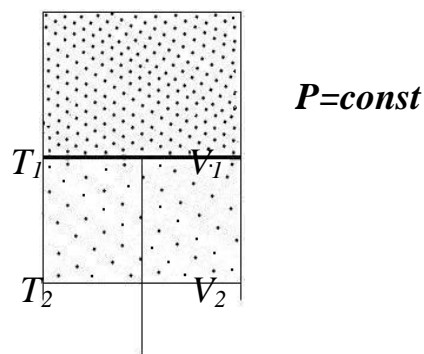
Demak, sistemaga berilgan dq issiqlik miqdori shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga sarflanar ekan.

Muhokama uchun savollar:

- 3.1. Izoxorik jarayon nima uchun o'rganiladi?
- 3.2. Izoxorik jarayon qanday parametrlarga bog'liq bo'ladi?
- 3.3. Izoxorik jarayon diagrammasi qanday koordinatalarda ifodalanadi?

4-savol bo'yicha dars maqsadi: Izobarik jarayon mohiyatini talabalarga tushuntirish.

4-savol bayoni: Izobarik jarayon. O'zgarmas bosim ostida kechadigan termodinamik hodisalar majmui **izobarik jarayon** deyiladi. Bu termodinamik jarayonda $P = const$ bo'lib, gazning V, T parametrlari kiritilgan q issiqlik miqdori hisobiga o'zgarishi mumkin. Masalan: silindr porshenning ustki yuzasi va silindrning shifti bilan chegaralangan hajm (yonish kamerasi)ga ish jismi (gaz)ni kiritamiz va unga q issiqlik miqdorini uzatamiz. Bunda gazning hajmi V_1 dan V_2 gacha, temperaturasi T_1 dan T_2 gacha o'zgaradi. Bu o'zgarish jarayonida porshen o'zining muvozanat holatidan chiqadi, ya'ni pastga qarab harakatlanadi (2-rasm).



2-rasm. $P = const$ bo'lgandagigaz.

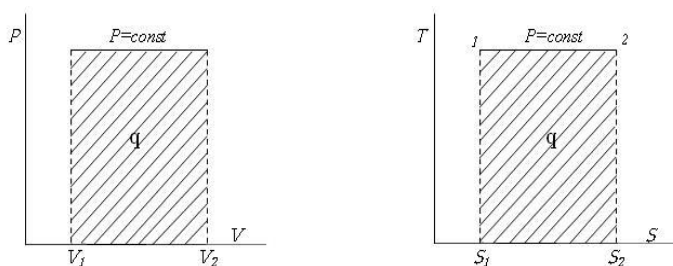
Harikkal aholat uchun jarayonning holat tenglamalarini yozamiz:

$$P_1 V_1 = RT_1; \quad P_2 V_2 = RT_2$$

Holat tenglamalari nisbatidan Gey-Lyussak qonunining ifodasini hosil qilamiz:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ëku} \quad V_1 T_2 = V_2 T_1 \quad (23)$$

Izobarik jarayon diagrammasini PV va TS koordinatalarida tasvirlaymiz (3-rasm).



3-rasm. $P = const$ bo'lganda jarayonning PV va TS diagrammalari.

Izobarik jarayonda sistemaga uzatilgan issiqlik miqdorini solishtirma issiqlik sig'imi orqali izoxorik jarayondagidek usuldan foydalanib yozamiz:

$$q_p = C_p (T_2 - T_1) \quad (24)$$

Izobarik jarayondagi termodinamik sistemaning bajargan ishining kattaligini jarayon boshlanishidagi va ohiridagi hajmlar ayirmasining bosimga ko'paytmasi shaklida yozamiz va uni boshlang'ich va ohirgi holatlar oralig'ida integrallaymiz:

$$A = \int_V dA = \int_1^2 P dV = \int_1^2 R dT = R(T_2 - T_1) \quad (25)$$

Agar temperaturalar farqi 1^o bo'lsa, izobarik jarayonda termodinamik sistemaning bajargan ishi universal gaz doimiysi qiymatiga teng bo'ladi:

$$A = R \quad (26)$$

Demak, izobarik jarayonda termodinamik sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori asosan shu sistema ichki energiyasining ortishiga va oz qismi tashqi mexanik ish bajarilishiga sarf bo‘lar ekan. Bunday jarayon bug‘ mashinalarida, dizel dvigatellarida va qozonlarining o‘txonalarida uchraydi.

Muhokama uchun savollar:

- 4.1. Izobarik jarayon nima uchun o‘rganiladi?
- 4.2. Izobarik jarayon qanday parammetrlarga bog‘liq bo‘ladi?
- 4.3. Izobarik jarayonda sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori asosan nimaga sarf bo‘ladi?

5-savol bo‘yicha dars maqsadi: Izotermik jarayon mohiyatini talabalarga tushuntirish.

5-savol bayoni: Izotermik jarayon. O‘zgarmas ($T = const$) temperatura sodir bo‘ladigan termodinamik jarayon **izotermik jarayon** deyiladi.

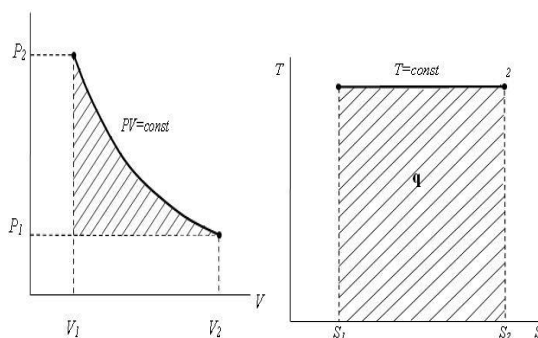
Sistemaga tashqaridan beriladigan q issiqlik miqdori uning holatini o‘zgartiradi, sistema holatlarining tenglamalarini quyidagicha yozish mumkin:

$$P_1 V_1 = RT_1; \quad P_2 V_2 = RT_2$$

$T = const$ bo‘lganligi uchun $T_2 = T_1$ Boyl-Mariott qonunining ifodasi sistema holat tenglamalarining nisbatidan topiladi.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{ёku} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \dots P_n V_n = const \quad (27)$$

O‘zgarmas temperaturadagi berilgan gaz massasi bosimining hajmiga ko‘paytmasi o‘zgarmas kattalikdir. Izotermik jarayonning PV, TS koordinatadagi diagrammasi giperboladan iborat (4-rasm).



4-rasm. Izotermik jarayonning PV va TS diagrammalari.

Termodinamik sistemaga uzatilgan issiqlik miqdorini termodinamikaning birinchi qonunini yozib, uning tahlilidan aniqlaymiz:

$$dq_t = C_V dT + PdV \quad (28)$$

bu tenglik izotermik jarayon asosida qarab chiqilsa, $T = const$ bo'lganligi uchun sistema temperaturasi o'zgarishi $dT = T_2 - T_1 = 0$. Unda $C_V dT = 0$ bo'ladi, chunki $u = const$.

Demak, sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori dq sistemaning P , V va T parametrlarini o'zgartirib, tashqi ta'sir kuchiga qarshi mexanik ish bajarishga sarflanadi.

$$dq_T = PdV = dA \quad (29)$$

Izotermik jarayonda gazning izotermik kengayishidagi entropiyasining o'zgarishini tenglikni aniq holatlar oralig'ida integrallab aniqlaymiz:

$$dq_T = \int_{S_1}^{S_2} T dS = \int_{S_1}^{S_2} P dV = A \quad (30)$$

$$A = T \int_{S_1}^{S_2} dS = T(S_2 - S_1)$$

Izotermik jarayonda sistemaning bajargan ishi absolyut temperatura bilan entropiya o'zgarishining ko'paytmasiga teng ekan.

Muhokama uchun savollar:

- 5.1. Izotermik jarayon nima uchun o'rganiladi?
- 5.2. Izotermik jarayonni PV va TS koordinatadagi diagrammasi nimadan iborat?
- 5.3. Izotermik jarayonda sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori sistemaning qaysi parametrlarini o'zgartiradi?

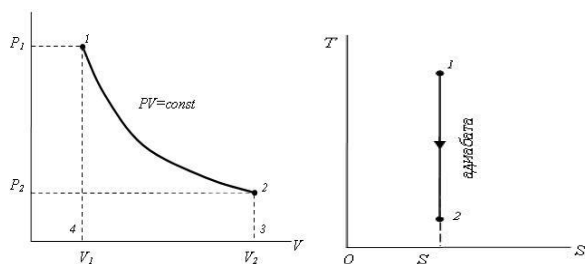
6-savol bo'yicha dars maqsadi: Adiabatik jarayon mohiyatini talabalarga tushuntirish.

6-savol bayoni: Adiabatik jarayon. Ish moddasi tashqi muhit bilan issiqlik aralashmagan holda unda kechadigan termodinamik jarayon **adiabatik jarayon** deyiladi. Bunday jarayonda ish moddasi kengayganda yoki siqilganda uning temperaturasi o'zgarishi faqat sistemaning ichki energiyasi hisobiga sodir bo'ladi. Tashqaridan sistemaga energiya uzatilmaydi va undan chiqarilmaydi, ya'ni $dq = 0$.

Tashqaridan sistemaga kiritilgan issiqlik miqdori $dq_A = 0$ bo'lganligi uchun, shu sistemaning entropiyasining o'zgarishi $dS = \frac{dq}{T} = 0$ bo'ladi

Demak, sistemada kechadigan jarayon adiabatik bo'lsa, bunday termodinamik sistemaning entropiyasi o'zgarmasdir, ya'ni $S = \text{const}$.

Adiabatik jarayonda termodinamik sistemaning uchala parametrlari P, V, T birdaniga o'zgarishi mumkin. Adiabatik jarayonda qatnashayotgan ish jismining boshlang'ich holatdagi parametrlari P_1, V_1, T_1 bo'lsa, bosim kuchi hisobiga porshen pastga siljigandan keyingi parametrlari P_2, V_2, T_2 bo'ladi (5-rasm).



5-rasm. Gaz adiabatik kengayishining PV va TS diagrammalari.

Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni, gaz (ish jismi) parametrlaridan foydalanib, quyidagicha ifodalash mumkin:

$$dq_A = C_V dT + PdV$$

Lekin $dq_A = 0$ bo'lgani uchun qayta yozamiz:

$$C_V dT + PdV = 0 \quad (31)$$

dT ni aniqlash uchun sistemaning (ish jismining) holat tenglamasini yozib, so'ngra $PV = RT$ ni differensiallaymiz.

$$PdV + VdP = RdT \quad (32)$$

bundan $dT = \frac{PdV + VdP}{R}$ ni topib, uni (31) tenglikka qo'yib hisoblaymiz:

$$C_V \frac{PdV + VdP}{R} + PdV = 0 \quad (33)$$

bunda R – universal gaz doimiysini almashtirish uchun (33) tenglik qismlarini $\frac{C_V}{R}$ ga bo'lamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$\left(1 + \frac{R}{C_V}\right) PdV + VdP = 0 \quad (34)$$

Adiabatik jarayonda gazning bajargan ishi kattaligi ish gazi ichki energiyasining o'zgarishiga teng, ya'ni

$$du + PdV = 0 \quad \text{yoki} \quad du = -PdV \quad (35)$$

Gaz hajmining ortishi natijasida uning bosimi va temperaturasi kamayadi, siqilganda esa, aksincha. Bunday jarayon faqat gaz ichki energiyasining ortishi yoki kamayishi hisobiga sodir bo'la oladi.

Sistemaga (ish gaziga) uzatilayotgan issiqlik dq_{q0} bo'lganligi uchun termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha yozamiz:

$$PdV = -C_V dT. \quad (36)$$

(36) tenglikni jarayon temperaturalari T_1 va T_2 ga mos keluvchi oraliqda integrallaymiz:

$$A = \int_{T_1}^{T_2} C_V dT = C_V (T_2 - T_1) = - \int_{V_1}^{V_2} PdV \quad (37)$$

Endi (35), (36), (37) tengliklar asosida quyidagini yozamiz:

$$A = u_1 - u_2 = C_V (T_1 - T_2).$$

CHunki sistemaning boshlang'ich ichki energiyasi uning oxirgi holatdagi energiyasidan katta ($u_1 > u_2$) bo'ladi, ya'ni sistemaning ish bajarishi jarayonida uning ichki energiyasi kamayib boradi.

Muhokama uchun savollar:

Adiabatik jarayon nima uchun o'rganiladi?

Adiabatik jarayonda termodinamik sistemani nechta parammetiri o'zgaradi?

Adiabatik jarayon qanday sodir bo'ladi?

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. Ichki energiyaning modda holatiga bog'liqligini tadqiq qilish.
2. Issiqlik dinamikasining birinchi qonunini issiqlik hodisalariga qo'llashda uning ichki energiyaga bog'liqligini asoslash.
3. Izojarayonlarni o'rganishda sistemaning parametrlari orasidagi bog'lanishlarni to'g'ri tanlashni asoslash.
4. Izojarayonlarda sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini tadqiq qilish samarali mezonlarni ishlab chiqish.

6 – MAVZU: ISSIQLIK DINAMIKASINING IKKINCHI QONUNI

Asosiy savollar:

1. Aylanma sikl.
2. Karno sikli.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Aylanma sikl, Karno sikli, issiqlik miqdori, qaytar jarayon, siklning F.I.K.

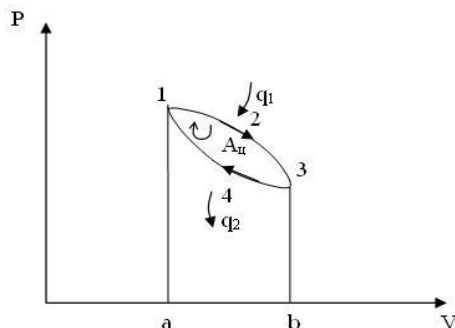
Mavzuga oid muammolar:

1. Aylanma sikl va Karno sikllari orasidagi qonuniy bog‘lanishlar birligini qanday tushinasiz?
2. Sistema temperaturasi issiqlik uzatilishini ta’minlaydigan asosiy parametr deb hisoblash mumkinmi?
3. Karno siklining issiqlik manbalarini quyi va yuqori temperaturalarini qanday asoslash mumkin.

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Talabalarga aylanma siklining sodir bo‘lish jarayonini tushintirish.

1-savol bayoni: Sistema ish bajarishi uchun, unga davriy ravishda issiqlik energiyasi yoki ish jismi uzatilib turilishi va ishga to‘la aylanmasdan qolgan issiqlik miqdori sistemadan tashqariga (sovitgichga) uzatilishi kerak. SHunda sikl davriy ravishda takrorlanadi. Ish jismi sifatida faqat bitta modda qo‘llanilsa, u holda modda avval kengayadi va ma’lum miqdordagi ishni bajaradi, so‘ngra yana siqiladi, keyin boshlang‘ich muvozanat holatiga qaytadi va natijada sikl qaytadan takrorlanadi. I.YO.D ini termodinamik jarayonlar ketma – ket va davriy ravishda kechadigan issiqlik mashinasiga misol tariqasida keltirish mumkin. Bu dvigatelga har doim yangi ish moddasi yoki issiqlik miqdori ketma – ket uzatilib turiladi va issiqlikni ish bajarmagan qismi sovitgichga (atmosfera) chiqarib yuboriladi. Hozirgi kungacha faqat bir marta kiritilgan ish jimsi bilan uzluksiz ishlaydigan mashina yaratilgan emas, lekin unga yaqinroq bo‘lgan qurilmalar mavjud bo‘lib, ularda ish moddasini dastlabki muvozanat holatiga qaytarish uchun, kengayib ish bajarib bo‘lgan ish moddasi tashqi kuch (energiya) ta’sirida qo‘shimcha ish bajarib, siqiladi va natijada modda dastlabki holatiga qaytadi. Bunday sikllar aylanma jarayonlarda kuzatiladi va bunga magnitogidrodinamik (MGD) generatorining (berk sxemasi) ideal siklini misol qilib olishimiz mumkin. Bunday siklda,

albatta, moddani siqish uchun sarflangan ish miqdori uning kengayishida bajarilgan foydali ishdan ancha kichik bo'lishi kerak. Bunday davriy takrorlanadigan aylanma jarayonning PV diagrammasini quyidagicha tasvirlash mumkin (6 – rasm).



6 – rasm. Aylanma sikl.

Ish moddasi q_1 issiqlik miqdorini olgandan so'ng 1,2,3 chiziq bo'ylab kengayib musbat, 3,4 va 1 chizig'i bo'yicha esa q_2 issiqlik miqdorini sistemadan sovitgichga chiqarish jarayonida manfiy ish bajaradi. Bu ishning miqdori a,1,2,3,b,a nuqtalar bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatdan teng. Manfiy ishning miqdori esa a,1,4,3,b,a nuqtalar hosil qilgan yuzaga son qiymati jihatdan teng. Demak, foydali ishning qiymati 1,2,3,4,1 nuqtalar hosil qilgan katakli maydoncha yuzasiga son qiymati jihatdan teng bo'ladi, ya'ni

$$q_1 = \Delta u + A_1; \quad -q_2 = -\Delta u - A_2$$

yoki bu tenglamalarni hadma-had qo'shib chiqsak

$$q_1 - q_2 = A_1 - A_2 = A_u \quad (38)$$

bu erda A_u - siklning bajargan ishi.

Jarayon qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin. Termodinamik jarayondagi asosiy kuch konservativ (elastik, kulon, gravitatsiya) bo'lganda jarayon qaytar bo'ladi. Termodinamik jarayonning oxirgi holatidan boshlang'ich holatiga teskari yo'nalishda ketma-ket holatlar orqali o'tishi mumkin bo'lgan jarayon **qaytar jarayon** deyiladi. Masalan, kengayib ish bajarib bo'lgan gaz, tashqi kuchlar ta'sirisiz, o'z hajmini o'z-o'zidan kamaytirib boshlang'ich holatiga qaytsa bu qaytar jarayon bo'ladi.

Termodinamik sistema o'zining oxirgi holatidan qaytar jarayonga teskari yo'nalishda, ketma-ket holatlardan o'tib hech bo'lmaganda bitta holatni o'tmasdan, boshlang'ich holatiga qayta olmasa bunday jarayon **qaytmas jarayon** deyiladi. Masalan, suv bug'i

kengayib ish bajarib bo'lgandan so'ng o'z-o'zidan siqilib, yana o'zining boshlang'ich holatiga kela olmaydi.

Muhokama uchun savollar:

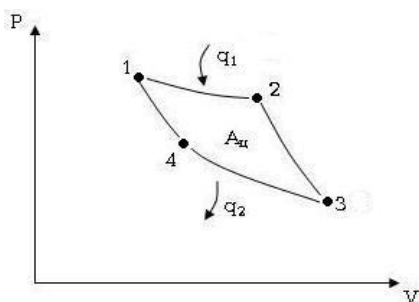
I.YO.D.da kechadigan jarayon qanday siklga kiradi?

Termodinamik jarayoni teskari yo'nalishi qaytar jarayonga kiradimi?

Issiqlik mashinasiga berilgan issiqlik miqdorining ish bajarmagan qismi qaerga o'tadi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga Karno sikli to'g'risida tushuncha berish.

2-savol bayoni: Karno sikli mantiqan ustivor va mazmunan sodda bo'lib, u ikkita izoterma va ikkita adiabatadan tashkil topgan (7-rasm).



7-rasm. Karno sikli: q_1 – sistemaga kiritilgan va q_2 – tashqi muhitga chiqarilgan issiqlik miqdorlari.

Sistemaga undagi T_1 temperatura isitgich (issiqlik manbai)dan q_1 issiqlik miqdori uzluksiz keltirilib turishi hisobiga o'zgarmas saqlanadi.

Sistemada kechadigan jarayon o'zgarmas ($T_1 = const$) temperaturada sodir bo'ladi. Qoldiq (ish bajarmagan) issiqlik miqdori q_2 sistemadan uzluksiz ravishda tashqi muhit - sovitgichga chiqariladi, q_2 issiqlik miqdori ham $T_2 = const$ temperaturada uzatiladi. SHuning uchun q_1 ning ish orasi musbat, q_2 niki manfiy deb qabul qilinadi.

Sistema holati keskin o'zgarganida tashqi muhitdan mutlaqo izolyasiyalangan, ya'ni dqq0 bo'lishi shart. SHu shart bajarilsa, sistemada kechadigan jarayon adiabatik bo'ladi. Karno siklining diagrammasi 7 – rasmda tasvirlangan. Diagrammadan ma'lumki, 1,2 nuqtalar oralig'ida sistemaga keltirilgan oralig'ida sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori

$$q_1 = \int_1^2 \Delta q = \int_1^2 \Delta u + \int_1^2 P dV = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}, \quad (39)$$

bo'lsa-da, sistema sifatida ideal gaz olinganida, uning izotermik jarayonda ichki energiyasining o'zgarishi $du = u_1 - u_2 = 0$ bo'ladi. SHuning uchun gazning bajargan ishi

$$A_1 = \int_1^2 P dV = RT \int_1^2 \frac{dV}{V} = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}, \quad (40)$$

sistemaga kiritilgan q_1^+ issiqlik miqdoriga teng bo'ladi. Sikl diagrammasining 3,4 nuqtalari oralig'ida sistemadan q_2^- issiqlik miqdori tashqi muhitga o'zgaras T_2 temperaturada chiqariladi. Bu holatda sistemaning q_2^- issiqligi ish bajarishga sarflanadi. Bu ishning kattaligi sarflangan q_2^- issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

$$q_2^- = \int_3^4 \Delta q = RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2} = A_2 \quad (41)$$

Bajarilgan ish jarayonlarini aniqlash maqsadida siklning 4,1 va 2,3 nuqtalari oralig'ida kechadigan adiabatik $\Delta q = 0$ jarayonlarni ko'rib chiqamiz. Adiabatik jarayonda sistema tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydi. Bu holat uchun termodinamika birinchi qonuni ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$C_v dT + P dV = 0 \quad (42)$$

Ish moddasi sifatida ideal gaz olinib, shu gaz adiabatik siqilsa, (4,1 nuqtalar), uning ichki energiyasi ortadi. Demak, gaz ta'sirida ish bajarilsa, uning ichki energiyasi va absolyut temperaturasi ortar ekan.

Demak, Karno siklining termodinamik F.I.K. ishlatilayotgan issiqlikning xossasiga bog'liq bo'lmasdan faqat issiqlik manbalari absolyut temperaturalarining quyi va yuqori qiymatlariga bog'liq bo'lar ekan.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Karno sikli qaysi holatda vujudga keladi?
- 2.2. Karno siklining F.I.K. birdan katta bo'la oladimi?
- 2.3. Siklning F.I.K. qanday temperaturaga bog'liq bo'ladi?

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. IYOD larida aylanma va Karno sikllari orasidagi farqlarni asoslash.
2. Issiqlik energiyasi ishga aylanish jarayonida to'laligicha foydali ishga aylanmasligini tadqiq etish.

7-Mavzu: Suv bug‘lari va uning asosiy xususiyatlari

Maqsad: Suv bug‘lari va uning asosiy xususiyatlarini o‘rganish. Suv bug‘ining hosil bo‘lishi, ular uchun “rv” va “TS” diagrammalarini o‘rganish.

Mavzuda o‘rganiladigan asosiy masalalar:

1. Asosiy tushunchalar.
2. Suv bug‘i uchun diagrammalar.
3. Bug‘ - kuch qurilmasining ishlash sxemasi
4. Suv bug‘i uchun Kornotsikli.
5. Suv bug‘i uchun Renkinsikli.
6. Issiqlik bilan ta’minlash asoslari.

1. Asosiy tushunchalar

Issiqlik mashinalarida, issiqlik dvigatellarida, isitish qurilmalarida ishchi jism sifatida suv bug‘lari qo‘llaniladi, chunki, suv arzon, zapasi ko‘p va termodinamik ko‘rsatkichlari nisbatan yaxshi.

Suvning suyuq xolatidan bug‘ xolatiga o‘tishi **bug‘lanish** deyiladi. Suvning bug‘ga aylanishi 2 xil yo‘l bilan bo‘lishi mumkin: **bug‘lanish** va **qaynash**.

Bug‘lanish jarayonida suv satxiga yaqin sirtidagi molekulalar o‘zlaridagi kinetik energiya xisobiga suyuqlik ichidan otilib chiqib atmosfera (muxit) ga chiqib ketadi.

Bug‘lanish - suyuqlikning ochiq turgan yuzasidan xar qanday xaroratda otilib chiqayotgan molekulalar xisobiga bo‘ladi.

Qaynash - bug‘lanishning faqat suyuqlik sirtidan tashqari, butun suyuqlik hajmi bo‘yicha bo‘lish jarayonidir. Fizika kursidan ma’lumki, suyuqliklarning qaynash xarorati uning turiga va asosan muxit bosimiga bog‘lik. Masalan, suv tog‘ sharoitlarida, ya’ni muxit bosimi past bo‘lganda, 100 °S dan ancha past xaroratlarda qaynab ketishi ma’lum.

Bug‘ning suyuqlikka aylanish jarayonini **kondensatsiya** deyilib, bundan xosil bo‘lgan suyuqlikni **kondensat** deb yuritiladi. SHu sababdan 54 shakldagi 3-qurilma-ning nomi kondensator deb yuritiladi. Distrlangan suv, yomg‘ir va qor suvlari ham kondensat xisoblanadi.

Suyuqlikning bug‘lanish jarayonida molekulalarning suyuqlikdan muxitga otilib chiqishidan tashqari, molekulalarning suyuqlikka qaytishi ham sodir bo‘ladi. Muxitga otilib chiqayotgan molekulalar sonining suyuqlikka qaytib tushayotgan molekulalar soniga tenglashganda **dinamik muvozanat** sodir bo‘ladi. Bu xolatdagi bug‘ni **to‘yingan bug‘** deb ataladi. To‘yingan bug‘ning zichligi maksimal bug‘ zichligigaega.

Bug‘ning to‘yingan xolatga kelishi muxit xaroratiga bog‘lik bo‘lib, xar bir xarorat uchun to‘yinish xarorati mavjud.

Bug‘lanish jarayonida muxitga otilib chiqayotgan molekulalar o‘zlari bilan suvning mayda tomchilarini ham olib chiqishlari mumkin. SHuning uchun to‘yingan bug‘da mayda suv tomchilari ham bo‘lib, bug‘ni **to‘yingan nam bug‘** deyiladi.

Agar bug‘lanayotgan suvning ustki qismi (muxit)chegaralangan (aytaylik, qopqoq bilan yopilgan) bo‘lsa, ma’lum sharoitda suv tomchilari qolmaydi. Bunday sharoitdagi bug‘ni-**quruq to‘yingan bug‘** deb yuritiladi.

Ko‘pincha bug‘ tarkibida ma’lum miqdorda suv tomchichalari bo‘ladi. SHu sababli, bug‘lar uchun **quruqlilik darajasi** degan tushuncha kiritilgan.

Agar, bug‘ uchun quruqlilik darajasi $x = 0,9$ bo‘lsa, buning mazmuni- bug‘ning tarkibida 10 % suv tomchilari bor degani bo‘ladi.

Izox; Bug‘ - moddaning gaz xolati bo‘lib, oddiy ko‘z bilan ko‘rinmaydi. Agar bug‘, bug‘lanish jarayoni, ko‘zga ko‘rinayotgan ekan, demak, bug‘ tarkibida suv tomchichalari bor bo‘lib, biz shu suv tomchichalarini ko‘ramiz. To‘yingan bug‘ning xaroratini yana oshirsak, ya’ni qizdirsak - o‘ta qizigan bug‘ xosil bo‘ladi. O‘ta qizigan bug‘largina to‘la gaz xolatiga o‘tgan bo‘ladi.

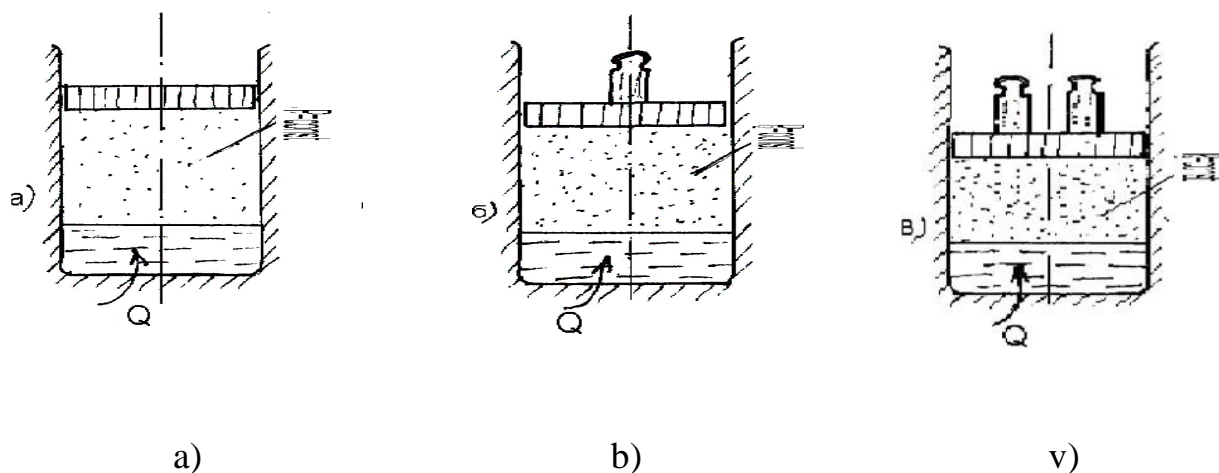
2.Suv bug‘i uchun diagrammalar

2.1.Suv bugi uchun “r”diagrammasi

Ichida qo‘zg‘aluvchan porshen joylashtirilgan silindr ichiga suv quyilib, isitilmoqda. Bunday sharoitda gaz (bug‘) bosimining ortishi sodir bo‘lmaydi, ya’ni jarayon - izobarik jarayondir (53a-shakl).

53b va 53v-shakllarda ham shu jarayon bo‘lib, porshen ustiga qo‘yilgan toshlar suyuqlik tepasidagi muxit bosimini ortiradi, ya‘ni $r_2 = \text{const}$, $r_3 = \text{const}$ va x.k sharoitlar xosil qiladi.

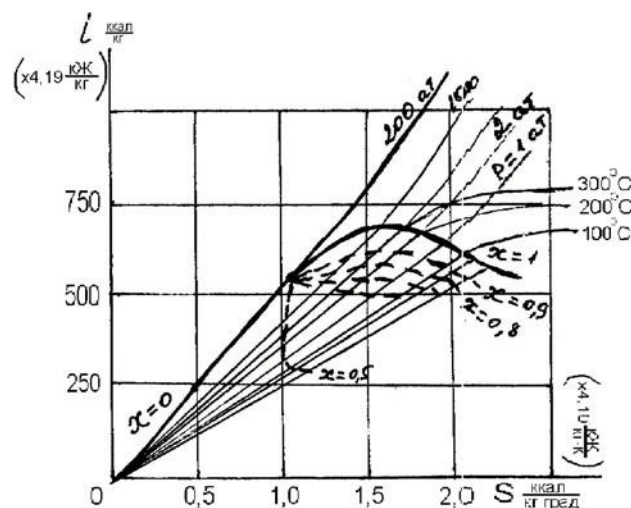
Suvni xar-xil miqdordagi o‘zgarmas bosimlarda isitish va bug‘lantirish jarayonini r koordinatalarida ifodalaymiz. O‘ta qizigan tayyor bug‘ xosil bo‘lish 3 ta boskichda sodir bo‘ladi: suvning qaynashgacha isishidagi izobarik kengayish - $a_1, v_1, a_2, v_2, \dots$, izobarik qaynab bug‘lanish $v_1 s_1, v_2 s_2, \dots$ va o‘ta qizigan bug‘ xosil bo‘lishi - $s_1 d_1, s_2 d_2, \dots$. SHundayqilib, r koordinatar sistemasida 3 ta kator nuqtalar xosil bo‘ldi. Mos nomlangan nuqtalarni o‘zaro birlashtirsak, 3 ta chiziq xosilbo‘ladi.



53-shakl

- 1) “a” nuqtalarni birlashtiruv- chi chiziq - sovuk suvchizig‘i;
- 2) “v” nuqtalarni birlashtiruv- chi chiziq- issiq suv chizig‘i, qaynashining boshlanishi quyi chegarachizig‘i.
- 3) “s”nuqtalarni birlashtiruvchi chiziq - qaynash (bug‘lanish) ning tugash chizig‘i – yuqori chegara chizig‘i.

Quyi va yuqori chegara chiziqlari o‘zaro kesishgan“K”
nukta - **kritik nuqta** deyiladi.



54-shakl

Suv uchun bu nuqta ko'rsatkichlari; $r_{kr} = 220 \text{ bar}$ ($225,5 \text{ at}$), $T_{kr} = 647 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ($374 \text{ }^{\circ}\text{S}$), $\rho_{kr} = 0,003 \text{ m}^3/\text{kg}$ kritik xolatdagi suyuqlik uchun bug'ning va suyuqlikning xususiyatlari bir xil bo'ladi.

3 ta chiziq (A,V,S) "r"diagramma yuzasini 4 ta kismga ajratadi:

1- sovuq suv qismi; II - issik suv qismi, III - qaynash, bug'lanish qismi; IV - o'ta qizigan bug' qismi.

AK - quyi chegara chizig'ida bug'lanish boshlanadi, bug'ning quruqlik darajasi $X=0$

KS - yuqori chegara chizig'ida bug'lanish tugaydi, bug'ning quruqlik darajasi $X=1$, ya'ni 100% li bug' xosil bo'ladi.

2.2. Suv bug'i uchun "Ts"diagrammasi

Suv bug'i xosil bo'lishida issiqlik miqdorining sarflanishini xisoblashda "Ts" diagrammasi juda qulay, chunki bu koordinatalarda grafikdagi yuza issiqlik miqdorini ifodalaydi.

Diagrammada:

ak va ks - quyi va yuqori chegara chiziqlari;

a- izobara chizig'ining boshlanishi, 0°C (273°K) T_0 ;

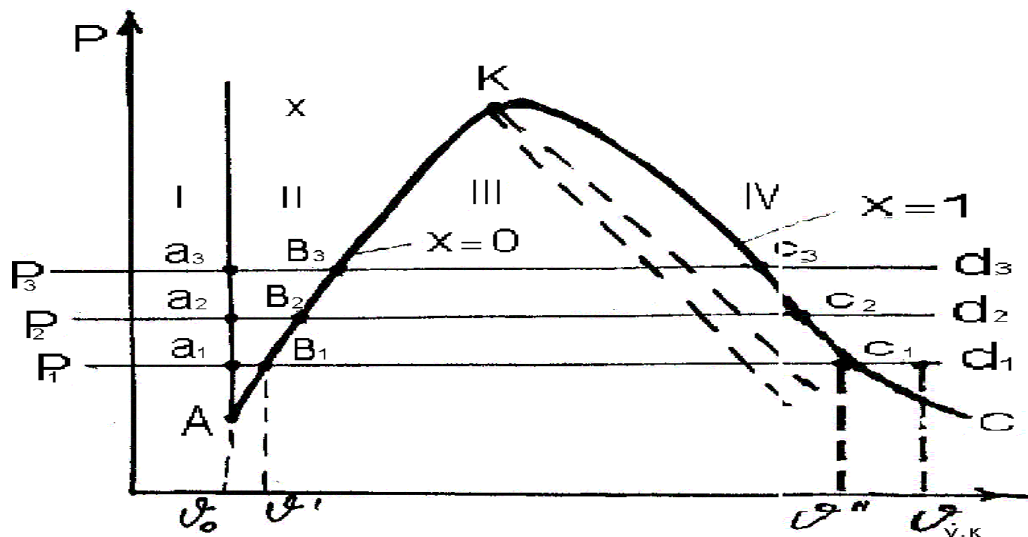
av- suvni qaynash xaroratigacha izobarikisitish;

i - qaynashgacha isitish uchun sarflangan issiqlik miqdori;

vs - izobarik qaynash jarayoni bo'lib, bir vaqtning o'zida izoterma bo'lib ham xisoblanadi, chunki, qaynashning boshlanishidan tugaguncha suvning xaroratio'zgarmaydi;

r- yuza ma'lum mashtabda suvning to'la bug'lanib tugashi uchun sarflanadigan issiqlikni bildirib - bug'lanish issiqligideyiladi;

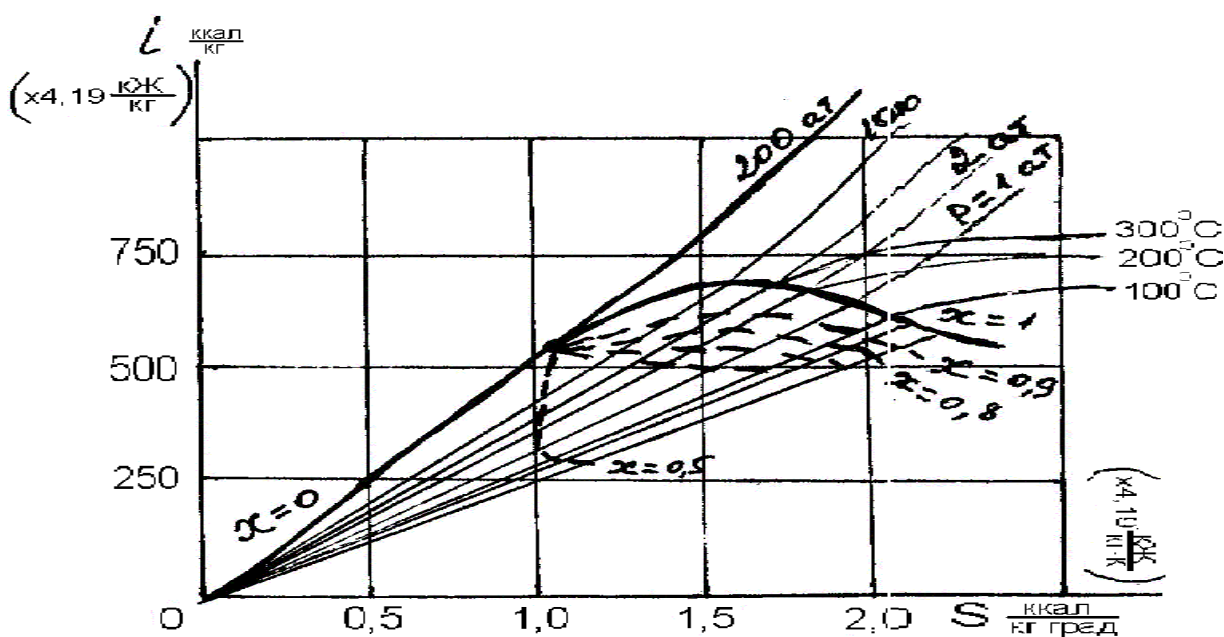
q_{uk} -to'yingan (quruq) bug'dan o'ta qizigan bug' xosil qilish uchun bug'ga berilgan qo'shimcha issiqlik miqdori.



55-shakl

Uchchala miqdorlarning yig'indisi sovuq suvdan ishlatish uchun tayyor bo'lgan, o'ta qizigan (quruq) bug' xosil qilishga sarflanadigan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

$$q = i + r + q_{uk}$$



2.3. Suv bug'i uchun «is»diagrammasi

56-shakl.

Suv bug‘ining issiqlik xisob - kitoblarida “Ts” diagrammasidan foydalanish ancha qulayliklarga olib keladi. Lekin, bu koordinatalarda issiqlik miqdorini aniqlash uchun egri chiziqlar bilan chegaralangan (qing‘ir - qiyshiq) yuzalarni o‘lchashga tug‘ri keladi. Issiqlik xisoblarida bu biroz qiyinchilik va noaniqlik keltirib chiqaradi.

is koordinatalardagi suv bug‘ining diagrammasida issiqlik miqdori (entalpiya) chiziq uzunligi bilan ifodalanganligi uchun xisoblashlarga qulaylik va aniqlik kiritadi.

56-shaklda “O”nuqtadan chiqayotgan izobara chiziqlari $x=1$ chizig‘igacha (qaynab tugaguncha) izoterma bilan birga ketadi. YUqori chegara chizig‘i ($x=1$)

dan keyin izobara chizig‘i yuqoriga tik ko‘tariladi, izoterma chiziqlari esa pastroqqa qarab og‘ib ko‘tariladi.

SHaklda bug‘ning quruqlik darajasi bir xil bo‘lgan chiziqlar xam berilgan ($x_1=0,90$; $x_2=0,8$ va x.k.). 56-shaklda absissa va ordinata o‘klarida MKGS birliklari sistemasida berilgan. Kerakli paytda SI sistemasiga o‘tish uchun olingan qiymatlarni $1 \text{ kkal} = 4,19 \text{ kJ}$ ga ko‘paytirsak etarli bo‘ladi.

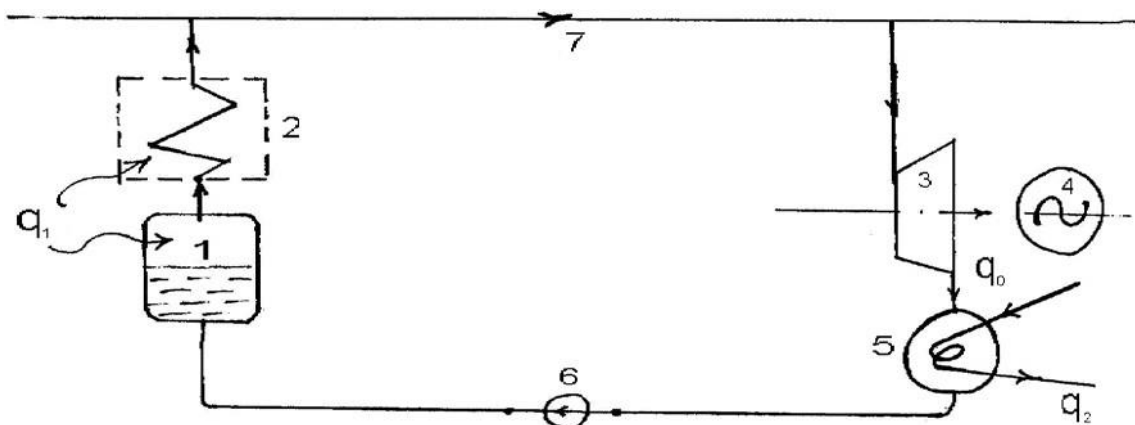
Issiqlik mashinalarining xisoblarida yuqori bosim va quruqlik darajasi 0,5 dan yuqori bo‘lganligi uchun, amaliy foydalanishga mo‘ljallangan “is” diagrammalari noldan boshlanmaydi. Diagrammaning “K” nuqtadan

chaprog‘i va yuqorirog‘i masshtablarda beriladi, ya’ni entalpiyaning $i = 1500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

va entropiyaning $s = \frac{j}{4000} \frac{\text{kg}}{\text{K}}$ dan yuqori qismi ko‘proq amaliy ahamiyatga ega.

Diagrammadagi miqdorlar va suv bug'ining ko'rsatkichlari olimlar tomonidan (masalan, rus olimi M.P.Vukalovich) jadval xoliga ham keltirilgan bo'lib, darsliklarda ilova sifatida berilishi mumkin.

3. Bug' - kuch qurilmasining ishlashsxemasi

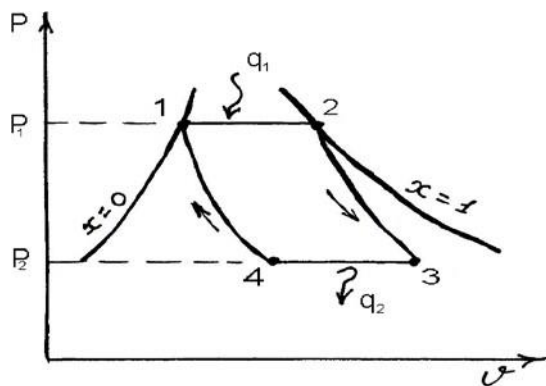


57-shakl.

Bug' qogoz (1) dan chiqayotgan to'yingan bug', bug' qizdirgich (2) da izobarik quriydi ($x=1$) va qiziydi. YUqori xarorat va bosimdagi bug' quvur (7) orqali turbina (3) ga borib rotorni aylantiradi, ya'ni bug'ning bosim energiyasi mexanik energiyaga aylanadi. Turbina rotoridagi mexanik energiyani shu val davomiga ulangan elektrogenerator (4) bilan elektr energiyasiga o'tkazib olish mumkin. Asosiy energiyasini berib bo'lgan bug' suv bilan sovutib turiladigan kondensator (5) ga o'tib, suvga aylanadi. q_2 issiqlik miqdori sovutuvchi suv bilan chiqib ketadi. Kondensator suv nasos (6) orqali yana bug' qozoniga yuboriladi va sikl takrorlanaveradi. CHizmadan ko'rinib turibdiki, ishchi jism (suv, bug') ga berilayotgan issiqlik miqdori q_1 ikki bosqichda beriladi: suvni qaynatish va bug' xosil qilishda, hamda bug' qizdirgichda bug'ni quritish va qizdirishda.

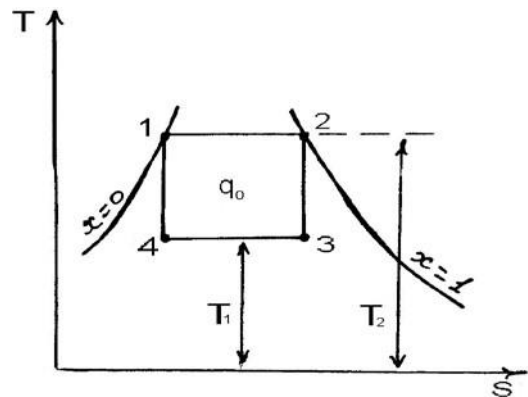
4. Suv bug'i uchun Kornotsikli

To'yingan quruq bug' uchun Karno siklini "p" va "Ts" koordinatalarida yuqori



(x=1) va quyi (x=0) chegara chiziqlari orasida chizamiz.

58-shakl



59-shakl

1-2 chizig'i (jarayoni) izotermik va shu bilan birga izobarik jarayon xisoblanadi.

2-3 bug' turbinasidagi bug'ning adiabatik kengayish jarayoni.

3-4 izobarik va bir vaqtning o'zida izotermik sharoitda bug'ning kondensatsiyalanish jarayoni.

4-1 nam bug'ning adiabatik qisilishi (kompressorda).

Bug'ga berilgan va undan sovutgichga o'tgan issiqlik miqdorlari:

$$q_1 = (x_2 - x_1) \cdot r_1 \quad J/kg$$

$$q_2 = (x_3 - x_4) \cdot r_2 \quad J/kg$$

bu erda, r_1 - p_1 bosim sharoitida bug' xosil bo'lishi uchun kerakli issiqlik miqdori;

r_2 - p_2 bosim sharoitida bug' xosil qilish uchun kerakli issiqlik miqdori.

Siklda foydalanilgan issiqlik miqdori "Ts" koordinatalarida 1-2-3-4-1 yuza bilan ifodalanadi.

$$q_0 = q_1 - q_2 = r_1 (x_2 - x_1) - r_2 (x_3 - x_4)$$

Nam bug' uchun Karno sikling termik f.i.k. uchun ifoda:

$$\eta_0 = r_1 (x_2 - x_1) - r_2 (x_3 - x_4)$$

(134)

To'yingan quruq bug' uchun $x_1=0$ va $x_2=1$ bo'lganligi uchun termik f.i.k:

$$\eta = 1 - \frac{r_2}{r_1} \left(x_3 - x_4 \right) \quad (135)$$

Suv bug'i uchun Karno siklining termik f.i.k.ni issiqlik manbai va sovutgich xaroratlari orqali ham ifodalash mumkin :

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (136)$$

1kg quruq to'yingan bug'ning foydali ishi "P" koordinatalarida 1-2-3-4-1 yuza bilan ifodalanadi:

$$l_o = r_1 \overline{T_1} - T_2 \quad (137)$$

To‘yingan bug‘ uchun umumiy xolda

$$\begin{array}{c}
 1 \quad \square r(x \square x) \square \overline{T_1 \sqcap T_2} \\
 0 \quad 1 \quad 2 \quad 1
 \end{array}
 \tag{138}$$

1

Karno siklining termik f.i.k. yuqori (nazariy) bo'lishi bilan birga uning asosiy kamchiligi, ishlab bo'lgan bug'ning kondensatorda to'la suvga aylanmasligi bo'lib, kompressor bug'-suv aralashmasi, ya'ni katta hajmli massani qisishi kerak bo'ladi. Katta hajmni qisish uchun esa katta energiya talab kilinadi.

4. Suv bug'i uchun Renkinsikli

Bug' kuch qurilmalari (BKK) uchun Renkin sikli asos qilib olingan.

Karno siklidan bu siklning farqi shundaki, bug' kondensatorda to'la suvga aylanadi. Kompressor katta hajmli bug'-suv aralashmasini emas, faqat kichik hajmli suvni qisadi, bu esa BKK ning f.i.k. ni ancha ortishiga olib keladi.

Renkin siklini "pV" va "Ts" diagrammlarida ifodalaymiz:

Renkin sikli (60 va 61-shakllar) da keltirilgin:

1-2 - chizig'i suvni qisib bug' qozoniga uzatish jarayoni (chiziq vertikal dan biroz chapga og'adi). "Ts" diagrammasida 1 va 2 nuqtalar ustma-ust tushadi.

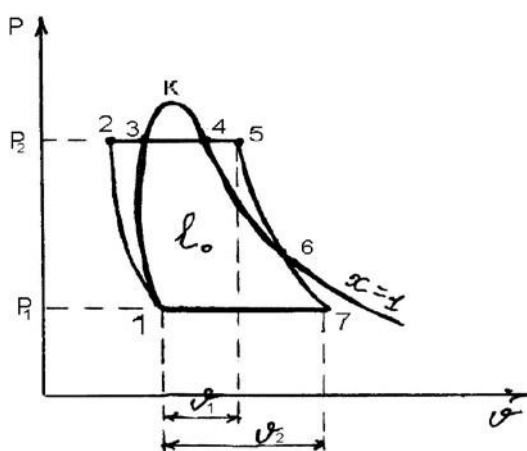
2-3 - suvni bug' qozonida qaynatish (izobarik) jarayoni; 3-

4 - suvni (izobarik) bug'lanish jarayoni;

4-5 - bug'ni (izobarik) qizdirish jarayoni;

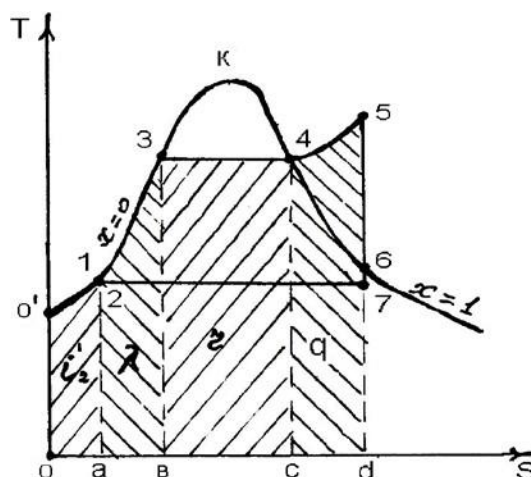
5-7 - o'ta qizigan (quruq) bug'ni turbinada (adiabatik) kengayib mexanik ish bajarish jarayoni;

7-1 - ishlab bo'lgan bug'ni kondensatordagi (izobarik) kichrayishi bo'lib, bug' suv



xolatiga o'tadi;

60-shakl



61-shakl

Ts diagrammada:

i_2^1 - yuza 0-0-2-a-0- kondensat suvdagi qoldiq issiqlik miqdori;

q - yuza: 2-3-v-a-2- suvni shu bosimda to'yinish xaroratigacha qizdirish uchun sarflangan issiqlik miqdori;

r - yuza 3-4-s-v-3- bug xosil qilish issiqligi, ya'ni qaynashning boshlanishidan to'la bug'lanib bo'lguncha sarflanadigan issiqlik miqdori;

$q_{u,k}$ - to'yingan quruq bug'ni o'ta qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori-
yuza: 4-5-d- c- 4;

YUza: 1-7-d -a-1-- ishlab bo'lgan bug'ni sovutgichga beradigan q_2 issiqlik miqdori.

Siklda olingan foydali ish:

$$l_0 = i_1 + i_2 \quad (139)$$

bu erda, i_1 - bug' qozonida va bug' qizdirgichda suvga va bug'ga berilgan issiqlik miqdori.

i_2 - kondensatordagi sovituvchi suv bilan chiqib ketayotgan issiqlik miqdori.

Siklning termik f.i.k.
$$\frac{q}{i_1 + i_2} \quad (140)$$

Agar suv bug'i uchun Karno va Renkin sikllarini o'zaro taqqoslasak, Karno sikli tejamliror, ya'ni f.i.k. yukorior ekanligibilinadi.

Bug'-kuch qurilmalarining termik f.i.k. uning to'la avzalligini ifoda qila olmaydi. Asosiy ko'rsatkich BKK uchun solishtirma bug' sarfi bo'lib xisoblanadi, ya'ni 1kvt.soat elektr energiyasi olish uchun sarflangan bug'

$$3,6 \cdot 10^6 \text{ kvt} \cdot \text{soat} \quad (141)$$

Yoki 1 kvт.соат elektr energiyasi olish uchun sarflanadigan solishtirma issiqlikmiqdori:

$$q_0 = \frac{3,6 \cdot 10^6}{\tau_t} \frac{\text{kvт} \cdot \text{соат}}{\text{кж}} \quad (142)$$

Renkin sikli termik f.i.k. ning son qiymati bug‘ning asosiy ko‘rsatkichlariga bog‘liq.

6. Issiqlik bilan ta‘minlash asoslari

Ishlatayotgan bug‘ - kuch qurilmalaridagi bug‘ning boshlang‘ich va oxirgi bosim hamda xaroratlarida siklning f.i.k. lari yuqori emas. Buning sababi, 50% yaqin issiqlik miqdori (q_2) kondensatorda sovutgichga o‘tib ketadi.

Bu yo‘kotilayotgan issiqlik miqdori “Ts” diagrammasida $a - e - e^1 - a_0 - a$ yuza bilan ifodalangan (62-shakl). SHuncha miqdordagi issiqlikni foydali ishga sarflash mumkin. Odatdagi BKK larida q_2 issiqlikdan foydalanish imkoniyati yo‘k, chunki kondensatordan chiqayotgan sovutuvchi suvning xarorati xonalarni isitishga etarli emas ($30...35^0\text{S}$).

q_2 issiqlikni texnologik jara-yonlar, xonalarni isitish va boshqa maqsadlarda ishlatish uchun uning xarorati (T_2) yukoriroq bo‘lishi kerak.

2-MODUL.

8 – MAVZU: ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK

Asosiy savollar:

1. Issiqlikning uzatilishi va almashinuvi.
2. Konvektiv va nur vositasida almashinuv.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Issiqlikning uzatilishi, issiqlik almashinuv, konvektiv almashinuv, nur vositasida almashinuv.

Mavzuga oid muammolar:

1. Issiqlik almashinuvi va issiqlik o‘tkazuvchanligi orasidagi bog‘lanishlarni asoslash.
2. Issiqlik almashinuvi turlari orasidagi bog‘lanishlarni izohlab bering.
3. Jismlarni nurlash xususiyatlari orasidagi bog‘lanishlarga sizning munosabatingiz qanday?

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Talabalarga jismlarda issiqlikning o‘zaro uzatilishi va almashinuvi to‘g‘risida tushuncha berish.

1-savol bayoni: «Issiqlikning temperaturasi yuqori bo‘lgan jism sirtidan temperaturasi pastroq bo‘lgan jismga o‘tish hodisasi **issiqlikning uzatilishi** deyiladi».

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, bu hodisa o‘z-o‘zidan sodir bo‘ladi, ya’ni issiqlik issiqroq jismdan sovuqroq jismga o‘tadi. Issiq jism muhitga o‘zining temperaturasi jismlarni tashkil etgan zarralarning issiqlik harakati darajasi qiymatiga teng bo‘lgan temperaturaga (energiya $E_{q0,025}$ MeV) qadar o‘zidan issiqlikni chiqaraveradi. Issiqlik hamma turdagi muhitda (suyuq, qattiq, gaz, vakuum) tarqaladi. Natijada issiq jism soviydi, sovuq jism isiydi. Bunday hodisa **issiqlik almashinuvi** deyiladi.

Demak, hamma jismlarda issiqlik energiya shaklida, jismni tashkil etgan zarrachalar harakati hisobiga uzatiladi. Bunday hodisa **issiqlik o‘tkazuvchanlik** deb ataladi.

Jismlarning turiga, agregat holatiga qarab, issiqlik energiyasini tashuvchi zarralar turlicha bo‘lishi mumkin. Masalan, gazlarda – molekulalarning tartibsiz harakati, metallarda – erkin elektronlar, dielektriklarda – kristall panjara tugunaklaridagi atomlarning tebranma harakati, suyuqliklarda – zarralar harakati bilan birgalikda

makroskopik hajmlar harakati, vakuumlarda – elektromagnit maydon hisobiga issiqlik o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi.

Issiq jism sirtining sovuqroq jism sirtiga tekkanda issiqlik energiyasining past temperaturali jismga o'tish jarayoni **issiqlik o'tkazuvchanlik** deyiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlikda issiqlikni zarralar va molekulalar tashiydi deb qaraladi. Issiqlik tashuvchi agent jism ichida, uning qismlar orasida, o'zaro tegib turgan issiq va sovuq jismlar orasida harakatlanadi deb faraz qilinadi.

Uzatiladigan issiqlik miqdori tegib turgan sirt kattaligiga va issiqlikning o'tish vaqtiga bog'liq bo'ladi. Termodinamikada bu kattalik **issiqlik oqimining quvvati** deyiladi va u SI o'lchov birliklari sistemasida J/s, ya'ni W da o'lchanadi.

Hamma nuqtalarida temperaturasi bir xil ($T = const$) bo'lgan sirt izotermik (yunoncha isos – teng, birdek, o'xshash va tbarne – issiqlik demakdir) sirt deyiladi. Temperatura maydonining vektori izotermik sirtga tik yo'nalgan bo'ladi. Temperaturaning eng katta o'zgarishi normal (tik) yo'nalishida kuzatiladi.

Moddalarning issiqlik o'tkazuvchanligi turlicha bo'lib, ularning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ keng oraliqdagi ($6 \cdot 10^{-3} \text{ Wt/m K}$ dan to 410 Wt/m K gacha) kattaliklarni qabul qiladi. Vaqt birligi ichida yuza birligidan o'tgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$dq = -\lambda \frac{dT}{dn} dS dt. \quad (43)$$

Zarralarning harakati, ya'ni o'rtacha issiqlik harakati tezligi u , ularning o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi $\bar{\lambda}$, jismning zichligi ρ va issiqlik sig'imi C_v bilan d_q ning bog'liqligi e'tiborga olinsa, unda

$$dq = -\frac{1}{3} u \bar{\lambda} \rho C_v \frac{dT}{dn} dS dt. \quad (44)$$

Agar $\lambda < 0,2 \text{ Wt/m}^2 \cdot \text{K}$ bo'lsa, bunday materiallar **issiqlik izolyatori** deyiladi. Bunday materiallarga havo, engil g'ovaksimon materiallar: penoplast, shisha tolasi va ko'pchilik elektr izolyatorlar kiradi (1 - jadval).

Ayrim materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik qiymatlari

Materiallar nomi	$\lambda, Bm / m * K$	Materiallar nomi	$\lambda, Bm / m * K$
Metallar:		Qurilish materiallari.	
Kumush	410	Beton	1,3
Mis	380	Pishiq g'isht	a,25
Sof temir	70	Oddiy shisha	a,75
Legirlangan	17-45	SHamot g'ishti	a,14-a,18
po'lat	45-60	Suvoq materiali	a,7-a,9
CHo'yan	200-230		
Alyuminiy			

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik usuli, ya'ni jismlar sirtlari o'zaro tegib turganida issiqlikning uzatilishi birgina jismlarning xossalriga bog'liq bo'lmasdan ularning o'zaro tegib turgan sirtlarining kattaligiga ham bog'liq bo'lar ekan.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Issiqlikning uzatilishi va almashinuvi nima uchun o'rganiladi?
- 1.2. Issiqlik almashinuvi va issiqlik o'tkazuvchanlik orasidagi farq nimadan iborat?
- 1.3. Temperatura gradienti nimaga bog'liq?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga konvektiv va nur vositasida issiqlik almashinuvi to'g'risida tushuncha berish.

2-savol bayoni: **Konvektiv issiqlik almashinuvi** deb suyuq, gazsimon yoki sochiluvchan moddalar makroskopik qismlarining harakati vaqtida ularning o'zaro zarralari bilan aralashuvi natijasida issiqlik energiyasining uzatilish hodisasiga aytiladi.

Konveksiya (lot, convectio-keltirish) sochiluvchan, suyuq va gazsimon moddalar qatlamlari zarralarning tartibsiz harakatida namoyon bo'ladi.

Issiqlik oqimining kattaligi issiqlik almashinuvi sirt yuzasi bilan qattiq jism va suyuqlik sirtlaridagi temperaturalar ayirmasi ko'paytmasiga mutanosibdir, ya'ni

$$q = \alpha \cdot S(T_k - T_c) \quad (45)$$

Buni Nyuton va Rixman qonuni deiladi.

Bunda T_q va T_s -qattiq va suyuq jismlar temperaturasi;

α -issiqlik berish koeffitsienti; Vt/m^2

Konvektiv issiqlik almashinuvidagi issiqlik eltuvchi moddaning (suyuqlik, gaz) harakati tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy konveksiya hodisasi faqat suyuqlik (gaz) masasining issiqlik manbasi bilan issiqlik almashinuvi natijasida issiq sirt yaqinida o'z hajmini o'zgartirib yuqoriga qarab harakatlanishi hisobiga paydo bo'ladi.

Issiqlik almashinuvida qo'llaniladigan asbob-uskunalarining turiga, konstruksiyasiga materialiga muvofiq ular har xil issiqlik almashinuv jarayonlarida qo'llaniladi. Masalan, I.YO.D ining sovitish sistemalarida majburiy konvektiv issiqlik almashinuvi usuli qo'llaniladi. Sovutish agenti (suv, antifriz) slindrlar blokidagi ortiqcha issiqlik miqdorini o'zining majburiy harakati davrida sovitgichga chiqaradi.

Issiqlik almashinuvi jarayonida qo'llaniladigan yuqori va past temperaturali suyuqlik oqimi, yo'nalishiga qarab to'g'ri, teskari va kesishgan oqimli bo'ladi. Bunday oqimlar kondensatorda, ekonomayzerda, regeneratorda qo'llaniladi.

Nur (radiatsiya) **vositasida issiqlik almashinuvi** deb issiqlikning bir jismdan ikkinchisiga nur orqali uzatilish jarayoniga aytiladi. Issiqlik nurlarining tarqalishi bu jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqin energiyasiga aylanishidir. Temperaturasi absolyut noldan farqli bo'lgan hamma jismlar nur tarqatadi. Nur issiqligi energiyasi muhit bilan ta'sirlashib, unda yutilsa, shu muhitning ichki energiyasi ortadi. Nur energiyasi ma'lum to'lqin uzunligiga va chastotaga ega bo'lib, vakuumda yorug'lik tezligi ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$) da tarqaladi. Nur energiyasini tashuvchi zarra sifatida **foton** qabul qilingan. Foton (yunoncha phos (rhotos)-yorug'lik) harakatlanayotgan vaqtda ma'lum massaga ega, tinch holatda uning massasi nolga teng bo'ladi.

Nurlar orasida infraqizil nurlar ko'p miqdorda issiqlik energiyasini eltganligi sababli ular **issiqlik nurlari** deyiladi.

Jismning nur tarqatish xususiyati aniq temperaturada jism birlik yuzasidan vaqt birligida tarqatilgan barcha chastotalardagi to'lqinlarning nur energiyasining miqdori E bilan ifodalanadi:

$$q = \frac{E}{s \cdot t}, \quad (46)$$

Demak, jism sirtiga tushgan nur energiyasi yutilgan, qaytgan va o'tgan nurlarning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$E_T = E_A + E_R + E_D, \quad (47)$$

bunda E_t , E_A , E_R va E_d – mos ravishda, jismga tushgan, unda yutilgan, undan qaytgan va o'tib ketgan nur energiyasidir. Soddalashtirish va tenglama mohiyatini echish maqsadida (47) tenglamani hadma-had E_t ga bo'lamiz:

$$\frac{E_A}{E_T} + \frac{E_R}{E_T} + \frac{E_D}{E_T} = \frac{E_T}{E_T}$$

bunda $\frac{E_A}{E_T} + \frac{E_R}{E_T}$ va $\frac{E_D}{E_T}$ nisbatni yutilish (A), qaytarish (R) va o'tkazish (D)

koeffitsientlari orqali ifodallasak, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$A + R + D = 1 \quad (48)$$

Hosil bo'lgan tenglama (48) **issiqlik balansi** tenglamasi deyiladi. Agar $RqDq0$ bo'lsa, unda $Aq1$, ya'ni jism sirtiga tushgan hamma to'lqin uzunliklaridagi nur energiyasi mutlaqo yutiladi. Bunday jism **absolyut qora jism** deyiladi. Absolyut qora jism ko'zga ko'rinmaydi, chunki u hamma to'lqin uzunliklaridagi nurni yutadi.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Konvektiv va nur vositasida issiqlik almashinuvi qanday vujudga keladi.
- 2.2. Nyuton va Rixman qonuni nimadan iborat?
- 2.3. Jismni nur tarqatish xususiyati nimaga bog'liq.

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. Konvektiv va nur vositasida issiqlik almashinuvini bajaruvchi qurilmalarni to'g'ri tanlashni tadqiq etish.
2. Sovitish va isitish sistemalarida konvektiv va nur vositasidagi issiqlik almashinuvini ilmiy asoslash.
3. IYOD larda issiqlik almashinuvini borishini jarayonlarga bog'liqligini ilmiy asoslash.

3-MODUL.

9– MAVZU: YOQILG‘I VA YONISH JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI

1. YOqilg‘i, uning tarkibi va turlari
2. YOqilg‘i yonish jarayonining nazariy asoslari

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: YOqilg‘i, tabiiy va sun‘iy yoqilg‘ilar, qattiq, suyuq va gaz yoqilg‘ilar, organik va mineral moddalar, uglerod, vodorod, suyultirilgan gaz, koks va domna gazlari, shartli yoqilg‘i, yoqilg‘ini yonishi, to‘la yonish, yonish mahsuloti, quruq gazlar hajmi, suv bug‘ining hajmi, ortiqcha havo koeffitsienti.

Mavzuga oid muammolar:

1. YOqilg‘i tarkibi faqat organik va mineral moddalardan tashkil topgan deb hisoblash mumkinmi?
2. Qattiq, suyuq va gaz holatidagi yoqilg‘ilar orasida o‘zaro bog‘lanishlar mavjud deb qaraladi. Bu fikrga sizning munosabatingiz qanday?
3. Gazsimon yoqilg‘ilarni asosiy xususiyatlarini belgilovchi faktorlar bir – biri bilan o‘zaro bog‘langan deb hisoblash mumkinmi?

1-savol bo‘yicha dars maqsadi:

1. YOqilg‘i to‘g‘risida ma’lumot berish.
2. Tabiiy va sun‘iy yoqilg‘ilarni tushintirish.
3. YOqilg‘i tarkibini o‘rgatish.
4. YOqilg‘i turlari haqida to‘la ma’lumot berish.

1-savol bayoni: Asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi moddaga **yoqilg‘i** deyiladi. YOqilg‘i qazib olinishi yoki tayyorlanishiga ko‘ra tabiiy va sun‘iy bo‘ladi. Tabiatda ishlatishga tayyor holda mavjud bo‘lgan yoqilg‘ilar **tabiiy yoqilg‘ilar** deyiladi. qazib olinadigan toshko‘mir, yonuvchi slanetslar, torf, neft, gaz, o‘tin, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi chiqindilari tabiiy yoqilg‘i hisoblanadi. Tabiatdagi yoqilg‘ilarni yoki umuman moddalarni qayta ishlash natijasida olinadigan yoqilg‘ilar **sun‘iy yoqilg‘ilar** deyiladi. Bularga koks, kukun holatigacha maydalangan qattiq

yoqilg'i, briketlar, yog'och ko'miri, benzin, kerosin, solyar moyi, motor moyi, mazut, domna va koks batareyasi gazlari va tabiiy gazni qayta ishlashda olinadigan gazlar kiradi.

YOqilg'i qattiq, suyuq va gaz holatida bo'ladi. Qattiq yoqilg'iga toshko'mir, torf, yonuvchi slanetslar, koks, yog'och ko'miri, suyuq yoqilg'iga neft va neft mahsulotlari (benzin, kerosin, solyar va motor moylari, mazut va bosh.) yoqilg'ilarni kiritish mumkin. Gaz yoqilg'isiga esa koks va domna, generator, neftni qayta ishlash zavodlari gazlari, propan, atsetilen, toshko'mir qazib olishda olinadigan gazlar misol bo'la oladi.

YOqilg'i tarkibi organik va mineral moddalardan iborat bo'ladi. Organik moddalarga uglerod (C), vodorod (H_2), kislorod (O_2), azot (N_2), oltingugurt (S) kiradi.

YOqilg'ining agregat holatidan qat'iy nazar, uning tarkibidagi (C) va (H_2) asosiy bo'lib, suyuq yoqilg'ida ularning miqdori 85-87% ni, qattiq yonilg'ida 50-90% ni tashkil etadi. Kislorod qattiq yonilg'ida 6,5 % gacha, suyuq yonilg'ida 25 % gacha etadi.

Gazdagi vodorod va uglerodning umumiy miqdori 0,3 dan 95 % gacha. C va H_2 holida, ya'ni (SH_4) metan gazi ko'rinishida ko'proq uchraydi.

Turli xil yoqilg'ining kimyoviy tarkibi turlicha bo'lishi mumkin (2 va 3 – jadvallar).

Qattiq va suyuq yoqilg'ining tarkibiy qismi.

2-jadval.

YOqilg'i turi	YOqilg'i tarkibidagi yonuvchi element, 100%			
	S^{yo}	N^{yo}	O^{yo}	S^{yo}
YOg'och	50	6	43	0
Torf	53-62	5,2-6,2	32-31	4,1-4,3
Qo'ng'ir ko'mir	62-72	4,4-6,2	18-22	4,5-6,0
Toshko'mir	75-90	4,5-5,5	4-15	0,6-6,0
Antratsit	90-96	1,0-2,0	1-2	4,5-7,0
Neft	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0

Yonuvchi gazning tarkibiy qismi.

3-jadval.

Gaz turi	Quruq gaz hajmidagi modda miqdorlari, %							
	SH ₄	H ₂	CO	S _n H _m	O ₂	CO ₂	H ₂ S	N ₂
Tabiiy (Buxoro)	94,9	-	-	3,8	-	0,4	-	0,9
Koks gazi (tozalangan)	22,5	57,5	6,8	1,9	0,8	2,3	0,4	7,8
Domna gazi	0,3	2,7	28	-	-	10,2	0,3	58,5
Suyultirilgan gaz	4	Qolgani boshqa gazlar: propan 79% etan 6: vodorod, izobutan 11%						

Qattiq yoqilg'i yoqilg'i massasi yonuvchi qismining tarkibi o'zgarmas kattalik bo'lib, uning asosiy karakteristikasi hisoblanadi. Undagi namlik hamda kul miqdori o'zgarganida ham uning xarakteristikasiga salbiy ta'sir qilmaydi. Turli xil yoqilg'ilar yonuvchi massa miqdori har xil bo'ladi. SHuning uchun ham ularning issiqlik berish xususiyati turlichadir.

1 kg uglerod to'la yonganda SO₂ hosil bo'ladi va 32,8 MJ issiqlik miqdori ajraladi.

Suyuq yoqilg'i asosan neftni 300–370 °S qizdirishdan hosil bo'lgan bug'ni har xil fraksiyalarga ajratish va ularni kondensatsiyalash (suyuqlantirish) yo'li bilan olinadi: suyuqlantirilgan gaz 1%, benzin 15% atrofida (suyuqlantirish temperaturasi t_{cq} 30–180 °C), kerosin 17% atrofida (t_{cq} 120–315 °C), solyar moyi 18% atrofida (t_{cq} 180–350 °C), va mazut 45% (qaynash temperaturasi t_{qq} 330 – 350 °C) hamda qoldiq massa 4% atrofida bo'ladi.

Gaz yoqilg'isi, asosan tabiiy gaz bo'lib, uning tarkibi metan (botqoq gazi) SN₄, vodorod N₂, azot N₂, yuqori darajadagi uglerod birikmalari SN, uglerod oksidi SO, karbonad angidridi SO₂ dan iborat. Turmushda ishlatiladigan gaz tozalangandan so'ng, unga gazning siqib chiqarishini aniqlash maqsadida maxsus qo'shimcha – odorizator qo'shiladi, u o'ziga xos sassiq hidga ega.

SHartli yoqilg'i sifatida issiqlik ajratishi $q''_{\kappa} = 29,35 \text{ MJ/kg}$ ($7 \cdot 10^3 \text{ kkal/kg}$)ga teng bo'lgan yoqilg'i qabul qilingan. SHartli yoqilg'i asosida boshqa yoqilg'ilardan iqtisodiy jihatdan foydalanish maqsadga muvofiqligi va ular sarfi aniqlanadi.

YOqilg'ilarning q''_{κ} issiqlik ajratishi.

4-jadval.

YOqilg'i	$q''_{\kappa} \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$	YOqilg'i	$q''_{\kappa} \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$
YOg'och	1,05-1,47	Kerosin	4,40-4,60
Torf	0,84-1,05	Benzin	4,40-4,70
Qo'ng'ir ko'mir	0,63-1,09	Tabiiy gaz	2,70-3,80
Toshko'mir	2,1-3,0	Neftning hamrox	
Antratsit	2,70-3,10	gazlari	4,20-7,10
YOnuvchi slanetslar	0,73-1,50	Koks gazi	1,50-2,10
Pista ko'mir	3,0-3,40	Domna gazi	0,36-0,41
YArim koks	2,50-3,10	Generator gazi	0,41-0,71
Koks	2,80-3,10	Suv gazi	1,05-1,17
Neft	4,30-4,60		
Mazut	4,0-4,55		

Muhokama uchun savollar:

1. YOqilg'iga qanday talablar qo'yiladi?
2. Tabiiy va sun'iy yoqilg'ilarga nimalar kiradi?
3. Suyuq yoqilg'i qanday olinadi?
4. Nima uchun turmushda ishlatiladigan gazga odorizator qo'shilmasi qo'shiladi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: YOqilg'i yonish jarayonining nazariy asoslari to'g'risida talabalarga tushincha berish.

2-savol bayoni: YOqilg'ining yonishi uchun albatta atmosfera havosi zarur bo'ladi. Uning miqdori ko'p yoki kam bo'lishiga qarab kimyoviy reaksiya (yonish) jadal yoki

sust bo‘ladi. O‘z navbatida, yonish mahsuloti tarkibidagi zaharli gazlarning miqdori ham keng oraliqda bo‘ladi.

Ma’lumki, yoqilg‘i tarkibidagi S, N reaksiyaga kirishib oxiri SO₂, N₂O, va SO₂ hosil bo‘lishi bilan tugaydi.



12 C (uglerod)ning to‘liq reaksiyaga kirishi uchun 32 kg kislorod kerak. SHunda 44 kg SO₂ hosil bo‘ladi, 32 kg oltingugurtning to‘liq reaksiyaga kirishi uchun 32 kg kislorod kerak bo‘ladi, bunda 64 kgSO₂ hosil bo‘ladi, 2 kg vodorodning yonishi uchun 16 kg kislorod zarur bo‘ladi, shunda 18 kg suv bug‘i hosil bo‘ladi.

YOqilg‘ining yonishida asosiy oksidlovchi modda sifatida kislorod yoki atmosfera havosi olinadi. YOqilg‘ining to‘la yonishi uchun zarur bo‘lgan atmosfera havosining miqdori nazariy jihatdan hisoblab topiladi. Ma’lumki, kislorodning normal sharoitdagi zichligi ρ q 1,43 kg/m³ va uning atmosfera havosidagi ulushi 23,15 % ni tashkil etadi.

O‘txonada qattiq yoki suyuq yoqilg‘ining 1 kg to‘liq yonishi uchun zarur bo‘lgan kislorod miqdori quyidagi tenglikdan topiladi (kislorod – yoqilg‘i nisbatidan):

$$q_{k.n.} = (2,67S^u + 8H^u + S^u + O^u) : 100, \quad (49)$$

bunda 2,67 va 8 sonlari tegishlicha 1 kg uglerod va 1 kg vodorodning to‘liq yonishi uchun zarur bo‘lgan O₂ miqdori, kg; $q_{k.n.}$ – kislorodning nazariy miqdori, kg.

1kg yoqilg‘ining to‘liq yonishi uchun zarur bo‘lgan havo massasi quyidagi ifodadan topiladi:

$$m_{h.n.} = \frac{q_{k.n.}}{23,15} \cdot 100 = 0,115C^u + 0,344H^u + 0,043(S^u - O^u), \quad (50)$$

bunda $m_{h.n.}$ – nazariy hisoblangan havo massasi, kg; 23,15 – birlik hajmdagi havo tarkibidagi kislorod miqdori, %; S^u Q H^u Q $S^u - O^u$ QN q 100% ish yoqilg‘isining yonuvchi qismi, %; $2,67/23,15=0,115$; $8/23,15=0,344$; $1/23,15=0,043$ sonlar S, N, S miqdorlarning havodagi O₂ ulushiga nisbatlari.

To‘la yonish uchun zarur bo‘lgan haqiqiy havo miqdorining nazariy hisoblab topilgan miqdoriga nisbati **ortiqcha havo koeffitsienti** deyiladiva u quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha_h q V_h / V_{h.n.} \quad (51)$$

α_h ning kattaligi yoqilg'ining turiga, agregat holatiga, reaksiya kechadigan sharoitga, yoqish usuliga, o'txona (kamera) konstruksiyasiga va boshqalarga bog'liq.

Takomillashgan o'txonalar uchun $\alpha_h = 1,05-1,1$ bo'lsa, takomillashmagan o'txonalar uchun $\alpha_h = 1,3 - 1,5$ ga teng.

Karbyuratorli dvigatellar uchun $\alpha_h = 1,0 - 1,1$ bo'lsa, dizelli dvigatellarda $\alpha_h = 2,0 - 2,2$, aviatsiya dvigatellarida $0,85 - 0,95$ ni tashkil etadi.

YOqilg'i yonganda ma'lum miqdordagi issiqlik energiyasi ajraladi va tutun gazlari hamda qoldiq kul hosil bo'ladi. Tutun gazlari (soddaroq qilib aytganda tutun) va kul **yonish mahsulotlari** deyiladi.

YOnish mahsulotining tarkibi va uning miqdori yoqilg'i turiga va sifatiga qarab turlicha bo'lishi mumkin.

YOnish mahsulotidagi tutun qismining hajmi $V_{t.g.}$ quruq gazlar hajmi $V_{q.g.}$ bilan yoqilg'i tarkibidagi vodorodning reaksiyaga kirishi va namlikning bug'lanishidan hosil bo'lgan suv bug'ining hajmi $V_{s.b.}$ yig'indisiga teng, ya'ni

$$V_{t.g.} = V_{q.g.} + V_{s.b.} \quad (52)$$

YUqorida aytib o'tganimizdek, yoqilg'ining to'liq yonishini ta'minlash uchun nazariy hisoblab topilgan havoning $V_{h.n.}$ hajmi haqiqiy zarur bo'lgan V_h hajmdan kichik bo'ladi. SHuning uchun ham $V_{h.n.} > V_h$ sharti asosida ayrim hisob-kitoblarni 10–25% xatolik bilan amalga oshirish mumkin.

Demak, $V_{t.g.}$ hajmni quyidagicha yozish mumkin:

$$V_{t.g.} q V_{CO_2} + V_{H_2O} + 0,79 \alpha_h V_h + 0,23(\alpha_h - 1) V_h, \quad (53)$$

Bunda $0,79 \alpha_h V_h$ – atmosfera havosi tarkibidagi, reaksiyaga kirmagan «tranzit» - o'tkinchi, azot miqdori; α_h – ortiqcha havo koefitsienti; V_h – haqiqiy havo miqdorining hajmi; 0,79 – azotning havodagi ulushi; 0,23 - quruq havoning hajm birligidagi kislorod ulushi; $0,23(\alpha_h - 1) V_h$ – reaksiyaga kirmasdan tutunga qo'shilib atmosferaga chiqib ketadigan havodagi ortiqcha o'tkinchi kislorod miqdori.

Demak, yonish mahsuloti tarkibini nazariy hisoblab aniqlash mumkin. lekin amalda CO_2 , O_2 , CO , CH_4 , H_2 hajm birligidagi miqdorlari maxsus gaz analizatorlari yordamida o'lchanadi.

Muhokama uchun savollar:

Qattiq yoqilg'ini asosiy harakteristikasi nima hisoblanadi?

YOqilg'ilarning fizik xususiyatlari nimalardan iborat?

SHartli yoqilg'i sifatida qanday yoqilg'i qabul qilingan?

YOqilg'ilarni qanday usullar bilan olish mumkin?

Mavzu bo'yicha echimi kutilayotgan ilmiy muammolar:

1. Gaz yoqilg'isini yonishida hosil bo'ladigan issiqlik oshirish usullarini asoslash.
2. YUqori issiqlik beruvchi yoqilg'ilarning tarkibini to'g'ri tanlash mexanizmini yaratish.

**10-MAVZU: ICHKI YONUV DVIGATELLARINING TASNIFI HAMDA
ULARNING NAZARIY VA HAQIQIY SIKLLARI.**

Asosiy savollar:

1. IYOD larini tasniflash.
2. IYOD larini nazariy va haqiqiy sikllari to'g'risida tushuncha.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: IYOD, yonilg'i, suyuq, og'ir, gazsimon, ikki yonilg'ili, ko'p yonilg'ili, alangalatish, aralashma, sovitish, rostlash, zaryad, sikl, nazariy, haqiqiy, yu.ch.n, p.ch.n, porshen yo'li, takt, ikki taktli, to'rt taktli, siqish darajasi.

Mavzuga oid maummolar:

1. Ichki yonuv dvigatellari o'nta belgi bo'yicha tasniflanadi deyish etarlimi?
2. IYOD larga yangi zaryad tabiiy holda kiritiladi degan fikrga sizning munosabatingiz qanday?
3. IYOD larining nazariy va haqiqiy sikllari orasidagi bog'lanishlarni izohlab bering.

1-savol bo'yicha dars maqsadi: Ichki yonuv dvigatellarini tasniflari to'g'risida talabalarda tushuncha hosil qildirish.

1-savol bayoni: Ish yonilg'isi maxsus qurilma ichida yonadigan va yonish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdorining ma'lum qismini mexanik energiyaga aylantirib bera oladigan issiqlik mashinasiga IYOD deyiladi.

Barcha termodinamik jarayonlar sikl davomida silindrning ish hajmida ketma-ket kechadigan porshenli; ish jismi havo kompressorlarida siqiladigan maxsus yonish kamerasida yonadigan va yonish mahsuloti gaz trubinasida kengayadigan gaz trubinali va yonish mahsuloti kengayishidan reaktiv kuch vujudga keladigan reaktiv dvigatellar mavjud va ular inson faoliyatining turli sohalarida keng qo'llaniladi.

IYOD lar quyidagi belgilar bo'yicha tasniflanadi:

1. Vazifasi bo'yicha: ko'chmas va transportga o'rnatiladigan bo'ladi. Bunday farqlash dvigatellarning massasi va gabarit o'lchamlarini, ish rejimini, konstruktiv xususiyatlarini va sozlanishini belgilaydi.

2. Gaz almashish usuli bo'yicha: to'rt va ikki taktli bo'ladi.

3. Ishlatiladigan yonilg'i turi bo'yicha:

a) **Engil suyuq yonilg'ida.** Bu turkum dvigatellari benzinda ishlaydi va asosan engil avtomobillarda, kam va o'rtacha yuk ko'taradigan avtomobillarda, kam o'rinli avtobuslarda, kichik quvvatli qishloq xo'jalik va boshqa mashinalarda qo'llaniladi.

b) **Og'ir suyuq yonilg'ida.** Bu yonilg'ida traktorlar va boshqa qishloq xo'jalik mashinalari, yo'l-qurilish mashinalari, og'ir yuk tashiydigan avtomobillar, samosvallar, tyagachlar, ko'p o'rinli avtomobillarga o'rnatiladigan dizellar ishlaydi.

v) **Gazsimon yonilg'ida.** Bunga asosan gazda ishlashga moslashtirilgan, engil yonilg'ida ishlovchi IYOD lar taalluqlidir. Gaz yonilg'isi transport vositalarida siqilgan yoki suyultirilgan holda saqlanadi, bu esa ma'lum darajada IYOD ning o'ziga xos xususiyatini belgilaydi.

g) **Ikki yonilg'ili.** Bu gazda-ishlashga moslashtirilgan dizellar hamda suyultirilgan gazda ishlashga o'tkazilgan benzinli dvigatellar. Birinchi holda gaz asosiy yonilg'i hisoblanadi, suyuq yonilg'i esa IYOD ni ishga tushirish va yonuvchi aralashmani silindrda yondirish uchun kam miqdorda ishlatiladi. Ikkinchi holda IYOD ikki

ta'minlash sistemasiga ega bo'ladi va ham suyuq, ham gaz yonilg'ilarida ishlay oladi.

d) Ko'p yonilg'ili. Bu mahsus vazifa bajaradigan dizellar bo'lib, ular turli xarakteristikali engil va og'ir suyuq yonilg'ilarda ishlashga moslashtirilgan.

4. YOnuvchi aralashmani alangalatish usuli bo'yicha: siqish natijasida alangalatish (dizellar) va uchqun yordamida majburan alangalatish (benzinli va gazda ishlaydigan IYOD lar).

5. YOnuvchi aralashma hosil qilish usuli bo'yicha: silindrdan tashqarida va uning ichida aralashma hosil qilish. Benzinli va gazli dvigatellar yonuvchi aralashma silindrdan tashqarida hosil qilinadigan IYOD lari turkumiga kiradi, chunki yonuvchi aralashma, asosan silindrdan tashqarida tayyorlanadi. Silindr ichida bu jarayon tugallanadi. Dizellar yonuvchi aralashma silindrlar ichida hosil qilinadigan IYOD lari turkumiga kiradi.

6. Sovitish usuli bo'yicha: suyuqlik va havo bilan sovitish. Avtotraktor dvigatellarida ikkala usul ham qo'llaniladi, ammo ko'pchilik dvigatellar suv yoki past temperaturada muzlaydigan va yuqori temperaturada qaynaydigan suyuqliklar yordamida sovitiladi.

7. Sikl davomida beriladigan issiqlik miqdorini rostlash usuli bo'yicha: sifat, miqdori jihatdan va aralash usullarda rostlanadi. Dizellarga xos aralashmaning sifati rostlanganda sikl davomida beriladigan yonilg'ining miqdori o'zgartiriladi. Silindrga kirayotgan havoning miqdori deyarli o'zgarmaydi. Bu holda yonuvchi aralashmaning tarkibi yoki sifati o'zgaradi. Benzinli va gaz dvigatellarida aralashma miqdor jihatdan rostlanganda sikl davomida silindrga kiritiladigan yonuvchi aralashmaning miqdori o'zgaradi. YOnuvchi aralashma aralash usulda rostlanganda uning tarkibi ham, sifati ham o'zgaradi. Bu usul ikki yonilg'ili dizellar va benzin bevosita silindriga purkaladigan IYOD larga xosdir.

8. Yangi zaryadni silindrlarga kiritish usuli bo'yicha: atmosferadan tabiiy holda kiritiladigan va bosim ostida kiritiladigan. Hozirgi zamon IYOD larining ko'pchiligida yangi zaryad tabiiy holda kiritiladi. Bosim ostida kiritish esa faqat dizellarning quvvatini oshirish uchun qo'llaniladi.

9. Porshen harakatining turi bo'yicha: porshenli va rotor-porshenli. Porshenli IYOD larida porshen silindr ichida qaytma-ilgarilanma harakat qiladi. Rotor-porshenli dvigatellarda porshen korpus ichida planetar (murakkab) harakat qiladi.

10.Silindrlarning joylashishi bo'yicha:

- bir qatorli tik, qiya va gorizontal joylashgan;
- ikki qatorli V-shaklida va qarama-qarshi joylashgan.

Silindrlar soni 6 tadan ko'p bo'lmagan kichik va o'rta quvvatli (50-70 kVt gacha) IYOD lar ko'pchiligining silindrlari bir qatorli bo'lib tik va qiya joylashgan. O'rta va katta quvvatli, olti va undan ortiq silindrli IYOD lari ikki qatorli V-shaklida joylashgan silindrlarga ega.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1 IYOD lari deb nimaga aytiladi?
- 1.2 IYOD lar vazifasiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
- 1.3 IYOD lar ishlatiladigan yonilg'i bo'yicha qanday turlarga bo'linadi?
- 1.4 IYOD larida yonuvchi aralashmalar qaerda hosil qilinadi?
- 1.5 IYOD larida issiqlik miqdori qanday usullar bilan rostlanadi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: IYODlarni nazariy va haqiqiy sikllari to'g'risida talabalarda tushuncha hosil qildirish.

2-savol bayoni: Ichki yonuv dvigatellarida issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish murakkab jarayon bo'lib, uning real sharoitda o'tishi termodinamikaning ikkinchi qonunida hisobga olinmagan qo'shimcha yo'qotishlarning paydo bo'lishi bilan bog'liqdir. SHuning uchun sikllarni nazariy sharoitda solishtirib ko'rish kerak, chunki bunda har bir sikl faraz qilingan eng qulay sharoitda o'tadi. Har bir IYOD ning ishchi siklini, ularning o'ziga xos xususiyatlari bo'lishidan qat'iy nazar, quyidagi ikki: nazariy ya'ni faraz qilingan issiqlik mashinasi sharoitida o'tadigan hamda real sharoitda o'tadigan siklga bo'lish mumkin.

Bu ikki siklga asoslangan holda nazariy va haqiqiy (ishchi) sikllar haqida tushuncha kiritish mumkin.

Nazariy sikl yopiq sikl bo'lib, u faraz qilingan issiqlik mashinasida ishchi jism almashtirilmay va uning miqdori o'zgartirilmay amalga oshiriladi. SHu sababli haqiqiy siklni yonish va chiqarish jarayonlari bilan almashtiriladi.

Siqish va kengayish jarayonlari, issiqlikdan foydalanish eng yuqori bo'ladigan adiabatik jarayon bo'yicha o'tadi deb faraz qilinadi. Silindrdagi ishchi jismning issiqlik sig'imini, o'zgarmas deb qabul qilinadi.

Nazariy sikllarni termodinamik hisoblash real dvigatellarning ehtimol tutilgan maksimal quvvati va tejamkorligini aniqlash imkonini beradi. Nazariy sikllar bo'yicha qilinadigan hisoblar, real dvigatelning har bir jarayoni eng qulay sharoitda o'tganda issiqlikdan foydalanish va o'rta bosimning mumkin bo'lgan maksimal miqdorini aniqlashga imkon beradi. Lekin nazariy siklni ishchi silindrda amalga oshirishiga qarab, barcha IYOD larini uchta gruppaga bo'lish mumkin:

- a) o'zgarmas hajmda issiqlik berish siklida ishlaydigan dvigatellar;
- b) o'zgarmas bosimda issiqlik berish siklida ishlaydigan dvigatellar;
- v) aralash issiqlik berish siklida ishlaydigan dvigatellar.

Haqiqiy sikl ochiq sikl bo'lib, u real IYOD larida amalga oshiriladi. Haqiqiy siklni o'rganish uchun real dvigatellarda yoqilg'ining ximiyaviy energiyasini mexanik energiyaga aylantirish bilan bog'liq bo'lgan barcha murakkab masallar kompleksini qarab chiqish kerak.

Har bir ishchi silindrda davriy takrorlanib turuvchi va dvigatelning davomli ishlashini ta'minlovchi jarayonlar ketma-ketligining birikmasiga, IYOD larining haqiqiy (ishchi) sikli deyiladi.

Porshenni tirsakli val o'qidan eng uzoqlashgan nuqtasi yuqori turish nuqtasi deyiladi. Porshenning val o'qiga eng yaqinlashgan nuqtasi chekka turish nuqtasi deyiladi. Porshen yo'li deb, silindr o'qi bo'ylab chekka nuqtalar oralig'idagi masofaga aytiladi, bu tirsakli valning yarim aylanishiga to'g'ri keladi va S harfi bilan belgilanadi.

Ishchi siklning bir qismida, ya'ni porshenning bir yo'lida silindr ichida bajarilgan ishga **takt** deyiladi. Agarda dvigatelning bir ishchi siklning porshenning ikki yo'lida (tirsakli valning bir aylanishida) bajarilsa, bunday dvigatelni **ikki taktli**, agarda porshennito'rt yo'lida bajarilsa **to'rt** taktli dvigatel deyiladi.

Porshen harakatlanganda ishchi silindrdagi porshen usti bo'shlig'ining hajmi doim o'zgarib turadi. Bunda xarakterli hajmlar quyidagilardir:

1. Siqish kamerasining hajmi (V_c) porshen YU.CH.N.da turganda, uning yuqorisida hosil bo'ladigan hajm.
2. Silindrning ishchi hajmi (V_h) porshen YU.CH.N.dan P.CH.N.gacha harakatlanganda bo'shatadigan hajm. Silindrning ishchi hajmi quyidagi formula bilan topiladi:

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} S_p$$

bunda, D -silindrning diametri, dm; S_p -porshen yo'li, dm. Dvigatel silindrlari ishchi hajmlarining yig'indisiga, uning litraji deyiladi va (V_l) bilan belgilanadi.

3. Silindrning to'la hajmi (V_a) P.CH.N.da turgan porshen tubining yuqorisidagi hajmi. Bu hajm o'z navbatida siqish kamerasining hajmi (V_c) bilan silindrning ishchi hajmi (V_h) yig'indisidan iborat, ya'ni $V_a = V_h + V_c$ silindrning to'la hajmini siqish kamerasining hajmi nisbatiga dvigatelning shartli siqish darajasi deyiladi.

Muhokama uchun savollar:

Nima uchun nazariy sikl o'rganiladi?

Nazariy sikl issiqlik mashinasida qanday amalga oshiriladi?

Nazariy siklning ishchi silindrda amalga oshirishiga qarab qanday gruppalariga bo'lish mumkin?

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. IYOD larda nazariy sikllarning to'g'ri tanlashni ilmiy asoslash.
2. Hozirgi zamon IYOD ning ish faoliyatini yaxshilashning optimal usullarini ishlab chiqish.

4-MODUL

11-MAVZU: BUG'-KUCH QURILMALARI.

Asosiy savollar:

1. Issiqlik kuch qurilmalari va uning ish jismi to'g'risida ma'lumot.
2. Bug'-kuch qurilmalarining nazariy sikli.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Bug'-kuch qurilmalari, suv bug'i, Renkin sikli, to'yingan bug', qozon agregati.

Mavzuga oid muammolar:

1. Bug' turbinalari, reaktiv dvigatellar va issiqlik dvigatellari orasidagi o'zaro bog'lanishlar bor deb hisoblash mumkinmi?
2. Issiqlik kuch qurilmalarining sikllari orasidagi bog'lanishlar bor deb qaraladi. Sizning bunga fikringiz qanday?
3. Issiqlik kuch qurilmalarini F.I.K. va issiqlik miqdorlari orasidagi bog'lanishlar to'liq asoslanganmi?

1-savol bo'yicha dars maqsadi: Issiqlik kuch qurilmalari va uning ish jismi to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

1-savol bayoni: Energetikaning birlamchi tabiiy boyliklari-yoqilg'i, suv, shamol va boshqalardan foydalanib, mexanik energiya hosil qiladigan dvigatellar va yordamchi uskunalar majmuasi **kuch qurilmalari** deyiladi. Foydalaniladigan energiya turiga ko'ra issiqlik, gidravlik, atom va shu kabi kuch qurilmalari bo'ladi.

Issiqlik kuch qurilmalari maxsus energetik inshoot bo'lib, u qozon qurilmasi, nasoslar, kondensatorlar, bug' turbinalari, elektr generatorlar, quvurlar va shunga o'xshash asosiy uskunalardan tashkil topgan.

Issiqlik dvigateli issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi qurilmadir. Uning ish sikli termodinamik jarayonga asoslangan. Bu siklda issiqlik kiritiladi, ma'lum miqdordagi ish shu issiqlik hisobiga bajarilgandan so'ng, qoldiq issiqlik miqdori sovitgichga chiqariladi. Sikldagi kiritilgan issiqlik miqdori q_1 albatta chiqarilgan issiqlik q_2 dan katta, ya'ni $q_1 > q_2$ bo'ladi.

Issiqlik dvigatellari asosan bug' mashinasi, bug' turbinasi, IYOD lardan tashkil topgan, IYOD lariga raketa dvigatellarini ham kiritish mumkin. Raketa dvigateli reaktiv dvigateli bo'lib, unga kimyoviy raketa dvigateli (KRD), yadro raketa dvigateli (YARD), elektrodinamik raketa dvigateli (ERD), suyuq yonilg'ili raketa dvigateli (SYORD), qattiq yoqilg'ili raketa dvigatellari (QYORD) kiradi.

Issiqlik energiyasida suv bug'i (suvning gazsimon agregat holatga o'tishi) keng qo'llaniladi. Suv ma'lum temperaturada (tashqi bosimga nisbatan 0S dan yuqori bo'lganda) gazsimon holatga o'tadi, ya'ni bug'lanadi. Tashqi bosim qancha past, ya'ni suv ustidagi havo bosimi kichik bo'lsa, shuncha tezroq bug'lanadi va aksincha.

Texnik ehtiyojlarni ta'minlash uchun zarur bo'lgan suv bug'i bug' qozonlarida tayyorlanadi va aniq parametrlri to'yingan, qizdirilgan, o'ta qizdirilgan bug' darajasiga etkaziladi hamda bug' quvurlari orqali ise'molchiga uzatiladi.

Bug' qozonida hosil qilingan bug' bosimi, temperaturasi imkoni boricha o'zgarmas saqlanadi. SHundagina iste'molchi kerakli miqdordagi suv bug'ini olib ishlab chiqarishni tashkil qila oladi. Suv bug'i hamma turdagi issiqlik elektr markazlarida asosiy ish moddasidan biri hisoblanadi. CHunki suv bug'ini hosil qilish oson, arzon va ekologik jihatdan toza. SHuning uchun kondensatsion elektr stansiyasida, regenerativ issiqlik almashinuvida va shu kabi inshoot va qurilmalarda yoqilg'i yoqilib, asosan suv bug'i hosil qilinadi, so'ngra bu bug' yana qizdirilib, ish bajaradigan darajadagi parametrlargacha etkaziladi.

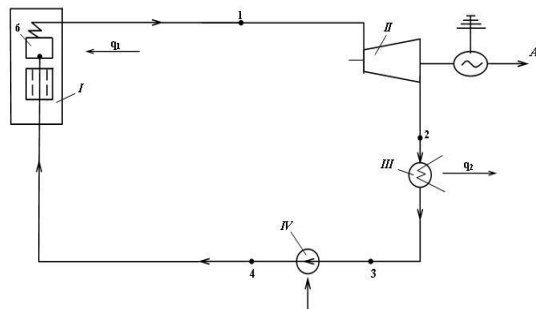
Muhokama uchun savollar:

- 1.1 Issiqlik kuch qurilmalari qanday qismlardan tuzilgan?
- 1.2 Issiqlik energetikasini ish jismi bo'lib nima xizmat qiladi?
- 1.3 Trubina qanday vazifani bajaradi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga bug'-kuch qurilmalarining nazari sili va qozon agregati to'g'risida tushuncha berish.

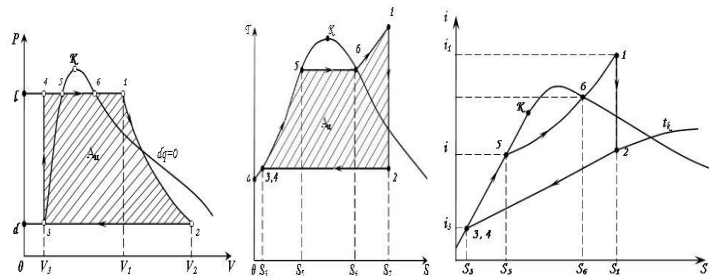
2-savol bayoni: Bug'-kuch qurilmalarining nazariy sikli Renkin sikli hisoblanadi (- rasm).

Renkin sikli quyidagicha kechadi: qozon qurilmasi (I)dan yuqori bosim va temperaturadagi qizdirilgan bug‘ turbinasi (II)ga uzatiladi. SHunda bug‘ tashqaridan ortiqcha issiqlik miqdorini olmasdan ($dq=0$) bug‘ turbinasida kengayish jarayonida foydali ish bajaradi.



8-rasm. Renkin siklining bug‘-kuch qurilmasi.

(nuqtalar 1 va 2 oralig‘ida 9-rasm, a). Turbinada ish bajarib bo‘lgan suv bug‘ o‘zidagi qoldiq issiqlik energiyasini kondensator (III) dan (nuqtalar 2 va 3 oralig‘ida, 9-rasm, a) sovitgichga uzatadi. Bug‘ kondensatsiyalanishi natijasida suvga aylanadi. Tashqi kuch ta’sirida nasos (IV) ishga tushadi va kondensat (hosil bo‘lgan suv) qozon agregatiga uzatiladi (nuqtalar 3 va 4). SHuning uchun diagrammada nuqtalar 3 va 4 oralig‘ida bosim ortadi, hajm o‘zgarmas bo‘ladi.



9-rasm. Renkin siklining PV, TS va IS diagrammalari.

Demak, suv bug‘i ish bajarib bo‘lgandan so‘ng o‘zidagi qoldiq issiqlik energiyasini chiqarib (2 va 4 nuqtalar oralig‘i) bitta izobarik va bitta izoxorik termodinamik jarayonlar orqali o‘zining muvozanat holatiga qaytar ekan.

Real sharoitlarda, nasosdan o‘tgan suv albatta ekonomayzerdan o‘tib, so‘ngra qozon agregatiga quyiladi. Qozon agregati o‘txonalarida yoqilgan yoqilg‘ining yonish mahsuloti tashqariga olib chiqib ketayotgan, foydalanilmayotgan qoldiq issiqlik miqdoridan samarali foydalanish maqsadida, tutun yo‘llariga ekonomayzer o‘rnatiladi.

Tutun o'zidagi qoldiq issiqlikni ekonomayzer orqali o'tayotgan kondensatga beradi va qoldiq issiqlik yana qozon agregatiga qaytariladi. SHunda suv qoldiq issiqlik hisobiga o'z hajmini temperaturasini o'zgarmas bosim ostida o'zgartiradi (4 va 5 nuqtalar oralig'i -rasm, a,b).

Renkin siklida suv bug'ining bajargan ishi 1,2,3,4,5,6,1 nuqtalar bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatidan teng bo'ladi. Suv bug'ining TS diagrammasida bug'ning absolyut temperaturasi bilan uning entropiyasi orasidagi bog'lanish ifodalangan (9-rasm. b). Jarayonning TS diagrammasidan ko'rinib turibdiki, 1 kg bug' bajargan foydali ishning kattaligi Renkin siklining bajargan ishiga teng ekan.

Muhokama uchun savollar:

Bug'-kuch qurilmalari qanday jihozlardan tashkil topgan?

Bug' qozonini F.I.K. issiqlik miqdoriga bog'liq bo'ladimi?

Bug'-kuch qurilmasi qanday energiya turini ishlab chiqaradi?

Glassarii

2. **Kuch qurilmalari-** Energetikaning birlamchi tabiiy boyliklari-yoqilg'i, suv, shamol va boshqalardan foydalanib, mexanik energiya hosil qiladigan dvigatellar va yordamchi uskunalar majmuasi kuch qurilmalari deyiladi.

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. Suv bug'ining iste'molchiga uzatish jarayonini optimal usulini yaratish.
2. Ish bajarib bo'lgan suv bug'ining qoldiq energiyasining ishlatish asoslarini ishlab chiqish.

12-MAVZU: BUG' TURBINALARI.

Asosiy savollar:

1. Bug‘ turbinalarining tuzilishi va ishlash tartibi.
2. Bug‘ turbinalarida kechadigan termodinamik jarayonlar. Bug‘ turbinasining quvvati.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Bug‘ turbinasi, aktiv turbina, reaktiv turbina, turbina rotori, bug‘ turbinasining quvvati.

Mavzuga oid muammolar:

1. Bug‘ turbinalarini ishlash jarayonida tashqi kuch bilan o‘zaro bog‘lanishlarini asoslang.
2. Bug‘ turbinasining ishlash jarayonida termodinamik jarayonlar orasidagi bog‘lanishlarni asoslab bering.
3. Zamonaviy bug‘ turbinalarining F.I.K. ni dvigatel quvvatlari bilan bog‘liqliklarini asoslang.

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Bug‘ turbinalarining tuzilishi va ishlash tartibi to‘g‘risida talabalarga tushuncha berish.

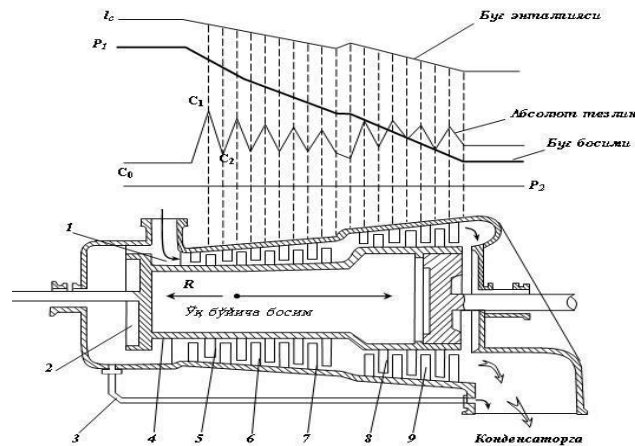
1-savol bayoni: Bug‘ning issiqlik energiyasini bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi **bug‘ turbinasi** deyiladi. Bug‘ energiyasining mexanik energiyaga aylantirishda juda ko‘p olim va ixtirochilar ish olib bordilar. Masalan, ingliz ixtirochisi Jeyms Uatt 1774 yilda ishga yaroqli bug‘ mashinasini, 1766 yilda I.I.Polzunov bug‘ mashinasini qismlarini yasagan edi.

Suv bug‘ining kinetik energiyasining mexanik energiyaga aylantirishni shved muxandisi G.P.de-Laval 1888 yil (birinchi bug‘ turbinasi) isbotladi (10 -rasm).

Bug‘ning potensial energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi bug‘ turbinasi **aktiv turbina** deyiladi. Bug‘ning potensial energiyasi bug‘ni soplada, yo‘naltiruvchi apparatda va kuraklar oralig‘idi tez kengayishidan uning kinetik energiyasining ortishi hisobiga ishlaydigan bug‘ turbinasi **reaktiv turbina** deyiladi. Reaktiv turbinani 1884

yil ingliz muhandisi Parsons yaratgan, uning quvvati 10 ot kuchiga (18 ming *айл/мин*) teng edi.

Keyinchalik bug' turbinalarining nominal quvvati 60 MVt, bosimi 12,8 MPa ga etkazilgan, u ko'pchilik issiqlik elektr stansiyalarida qo'llaniladi. Zamonaviy turbinalarning quvvati 1200 MVt dan oshib ketgan bo'lib, turbina rotorining aylanishlar soni 2000-50000 *айл/мин* oralig'ida.



10-rasm. O'rta quvvatdagi reaktiv bug' turbinalari kesimining sxematika tasviri.

Bug' turbinalari bug'ni xalqasimon kiritilish kamerasi 1, engillashtirish porsheni 2, birlashtiruvchi bug' turbinalari 3, rotor barabani 4, ish kuraklari 5 va 8, yo'naltiruvchi kuraklar 6 va 9, tana 7 dan tashkil topgan. Bug' turbinalari kompressorlarga nisbatan teskari jarayonli issiqlik mashinalari bo'lib, stansionar (issiqlik elektr stansiyalarida) ishlatiladi. SHuningdek bug' turbinalari katta quvvatdagi markazdan qochma havo haydagichlar, kompressorlar va nasoslarni ishlatishda asosiy kuch manbai bo'lib xizmat qiladi.

Muhokama uchun savollar:

Suv bug'ining kinetik energiyasi mexanik energiyaga aylanadimi?

Bug' turbinalari kompressor vazifasini bajara oladimi?

Bug' turbinalarini ishlash jarayonida adiabatik jarayon qanday vujudga keladi.

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Bug' turbinalarida kechadigan termodinamik jarayonlar hamda bug' turbinalarini quvvati to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

2-savol bayoni: Bug‘ turbinalarining hammasiga ham bosim ostidagi yuqori temperaturali bug‘ soplo orqali kiritiladi. Ko‘ndalang kesimi S bo‘lgan soploga kirishdagi bug‘ bosimi R_1 bo‘lsa, undan (soplo, turbina kuraklari) o‘tayotganda hajmining kengayishi hisobiga bug‘ zarrachalarining tezligi ortib, bosimi R_2 gacha tushadi. Bug‘ zarrachalarining boshlang‘ich tezligi S_0 oxirgi bosimi R_2 ga mos keluvchi tezligini S_1 deb qabul qilinadi. Bug‘ning soplo va kuraklardan o‘tish davridagi kengayish jarayonini **adiabatik jarayon** deb qarash mumkin.

Ma‘lumki, adiabatik jarayon tenglamasi:

$$PV^k = const,$$

bunda k -adiabata ko‘rsatkichi bo‘lib, uning qiymati turli xil holatlardagi gaz va bug‘lar uchun o‘zgaradi.

Masalan, mo‘‘tadil temperaturadagi gaz uchun $k = 1,4$; o‘ta qizdirilgan, to‘yingan quruq va to‘yingan nam bug‘lar uchun mos ravishda $k = 1,3$ $k = 1,135$ \hat{a} $k = 1,035 - 0,1\delta$ bo‘ladi (x -bug‘ining quruqlik darajasi).

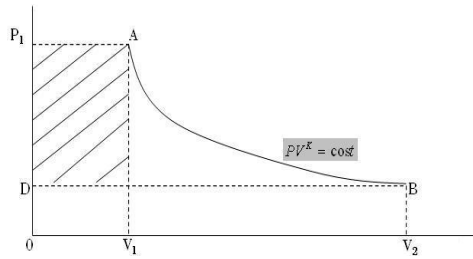
Bug‘ning adiabatik kengayishi PV diagrammadan ko‘rinib turibdiki, bug‘ kengayishi jarayonida uning hajmi V_1 dan V_2 gacha va bosimi R_1 dan R_2 gacha o‘zgaribgina qolmasdan, mos ravishda uning temperaturasi, entropiyasi ham o‘zgaradi (11 -rasm).

Demak, 1 kg bug‘ning egallagan R_1 AV V_2 O R_1 yuzasi bosimning potensial energiyasi bo‘lib, son qiymati jihatidan bug‘ning kinetik energiyasiga teng. Chunki bug‘ soplodan turbina kuraklaridan oqib chiqish jarayonida tezligini biror S_0 dan S_1 gacha o‘zgartiradi. Bu kinetik energiyaning o‘zgarishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{C_1^2}{2g} - \frac{C_0^2}{2g} = S_1, \text{ ябни } S_1 = P_1 A B V_2 O P_1, \quad (56)$$

Bug‘ning adiabatik kengayishida bajargan ishi AV $V_2 V_1 A$ yuza S_2 ga son qiymati jihatidan tengligi asosida adiabatik jarayon tenglamalaridan foydalanib tenglama (56) ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$S_1 = \frac{1}{k-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) \quad (57)$$



11-rasm. Bug‘ning oqib chiqish jarayoni PV diagrammasi.

Bug‘ning soploga oqib kirish tezligini ancha kichikligini, ya‘ni S_{oq0} ekanligini e‘tiborga olsak, u holda

$$\frac{C_1^2}{2g} = P_1 V_1 + \frac{1}{k-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) - P_2 V_2 \quad (58)$$

chunki

$$S = P_1 A B D P_1; \quad S_1 = P_1 A V_1 O P_1;$$

$$S_2 = A B V_2 \cdot V_1 A; \quad S_3 = D B V_2 O P_1$$

bo‘lganligi asosida yuzalarning algebraik yig‘indisi quyidagicha ifodalanadi:

$$S = S_1 + S_2 - S_3 \quad (59)$$

$$\text{Demak, } S_1 = P_1 V_1; \quad S_2 = \frac{1}{k-1} (V_1 P_1 - V_2 P_2); \quad S_3 = P_2 V_2$$

YUqoridagi tenglamani soddalashtirib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{C_1^2}{2g} = \frac{P}{k-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) \quad (60)$$

Issiqlik dvigatellaridan bug‘ trubinasi ishi ham kuraklarda uyg‘otilgan indikator (ichki) va rotor valida hosil bo‘lgan effektiv quvvatlar orqali ifodalanadi. Ma‘lumki, trubinaning effektiv quvvati N_{ef} uning indikator N_1 quvvatidan mexanik isroflar qiymati kattaligicha kichik bo‘ladi.

Bug‘ trubinasi nisbiy indikator FIK ni uning ichki isroflari hisobga olinganda, quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\eta_i = \frac{N_1}{N_0} \quad (61)$$

Xuddi shunga o'xshash mexanik isroflar ham hisobga olinadigan mexanik, ya'ni trubina validagi (effektiv) quvvatni ichki quvvatga nisbati bilan o'lchanadigan, FIK quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_{\text{Mex}} = \frac{N_{\text{эф}}}{N_1}. \quad (62)$$

Zamonaviy bug' trubinalarining η_i va η_{Mex} mos ravishda 0,7 – 0,88 va 0,99 – 0,995 atrofida bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

Bug' turbinasini ishi qanday xususiyatlar bilan ifodalanadi.

Bug' turbinasini ishlash davrida isrofgarchilikni oldini olish uchun qanday ishlar qilinadi.

Bug' turbinasida qachon kritik holat vujudga keladi.

Mavzu bo'yicha echimi kutilayotgan ilmiy muammolar:

1. Bug' turbinalari soplo devoriga suv bug'ining ishqalanishini kamaytirishni tadqiq qilish.
2. Bug' turbinasida ish bajarib bo'lgan bug'ning oqib chiqishdagi tezligining kamayish sabablarini asoslash.

13- MAVZU: GAZ TURBINALARI.

Asosiy savollar:

1. Gaz turbinasining tuzilishi va ishlash tartibi.
2. Gaz turbinalari qurilmalarida kechadigan termodinamik jarayonlar.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Gaz turbinasi, aktiv, reaktiv, gaz turbinasi qurilmasi, siqish, ortish, kengayish, pasayish. qisqarish.

Mavzuga oid muammolar:

1. Gaz turbinalarining ish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish.
2. Gaz turbinalari qurilmalarida hosil bo'ladigan siqish va kengayish jarayonlari orasidagi bog'lanishlarni izohlab bering.
3. Gaz turbinalarida kechadigan sikllar orasidagi o'zaro bog'lanishlar.

1-savol bo'yicha dars maqsadi: Gaz turbinalari va ularning ishlash tartibi to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

1-savol bayoni: YUqori bosim va temperatura ostida yonish mahsuli (gaz) energiyasini kuraklar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi gaz turbinasi deyiladi.

Aktiv va reaktiv gaz turbinalari bo'ladi. Gaz turbinalari gaz dvigatellariga mansub bo'lib, ish moddasining yoqilish uslubga ko'ra $v \text{ } q \text{ } const$, $p \text{ } q \text{ } const$ va aralash hamda bosqichli bo'ladi.

Gaz turbinasi soplo apparatining ketma-ket joylashgan qo'zg'almas (yo'naltiruvchi) kurak tojlari va uning oqim kesimini hosil qilinadigan ish g'ildiragining aylanuvchi tojlaridan tashkil topgan. Odatda gaz turbinalar ko'p bosqichli bo'lib, quvvat 100 MVt dan katta bo'ladi.

Gaz turbinasi gaz turbinalarining asosini tashkil etadi va issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirishda keng qo'llaniladi. Gaz turbinalari ham bug' turbinalariday bo'lib, faqat ularda bug' o'rniga yonish mahsuloti-tutun asosiy ish jismi hisoblanadi. Gaz turbinasida gaz zarralarining kinetik energiyasi mexanik energiyaga aylanadi. Tutun gazlari bosimining potensial energiyasi soploda kinetik energiya rotorning mexanik energiyasiga aylanadi.

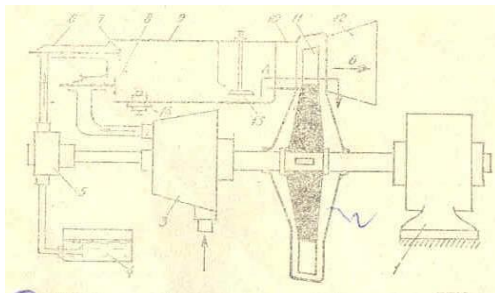
Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Gaz turbinalari qanday qismlardan tashkil topgan?
- 1.2. Gaz turbinalari necha bosqichli bo'ladi?
- 1.3. Gaz turbinasini asosini nima tashkil etadi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Gaz turbinalari qurilmalarida kechadigan termodinamik jarayonlar to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

2-savol bayoni: Gaz turbinasining tarkibiy qismi yonish kamerasi 6, yonish mahsuloti oqimidagi issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gaz turbinasi 2, atmosfera havosini so'rib va siqib uzatuvchi kompressor 3, yoqilg'i nasosi 5 va bak 4, elektr generatori 1 va soplo 12, yonish kamerasi 9, va boshqa yordamchi qismlardan tashkil topgan.

Tuzilishi va yoqilg'ining yonish uslubiga ko'ra: gaz turbinasi qurilmasi (GTQ) tarkibiga elektr svecha, ish moddasi (havo va yoqilg'i) ni yonish kamerasiga kiritish hamda yonish mahsulotini kameradan chiqarish klapanlari, regeneratsiya bo'lmai, birlamchi va ikkilamchi bosqichli yonish kameralari hamda turbinalari shuningdek, ikkilamchi kompressor kiradi. GTQ larda ish moddasini yoqish uslubiga ko'ra $q \text{ const}$, $p \text{ q const}$ va aralash bosqichli bo'ladi.



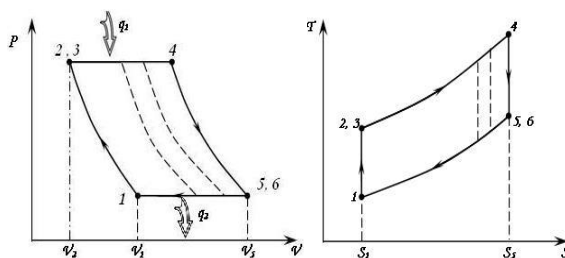
12-rasm. YOqilg'i $r = \text{const}$ bo'lganda yoqiladigan GTQ ning sxemasi.

1-elektr generator; 2-gaz turbinasi; 3-havo kompressori; 4 va 5-yoqilg'i baki va nasosi; 6-yoqilg'i turbasi; 7- forsunka; 8-siqilgan havo turbasi; 9-yoqilg'i kamerasi; 10- yonish mahsuloti oqimini yo'naltiruvchi apparat 2-gaz turbinasi kuraklari; 12-soplo.

Gaz turbinasi qurilmasidagi turbina, elektr generatori, havo kompressori va yoqilg'i nasosi yagona umumiy valda joylashtiriladi. Ish yoqilg'isining $v \text{ q const}$ da yonadigan GTQ siklidagi termodinamik jarayonlarni ko'rib chiqamiz.

Atmosfera havosi kompressor 3 ga so'rilib unda siqiladi (PV diagrammada 1 va 2 nuqtalar oralig'i) va aniq parametrga (T, P, V) ga ega bo'lgandan keyin avval havoni kiritish, keyin yoqilg'ini kiritish, klapanlari ochilib yonish kamerasiga plos ravishda,

siqilgan havo va yoqilg'i uzatiladi. SHunda hosil bo'lgan ish yonilg'isiga tashqaridan q_1 issiqlik miqdori kiritiladi, ya'ni svecha kontaktlari orasida elektr uchquni chaqnaydi. SHu elektr uchquni q_1 issiqlik manbai hisoblanadi va ish yoqilg'isini yondiradi.

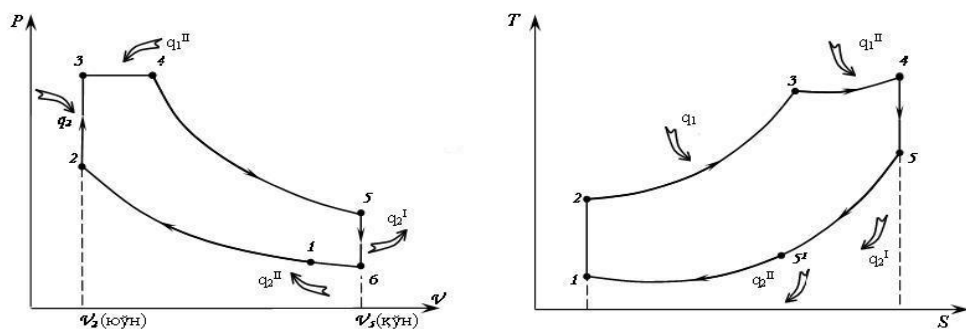


13 – rasm. Issiqlik $v = \text{const}$ bo'lganda uzatiladigan GTQ siklidagi termodinamik jarayonlarining RV va TS diagrammalari.

Bu yonish natijasida yonish kamerasidagi bosim keskin ortadi (RV-diagrammada 2 va 3 nuqtalar oralig'i). Ish yonilg'isi to'la (kamida 95%) yonganidan so'ng uning temperaturasi 2300 K ga ko'tariladi, shunda yonish kamerasidagi bosim eng yuqori qiymatga etadi. Ana shundagina yonish mahsulotini gaz turbinasi kuraklariga yo'naltiruvchi kanalda joylashgan chiqarish klapni ochiladi. SHunda yonish mahsuloti temperaturasi 1000-1400 K gacha pasaytirish maqsadida unga mahsus yo'llar orqali sovuq havo uzatiladi. Hosil bo'lgan aralashma katta bosim ostida turbina kuraklariga ta'sir ko'rsatib uning roktorini aylatiradi, ya'ni issiqlik energiyasi mexanik energiyasiga aylanadi.

Issiqlik mashinalari sikli tahlil qilinsa ularda kechadigan jarayonlar shartli sikl qismlaridan tashkil topadi va ularning diagrammalari RV va TS koordinatalarida ifodalanadi. Siklning termik f.i.k. ni aniqlashda umumlashtirilgan sikl diagrammalaridan foydalaniladi. Masalan: ish jismining siqilishi adiabatik jarayon ($dq = 0$) deb ish jismiga issiqlik miqdori (q va d_1') $v = q \text{ const}$ yoki $p = q \text{ const}$ bo'lganda hamda ketma-ket avval izoxorik keyin izobarik jarayonlarda keltiriladi deb qaraladi.

Ish jismining ish bajarishi uchun uning kengayishi adiabatik ($dq = 0$) jarayon deb qaraladi. Umumlashtirilgan sikl parametrlari tavsifi quyidagicha belgilab olinadi. (14-rasm)



14-rasm. Issiqlik kuch mashinalarining umumlashgan termodinamik siklining RV va TS diagrammalari.

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} - \text{siqish darajasi;}$$

$$\lambda = \frac{P_3}{P_2} - \text{bosimning ortish darajasi,}$$

$$\rho = \frac{V_1}{V_2} - \text{hajmning dastlabki kengayish darajasi,}$$

$$\lambda_p = \frac{P_5}{P_6} - \text{bosimning pasayish darajasi,}$$

$$\varepsilon_v = \frac{v_6}{v_1} - \text{hajmning kiskirish darajasi}$$

$$q_1 = q_1^I + q_2^{II} - \text{umumlashga sikldagi 1kg ish jismiga keltirilgan issiqlik miqdori.}$$

$$q_2 = q_1^I + q_2^{II} - \text{umumlashgan sikldagi 1 kg ish jismining sovitgichga uzatgan issiqlik miqdori.}$$

Sikldagi ish moddasining issiqlik sig'imi va holatlardagi temperaturalar orqali issiqlik miqdorlari q_1 va q_2 ni ifodalash mumkin.

$$\begin{aligned} q_1 &= c_v(T_3 - T_2) + c_p(T_4 - T_3) \\ q_2 &= c_v(T_5 - T_6) + c_p(T_6 - T_1) \end{aligned} \quad (63)$$

Umumlashgan siklning bajargan ishi q_1 va q_2 ayrmasidan topiladi.

$$A = q_1 - q_2 = c_v T_1 \cdot \varepsilon^{k-1} \left[(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1) - \frac{\varepsilon_v}{\varepsilon^{k-1}} (\lambda_p - 1) - \frac{K}{\varepsilon^{k-1}} \cdot (\varepsilon_v - 1) \right] \quad (64)$$

yoki

$$A = \eta_t \cdot q_1 = \eta_t \cdot c_v T_1 \cdot \varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)] \quad (65)$$

YUqoridagi umulashgan sikl tenglamalarini aniq siklga tadbiq etib, shu o'rganilayotgan sikldagi η_t va A ni aniqlash mumkin.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Gaz turbinalarida qanday termodinamik jarayonlar vujudga keladi?
- 2.2. Qanday holatda gaz turbinalarini ishga tushurish mumkin?
- 2.3. Gaz turbinalarini sikli qachon o'zgaruvchan bo'ladi?

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. Gaz turbinalarining ish jismi tarkibini to'g'ri tanlashni asoslash.
2. Hozirgi zamon gaz turbinalarida kechadigan jarayonlar asoslarini ishlab chiqish.

14- MAVZULAR: ISSIQLIK KUCH QURILMALARI.

Asosiy savollar:

1. Issiqlik elektr stansiyalari haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Kondensatsiyali elektr stansiyasi (KES).
3. Issiqlik elektr markazi (IEM).
4. Atom elektr stansiyasi (AES).

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Issiqlik elektr stansiyasi, kondensatsiyali elektr stansiyasi, issiqlik elektr markazi, issiqlik ta'minoti, atom elektr stansiyasi, regeneratsiya.

Mavzuga oid muammolar:

1. Issiqlik elektr stansiyalarining ish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar o'rtasidagi bog'lanishlar to'liq o'rganilgan deyish mumkinmi?

2. Kondensatsiyali elektr stansiyasini F.I.K. oshirishda unga ta'sir qiluvchi faktorlar to'liq o'rganilgan. Bu to'g'rimi? Bunga sizning munosabatingiz qanday?

1-savol bo'yicha dars maqsadi: Issiqlik elektr stansiyalarini xalq xo'jaligidagi roli to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

1-savol bayoni: «Organik yonilg'i yonganida ajraladigan issiqlik energiyasini o'zgartirish natijasida ham issiqlik, ham elektr energiyasi ishlab chiqaradigan inshoot issiqlik elektr stansiyasi deyiladi»

I.E.S. ish yonilg'isining turiga ko'ra: qattiq, suyuq, gazsimon va aralash yonilg'ilarida ishlaydigan stansiyalar; issiqlik dvigatellarining turiga ko'ra: bug' turbinali, gaz turbinali, IYOD li stansiyalar, gaz iste'molchiga uzatadigan energiyasi turiga qarab; kondensatsiyali elektr stansiyalari va issiqlik elektr markazlari; quvvat berish uslubiga muvofiq: asosiy ta'minlovchi (yil davomida uzluksiz ishlaydigan) va tig'iz (energiyani iste'mol qilish ortganida keskin ishlaydigan) stansiyalar bo'ladi. I.E.S. larga atom, gelio, geotermik elektr stansiyalarini ham shartli ravishda kiritish mumkin.

I.E.S. lar hozirgi kunda asosiy elektr manbai hisoblanib, ular aholi zich yashaydigan joylarda, og'ir va engil sanoat, metallurgiya zavodlari joylashgan joylarda ko'proq quriladi. I.E.S. larga dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 80% to'g'ri keladi.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Issiqlik elektr stansiyasi deb nimaga aytiladi?
- 1.2. Issiqlik elektr stansiyalar qanday yoqilg'ida ishlaydi?
- 1.3. Issiqlik elektr stansiyalari energiyani uzatish turiga qarab qanday turlarga bo'linadi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Kondensatsiyali elektr stansiyalar to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

2-savol bayoni: KES faqat elektr energiyasini ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'lib, aholi yashaydigan nuqtalarda, sanoat markazlarida va yoqilg'i qazib olinadigan

joylarda quriladi. GRES lar ko‘plab qurilgan bo‘lib, xozirgi kunda IES lar ishlab chiqaradigan elektr energiyasining 2/3 qismi ularga to‘g‘ri keladi.

GRES larning quvvati juda katta. Masalan: Ekibastus ko‘mir havzasida qurilgan stansiyaning bir guruhi 4000 MVt Sirdaryo GRES o‘nta blokdan iborat bo‘lib, ular 3000 MVt elektr energiyasini ishlab chiqaradi.

GRES lar bug‘ining bosimi kritik bosimdan (22MPa) yuqori bo‘lgan bosimlarda ishlaydi. Quvvati 250-300 MVt bo‘lgan turbinalar kritik bosimdan yuqori bo‘lgan bosimlar (24MPa) da ishlaydi. Bug‘ning boshlang‘ich bosimi 13-14 MPa temperaturasi $T_q 830-850\text{ K}$ bo‘ladi. Takomillashgan KES larda bug‘ning parametrlari $R_q 16-25\text{ MPa}$, $T_q 800-900\text{ K}$ ga etadi.

KES lar asosan blokli bo‘ladi, ya’ni bug‘ generatori va turbinasi elektr generatori bilan birga energiya bloki deb yuritiladi. KES lar issiqlik energiya markaziga nisbatan ancha sodda va iqtisodiy jihatdan samaralidir. KES olarning o‘ziga sarflanadigan energiyani hisobga olmaganda brutto f.i.k. quyidagicha ifodalanadi.

$$\eta_{op} = \frac{W_y}{q_c} = \frac{W_y}{B \cdot q_{\kappa \cdot \tilde{e}}}, \quad (66)$$

bunda W_e -vaqt birligida elektr generator ishlab chiqargan energiya,

q_c - vaqt birligida stansiya sarflagan issiqlik miqdori, kJ;

V-vagt birligidagi yonilg‘i sarfi, $q_{\tilde{e}}$ - yoqilg‘ining kuyi yonish issiqligi kJ/kg.

Amalda, elektr energiyasi kVt.soatlarda o‘lchanishi (1kVt. soat q 3600 kJ) e’tirof etilgan holda η_{bp} ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\eta_{bp} = \frac{3600}{q_c} \cdot W_y \quad (67)$$

KES larning f.i.k. 30% atrofida bo‘lib, juda ko‘p energiya kondensatordan sovitgichga (daryo, hovuz, dengiz suviga) chiqariladi.

Muhokama uchun savollar:

2.1 Kondensatsiyali elektr stansiyalar qaerlarda quriladi?.

2.2 Kondensatsiyali elektr stansiyalarda bug'ning boshlang'ich bosimi qancha bo'ladi?

Kondensatsiyali elektr stansiyasini f.i.k. necha foizga teng?

3-savol bo'yicha dars maqsadi: Issiqlik elektr markazi to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

3-savol bayoni: Issiqlik elektr markazi bir vaqtning o'zida ham issiqlik, ham elektr energiyasi ishlab chiqaradigan stansiyalar bo'lib ular katta sanoat markazlarida quriladi. IEM larda yoqiladigan yoqilg'i issiqligidan ikki hil (issiqlik va elektr) energiya ishlab chiqarish yo'li bilan ulardan samarali foydalaniladi.

Bug' turbinasida ish bajarib bo'lgan bug'dagi qoldiq issiqlik miqdoridan issiqlik almashinish yoki ma'lum issiqlik miqdorini qozon agregatiga qaytarish hamda regeneratsiya usullari orqali undan to'laroq foydalaniladi.

Bu qoldiq issiqlik isitish tarmoqlarida suv va hovoni isitishga sarflanadi. Ayrim hollarda kondensatordagi issiqlik almashinish usuli bilan isitish (kondensatordagi) tarmoqlaridagi suvni qizdirishda foydalaniladi. Kondensatorda issiqlik almashinuvi orqali qizdirilgan suvning temperaturasi 350-360 K ga etadi.

Issiq suvga va bug'ga iste'molchilarda talab katta bo'lganida kondensator ishlatilmaydi. Turli-tuman issiqlik almashinuvi asboblari (suv isitgichlar, kaloriferlar, bug'latgichlar va boshqalar) kondensator vazifasini bajaradi va hosil bo'lgan kondensat imkoniyati boricha IEM ga qaytariladi.

«Markazlashtirilgan issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlash issiqlik ta'minoti deb ataladi». Katta sanoat va metallurgiya markazlaridagi umumiy issiqlik energiyasining 90% ni IEM lar beradi.

Zamonaviy IEM lari 1 kVt.soat energiya ishlab chiqarishga 350 g yoqilg'i sarflaydi. SHuning uchun ishlab chiqariladigan 1kVt.soat elektr energiyasi 0,6-1 tiyin atrofida bo'lgan. 1 Gigajoul issiqlik energiyasining narxi IEM lar uchun 0,5 so'mga to'g'ri kelgan.

IES lar mamlakani elektrlashtirishda va issiqlik ta'minotini rejalashtirishda yoqilg'idan to'g'ri foydalanib elektr va issiqlik energiyalari ishlab chiqarishda ular asosiy manbalar bo'lib qoladi.

Muhokama uchun savollar:

- 3.1 Issiqlik elektr markazi qanday joylarda quriladi?
- 3.2 Issiqlik elektr markazining vazifasi nimadan iborat?
- 3.3 Issiqlik ta'minoti deb nimaga aytiladi?

4-savol bo'yicha dars maqsadi: Atom elektr stansiyalari to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

4-savol bayoni: Hozirgi kunda jahon energetikasida neft va gazning ulushi 50% atrofida, ko'mirning 35% ni tashkil etadi, qolgan 15% energiya gidro, atom va boshqa elektr stansiyalariga to'g'ri keladi.

AES atom energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi stansiya bo'lib, u atom reaktori, past va yuqori bosimli regenerator, past va yuqori bosimli bug' turbinalar, kondensator, elektr generator va boshqa yordamchi uskunalar hamda avtomatik nazorat-o'lchash asboblari va boshqarish sistemalaridan tashkil topgan.

AES larda atom reaktorida kechadigan zanjirli yadro reaksiyasi vaqtida asosan uran-233, uran-235, plutoniy-239 atomlari yadrolarining parchalanishi natijasida issiqlik energiyasi ajraladi. YAdro reaksiyasida ajralgan issiqlik miqdori issiqlik tashuvchi (geliy, og'ir suv, suyuq natriy) ga uzatiladi. U birinchi berk kontrda, ya'ni reaktor va tashqi issiqlik almashtirgiya oralig'ida nasos yordamida majburiy xarakatlantiriladi.

Atom elektr stansiyalarinig suv-suv energetik reaktori (SSER), suyuq metalli energetik reaktori (SMER) mavjud bo'lib, ular suv, suyuq metal va suyultirilgan gazlar bilan sovitiladi.

Energetikada, transportda va kosmonavtikada issiqlik energiyasining manbai sifatida har xil quvvatdagi atom reaktorlari qo'llaniladi. Atom reaktorlarining ish moddasi yadro yoqilg'isi bo'lib, ularga zanjirli reaksiya vaqtida parchalanadigan tabiiy

uran-235 (issiqlik neytronlarida parchalanadi) va sun'iy uran-233, plutoniy-239, (tez neytronlarda parchalanadi) kiradi.

Sun'iy yadro yoqilg'isining hom ashyosi deganda toriy-232 va uran-238 tushuniladi. YAdro kuch qurilmalarining asosini atom reaktori tashkil etadi. YAdro kuch qurilmalari elektr energiyasini ishlab chiqarishda (AES) muzyorar, suv osti kemalarida, samalyotlarda, lokomativlarda, yadro reaktiv dvigatellarida qo'llaniladi.

Zamonaviy AES larda 1 mln kVt.soat elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun o'rtacha 200 g uran elementi yadro reaksiyasi vaqtida yoqiladi. Xuddi shuncha miqdordagi elektr energiyasii IES ishlab chiqarish uchun taqriban 400 t ko'mir yoqish kerak bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

- 4.1. Atom elektr stansiyasining ish jismi nimadan iborat?
- 4.2. Atom elektr stansiyasi qanday sistemalardan tashkil topgan?
- 4.3. Atom elektr stansiyalarida issiqlik energiyasi qanday hosil bo'ladi?

Mavzu bo'yicha echimini kutayotgan ilmiy muammolar:

1. Kondensatsiyali elektr stansiyalarining F.I.K. oshirish mezonlari to'liq ishlab chiqarilganmi? Bunga sizning munosabatingiz qanday?
2. Issiqlik elektr markazlarida ishlab chiqarilayotgan energiyadan samarali foydalanishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish.
3. Atom energiyasidan foydalanishning samarali usullarini ishlab chiqish.

15- MAVZULAR: SOVITGICH QURILMALAR.

Asosiy savollar:

1. Sovutgich qurilmasi va uning ish siklidagi termodinamik jarayonlar.

2. Havo bilan sovitish qurilmasi.
3. Siqilgan bug‘ bilan sovitish qurilmasi.
4. Bug‘ oqimli sovitish mashinasi.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar: Sovitgich, atmosfera havosi, kompressor, siqilgan bug‘, sovitish agenti, bug‘latgich, kondensator, rostlovchi ventily, suv bug‘i.

Mavzuga oid muammolar:

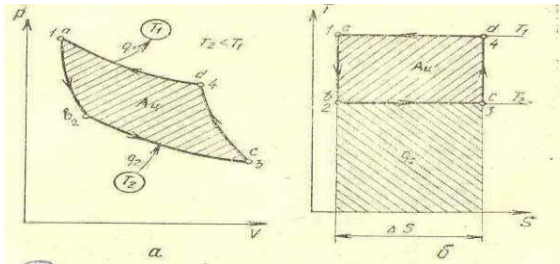
1. Sovutgichlardagi ish jismi xajmini kengayib borishini temperaturaga bog‘liqligi to‘liq o‘rganilgan deyish mumkinmi? Bu fikrga sizning munosabatingiz qanday?
2. Havo bilan sovitish qurilmasini ish jarayoniga ta’sir qiluvchi omillar asoslang. Siz bunga nima deysiz?
3. Suv bug‘ini sovitish qurilmasining ish unumdorligiga bog‘liqligi to‘liq aniqlangan deb hisoblash mumkinmi?

1-savol bo‘yicha dars maqsadi: Sovutgich qurilmasining ish jarayonida kechadigan termodinamik jarayonlar to‘g‘risida talabalarga tushuncha berish.

1-savol bayoni: Sovitgichlarda ish jismi temperaturasining atrof-muhit temperaturasidan past bo‘lib, jismdan issiqlik miqdori tashqi muhitga chiqariladi. Bu mashinalarada sovuq elitgich sifatida suv, sho‘r suv ($-21,4^{\circ}\text{S}$), kalsiy xlorid (-55°S), etilenglikol (-70°S), xladon ($-96,7^{\circ}\text{S}$) va sh.k. moddalardan foydalaniladi.

Sovitish mashinalarining sikli **Karno** sikliga teskari bo‘lgan sikldir. Karno sikliga teskari bo‘lgan sikl sovutgich mashinalarining ideal sikli bo‘lib, bu siklga sovutgich mashinalaning real sikllari solishtirilib, ularning iqtisodiy samaradorligi aniqlanadi. Karnoning sovitish sikli (15-rasm) dan ko‘rinib turibdiki, sovutuvchi moddaga issiqlik miqdori sovutiluvchi jismdan izoterma ($T = \text{const}$) bo‘yicha uzatiladi (2 va 3 nuqtalar oralig‘i). Bu jarayon davomida ish jismi (real sharoitda suv bug‘i, ammiak, karbonat angidrid, freon-12 sh.k.) bosimi o‘z hajmini oshirishi hisobiga pasayadi.

Ish jismi hajmi kengayib borgan sari uni temperaturasi, ya'ni ish jismi soviydi. SHundan so'ng ish jismi adiabatik siqiladi va ma'lum miqdorda ish bajariladi hamda ish jismi temperaturasi ko'tariladi, ($dj \approx 0$) ya'ni isiydi (3 va 4 nuqtalar oralig'i).



15 – rasm. Karno sovitish siklining PV va TS diagrammalari.

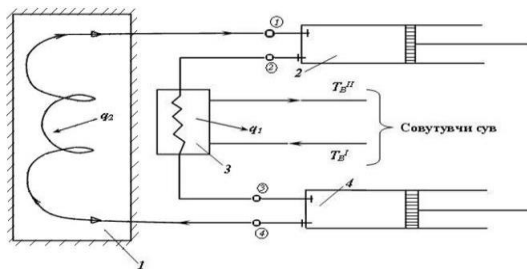
Isigan ish jismini izotermik siqish jarayonida 4 va 1 nuqtalar oralig'i, undan q_1 issiqlik miqdori muhitga chiqadi. Siqish taktining oxirida ish moddasi katta bosimga va kichik hajmga ega bo'ladi (1 nuqtada). SHundan so'ng ish jismi adiabatik kengayadi (1 va 2 nuqtalar oralig'i) va keskin soviydi. Natijada tashqi muhitdagi ortiqcha issiqlik miqdorini yutadi.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Sovutgich qurilmasi qanday vazifani bajaradi?
- 1.2. Sovutgichni ish jismi nima?
- 1.3. Sovutgichlarda Karno sikli nima uchun teskari sikl hisoblanadi?
- 1.4. Sovutgichlardan qanday holatda issiqlik tashqi muhitga chiqadi?

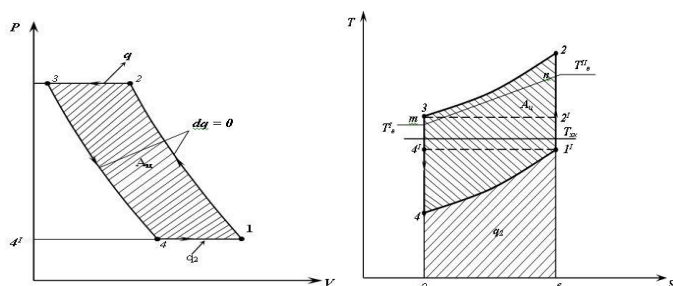
2-savol bo'yicha dars maqsadi: Havo bilan sovitgich qurilmasi ish jarayoni to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

2-savol bayoni: Havo bilan sovitish qurilmasining asosiy ish jismi atmosfera havosi hisoblanadi. Bunday sovitish qurilmasi sovitish xonasi 1, kompressor 2, issiqlik almashtirgich 3 va pnevmatik (havo) dvigatel 4 dan tashkil topgan (16-rasm).



Sovutish siklining bajargan ishi 1-2-3-4-1 nuqtalar bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatidan teng, ya'ni

$$A_s = q_1 - q_2$$



16-rasm. Havo bilan sovitish qurilmasi.

Havo bilan sovitish mashinasining sikli quyidagicha kechadi: kompressor 2, sovitish xonasi 1 dagi T_1 temperaturali havoni so'radi va shu havoni adiabatik siqib chiqarish klapani 2 orqali issiqlik almashtirgich 3 ga haydaydi. Havoning kompressordan chiqishdagi temperaturasi sovituvchi suv temperaturasidan yuqori bo'ladi. SHuning uchun issiqlik almashtirgichidan q_1 issiqlik miqdori siqilgan havodan suvga o'tadi, natijada havo soviydi. Bu sovitilgan havo pnevmatik dvigatelga klapan 3 orqali xaydaladi va unda adiabatik kengayib musbat ish bajaradi. Adiabatik kengayish jarayonida pnevmatik dvigateldagi havo soviydi va uning temperaturasi sovitish xonasi 1 dagi temperaturadan past bo'ladi. Sovuq havo pnevmatik dvigateldan sovitish xonasi 1 ga haydaladi. U erda ortiqcha issiqlik miqdori q_2 ni yutadi. Sovitish xonasi 1 dagi jism soviydi.

Kompressorda havoni siqish uchun sarf bo'lgan ish miqdori 4'-1-2-3'-4' nuqtalar (PV diagramma) bilan chegaralangan yuzaga, pnevmatik dvigatelda havoning kengayishida bajargan ish miqdori 3-3'-4-4'-3 nuqtalar (PV diagramma) bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatidan teng bo'ladi. Siklning bajargan ishi kompressordagi manfiy va

pnevmatik dvigateldagi musbat ishlarning ayirmasiga, ya'ni 1-2-3-4-1 nuqtalar bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatidan teng bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

Havo bilan sovitish qurilmasini ish jismi nima?

Havo bilan sovitish qurilmasi qanday qismlardan tuzilgan?

Havo bilan sovitish qurilmasi qanday ishlaydi?

Kompressor qanday vazifani bajaradi?

3-savol bo'yicha dars maqsadi: Siqilgan bug' bilan sovitish qurilmasi to'g'risida talabalarga tushuncha berish.

3-savol bayoni: Bug' holatiga o'tuvchi gazlar moddani siqib sovituvchi mashinalarning asosiy ish jismi bo'lib, quyidagi talablarga javob berishi kerak:

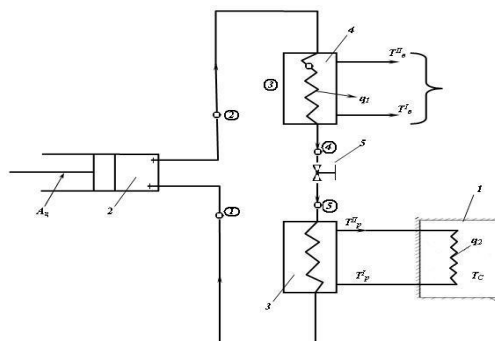
a) vakuumda bog'lanish yuz bermasligi va tashqaridan sovitish xonasiga havo so'rilmasligi uchun noldan past bo'lgan manfiy temperaturalarda to'yinish nuqtasiga ega bo'lgan sovitish agenti bug'ining bosimi atmosfera-bosimidan kichik bo'lmasligi kerak;

b) siqish kamerasidagi bosim kichik bo'lishi talab qilinadi;

v) past temperaturalarda tez va ko'p bog'lanadigan, ya'ni hajmiy sovuqlik ishlab chiqarishi yuqori bo'lishi shart;

g) suyuqlikning issiqlik sig'imi past bo'lishi talab qilinadi.

Siqilgan gaz bilan sovitadigan mashina sovitish xonasi 1, kompressor 2, bug'latkich 3, kondensator 4 va rostlovchi ventil 5 dan tashkil topgan (17-rasm).



17-rasm. Siqilgan bug‘ bilan sovitish mashinasi.

Muhokama uchun savollar:

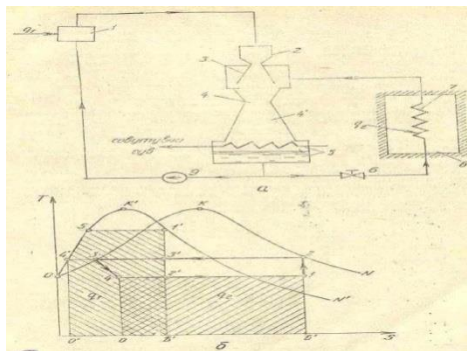
- 3.1 Siqilgan bug‘ bilan sovitish qurilmasi qanday vazifani bajaradi?
- 3.2 Sovitish qurilmasi qanday qismlardan tashkil topgan?
- 3.3 Qurilma qanday ishlaydi?
- 3.4 Qurilmaning asosiy ish jismi nima?

4-savol bo‘yicha dars maqsadi: Bug‘ oqimli sovitish mashinasi to‘g‘risida tushuncha berish va uning ish jarayonlarini o‘rgatish.

4-savol bayoni: Suv bug‘i asosiy ish jismi sifatida suv oqimli sovitish mashinalarida ishlatilishi mumkin. Bunday bug‘ keskin kengaytganda sovish hodisasidan foydalaniladi. Agar oddiy suv o‘rniga sho‘r suvdan foydalanilsa, u holda $21,4^{\circ}\text{S}$ gacha bo‘lgan temperaturani atrof-muhit temperaturasiga nisbatan tushirish mumkin bo‘ladi. Chunki anashu temperaturada sho‘r suv tuzlay boshlaydi.

Bug‘ oqimli sovitish mashinasi bug‘ qozoni 1, ejektor oqimli nasos 2 (ejektor o‘z navbatida Laval soplosi 3 va konfuzor diffuzor 4 dan iborat), kondensator 5, drosellash ventili 6, bug‘lagich 7, sovitish xonasi 8, kondensat nasosi 9 dan tashkil topgan (18 - rasm).

Bug‘ oqimli sovitish mashinasining ish sikli quyidagicha: qozon 1 dan bug‘ oqimi ejektorga oqib kiradi, u erdan de-Laval soplosi 3 orqali o‘tayotganda o‘z parametrini (P,V,T) o‘zgartirishi natijasida bug‘ oqimi zarralarining tezligi tovush tezligidan katta bo‘ladi. Bug‘ bunday kengaygandan so‘ng ejektorning aralashtirgich qismiga bug‘latgich dan so‘rilgan temperaturasi pastroq bug‘ bilan birgalikda konfuzor 4 da adiabatik siqiladi (1-2 nuqtalar oralig‘i). Bu siqilgan aralashmaning temperaturasi uning ichki energiyasi hisobiga ortadi. Bundagi siqilish kompressordagiday bo‘ladi. Konfuzordan chiqqan aralashma diffuzor 4 da birdan kengayib soviydi. Bu sovish jarayoni kondensatorda davom etadi.



18-rasm. Bug' oqimli sovitish qurilmasi.

Kondensatning ma'lum qismi drosellash ventilida katta hajmga o'tishda kengayib soviydi (3-4 nuqtalar oralig'i) va sovitish xonasi 8 dagi bug'latgich 7 ga o'tadi. O'z navbatida, unda bog'lanib soviydi va sovitish xonasi 8 da joylashgan jismlardagi ortiqcha issiqlik miqdorini yutadi, jismlar esa soviydi. Bug'latgichdagi sovitgichga jismlardagi q_zissiqlik miqdori izotermik keltiriladi va sovituvchi modda (bug') hajmi ortadi. Bug' qozonida uzluksiz bug' hosil bo'lishi uchun ejektorga uzatilgan bug' miqdoriga teng bo'lgan kondensat suyuqlik nasosi 9 orqali qozonga haydaladi.

Muhokama uchun savollar:

- 4.1. Bug'-oqimli sovitish qurilmasi qanday vazifani bajaradi?
- 4.2. Qurilmani ish jismi nima?
- 4.3. Qurilma qanday qismlardan tuzilgan?
- 4.4. Kondensator qanday vazifani bajaradi?

Mavzu bo'yicha echimi kutilayotgan ilmiy muammolar:

1. Sovitish mashinalarining iqtisodiy samaradorligini oshirishda uning sovitish koeffitsientini to'g'ri tanlashni asoslash.
2. Havo bilan sovitish qurilmasining ish jismi tarkibini nazariy asosini ishlab chiqish.
3. Sovitish qurilmalarida ishlatiladigan suv bug'ini ishchi qismlarga ta'sir etuvchi faktorlarini ilmiy asoslash.

Mavzu: Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida issiqlikdan foydalanish.

Maqsad: Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida issiqlikdan foydalanishni o‘rganish hamda qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritish, saqlash va tashishda issiqlik va muzdan foydalanishni haqida tushuncha olish.

Mavzuda o‘rganiladigan asosiy masalalar:

1. Binolarni isitish.
2. Issiq suv bilanta‘minlash.
3. Ferma havosini mo‘‘tadillashtirish(konditsirlash)
4. Ishlab chiqarish va maishiy xizmat binolarini shamollatish.
5. Ximoyalangan tuproqli qurilmalarda issiqlikning qo‘llanilishi.
6. Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritish.
7. Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini tashishda va saqlashda sovuq (muz) dan foydalanish.

1. Binolarni isitish

Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish binolarida odamlarning ishlashiga, xayvonlar va o‘simliklarning mahsuldorligiga ijobiy ta‘sir qiladigan mo‘‘tadil mikroiklim bo‘lishi kerak.

Tadqiqotlarning ko‘rsatishicha, xayvonlar mahsuldorligining 25...25% zotiga bog‘liq, 40...45% boquviga, 30...35% esa binodagi sharoitga bog‘liq ekan.

Mikroiklim yaratishda asosiy omil havo xarorati xisoblanadi. Xayvonlar uchun ham, odamlar uchun ham ma‘lum **kritik xarorat (KX)** mavjud. Agar havo xarorati KX dan past bo‘lsa, organizm o‘z xaroratini saqlab turish uchun

qo'shimcha energiya sarflashi (em eyishi) kerak. Havo xarorati KX dan yuqori bo'lib ketsa, organizmning tashqi muhit bilan konvektiv issiqlik almashinishi buziladi. Ikkala holda ham xayvonlarning mahsuldorligi kamayadi, sarf-xarajat ortibketadi.

Demak, binolarning mo'tadil makroiqlimini yaratishda xona xaroratini bir me'yorda ushlab turish muxim o'rin tutadi. Buning uchun binolarni isitish zarur bo'ladi. Binolarni suv bilan, bug' bilan, isituvchi panellar bilan, havo bilan va pech bilan isitish tizimlari vositasida isitish mumkin.

Suv bilan isitish tizimi, aylanish usuliga qarab, ikki hil bo'ladi: tabiiy va majburiy suv aylanishi. Birinchi holda suvning aylanishi issiq va sovuq suvlardagi zichliklarning farqi xisobiga, ya'ni gravitatsion kuch ta'sirida sodir bo'ladi. Majburiy suv aylanishida issiq suv nasos yordamida ma'lum bosim ostida binolarga xaydaladi.

Xonadagi isitish asbob (radiator)larining issiqlik tizimiga ulanishiga qarab, ikki quvurli va bir quvurli bo'lishi mumkin.

Issiqlik bilan ta'minlash usuliga qarab: yakka tartibda, ya'ni xar bir binoga alohida bug' (suv) qozoni va markazlashtirilgan ta'minlash, ya'ni ma'lum xududga bitta katta isitish markazi yoki issiqlik elektr markazi (IEM) orqali isitish turlari bo'ladi.

Suvning tabiiy aylanishi bilan ishlaydigan isitish tizimlari bir yoki ikki qavatli kichik binolarga mo'ljallangan bo'ladi. Bular asosan aholi turar joylari va kichik fermalarda hamda xususiy issiqxonalarda qo'llaniladi. Bunday tizimda bug'-suv qozonidan trubalar uzog'i bilan 30 metrgacha bo'ladi. Markazlashtirilgan issiqlik bilan ta'minlash tizimida ko'p qavatli binolar, ma'lum xudud yoki katta ishlab chiqarish korxonalari isitiladi.

Bug' bilan isitish tizimlari bosimiga qarab 2 xil bo'ladi. Past bosimli- 0,15...0,17 MPa (1,5...1,7 at) va yuqori bosimli - 0,17...0,47 MPa (1,7...4,7at).

Havo bilan isitish tizimlari ham 2 hil bo'lib, tabiiy va sun'iy havo aylanishli bo'lishi mumkin. Ikkala holatda ham issiqlik markazi sifatida koloriferlar (havoni

qizdirib beruvchilar) xizmat qiladi. Ikkinchi holatda kolorifel ventilyator bilan birga ishlaydi.

Xonalarni pechka bilan isitish eng qadimiy va sodda usullardan xisoblanadi. Vazifasiga qarab pechkaning quyidagi turlari mavjud: isitish pechkalari, isitish va ovqat pishirish pechkasi, turar joy oshxonalaridagi isitish qurilmali pechkalar va rus pechkalari.

Binolarini pechka bilan isitish sodda, arzon (qurib olish), lekin ishlash jarayonida f.i.k. juda kichik bo'lib, juda katta sarf (o'tin va xizmat ko'rsatish) talab qiladi.

2. Issiq suv bilanta'minlash

Qishloq xo'jaligida issiq suv odamlar extiyojiga yoki ishlab chiqarish extiyojlariga ishlashi mumkin.

Odamlar extiyojiga kerakli suv turar joylarga, yotoqxonalariga, mexmon-xonalarga, kasalxonalariga, bog'chalarga, umumiy ovqatlanish korxonalariga va maishiy xizmat korxona (kir yuvish joylari, xammom) lariga sarf bo'ladi.

Ishlab chiqarish korxonalarining ba'zi turlarida mahsulot tayyorlash uchun issiq suv kerak bo'ladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida bular, chorva va parranda fermalari, ta'mirlash ustaxonalari, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash sexlaridir.

Issiq suv bilan ta'minlashning quyidagi turlari mavjud:

- 1) Issiq suvni tayyor holda tashqaridan (IEM) oluvchi markazlashgantizim;
- 2) Issiq suvni o'zida tayyorlab, ma'lum xududni ta'minlaydigan markazlashgan tizim;
- 3) Gaz yoki elektr suv isitkichlar yordamida xar bir binoni issiq suv bilan ta'minlovchi markazlashmagantizim.

Odamlarga va ferma xayvonlariga issiq suv sarfi ($t=55^{\circ}\text{S}$) □4□

№	Issiq suv iste'molchisi	sarf l/sutka
---	-------------------------	--------------

1.	Odamlarning turar joylarida 1 ta	80...130
2.	odamga	11
3.	Fermada ishlayotgan 1 kishiga Sut	15
4.	beradigan qoramol 1boshiga	2
5.	1 yoshgacha bo'lgan buzoqlar 1 boshiga Ona cho'chqalar 1 boshiga	5

CHorva fermalarida issiq suv quyidagi maqsadlarga ishlatilishi mumkin: sigirlarni sog'ish oldidan elinlarini yuvishga, sut idishlari, sog'ish apparati va sut trubalarini yuvishga hamda qish faslida xar bir mol oldiga borgan avtosug'origichlargasarflanadi.

Parranda fermalarida issiq suv xonalarni tozalashda, tuxum va tuxum solinuvchi idishlarni yuvishda kerak bo'ladi.

3. Ferma havosini mo''tadillashtirish(konditsirlash)

Havoni mo''tadillashtirish deganda, maxsus texnik vositalar tizimi yordamida havo xaroratini, namligini va tozaligini avtomatik ravishda, kerakli darajada ushlab turish tushuniladi.

Havoni mo''tadillashtirish tizimida asosiy vazifa - xarorat, namlik va havo xarakati tezligini ta'minlashdir. Ba'zi ilg'or, rivojlangan fermalarda ushbu tizim havoni xidlardan tozalaydi, havoni ionlashtirib beradi va xatto shovqinnikamaytiradi.

YUqoridagi vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan qurilmalar tizimini- **havoni mo''tadillashtirish qurilmasi yoki konditsioner** deyiladi.

Havoni mo''tadillashtirish qurilmalari xar bir xonaga alohida bo'lishi yoki markazlashgan, ya'ni havoni markaziy konditsionerda tayyorlab ferma xonalariga quvurlar orqali yuborilishi mumkin.

Agar konditsioner tashqi havodan olib, unga ishlov berib, xonaga xaydasa - **to'g'ri oqimli**, agar xona havosidan olib ishlasa - **qayta aylantiruvchi konditsionerlar** deyiladi.

Parranda fermalarida sanoatda ishlab chiqarilgan konditsionerlar bo'lmasa, devorlarga o'rnatiladigan namlantiruvchi g'altaklardan foydalanib xona havosini sovutish va namlantirish mumkin.

YOzning issiq kunlarida chorva va parranda fermalarida xonalarni sovutish xayvonlar mahsuldorligiga ijobiy tasir qiladi. Bunday sharoitda havoni bug'lantirib -sovutish usulidan foydalanish maqsadga muvofiqbo'ladi.

Bitta xonani bug'lantirib sovutish uchun devorga o'rnatilgan mikrog'ovakli, namlanib turiladigan, g'altaksimonqurilmalardan foydalanish mumkin. Ilgari aytib o'tilganidek, bug'lanish jarayoni issiqlik yutish bilan boradi. Bug'latiruvchi g'altaksimon mikrog'ovaklarga nisbatan sovuqroq suv uzluksiz oqib turishi kerak. Bunday suv sifatida artezian (er osti) suvidan, ular bo'lmasa suvni sovutib beradigan moslamalardan foydalanish mumkin. Er osti (artezian) suvlarining xarorati 5... 12⁰ atrofida bo'ladi.

Konditsionerlar havo xarorati va namligini berilgan rejimlarda ushlab turish uchun avtomatik boshqaruv tizimi bilan taminlangan bo'ladi. Bundan tashqari, konditsionerdan chiqayotgan havoning sifati (namligi, xarorati)ni va miqdorini talab darajasiga qo'l bilan sozlash moslamalari bilan boshqariladi. Avtomatik boshqarish qurilmasi datchik va ijrochi mexanizmlardan iborat.

4. Ishlab chiqarish va maishiy xizmat binolarinishamollatish

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida bino havosi xar hil gaz va bug'lar, ortiqcha issiqlik va namlik bilan ifloslanib, buzilib turadi. Gaz va bug'lar chiqish manbai qishloq xo'jaligi mahsulotlari va emlar hisoblanadi. Bino ichidagi ishlayotgan odamlar, xayvonlar va qushlar (parrandalar) uzuksiz karbonat angidrid (SO₂) chiqarib turadilar. Bundan tashqari, xona havosiga qo'shilib turadigan issiqlik odamlardan, xayvon va parrandalardan, quyosh radiatsiyasidan, texnologik jarayonlardan hosil bo'ladi. Sanab o'tilgan issiqlik kelishlarni **“sezilib turgan”** issiqlik kelishi deb yuritiladi, chunki bu issiqlikdan xona havosining xarorati ortadi. Xona havosiga bug'lar bilan ham issiqlik miqdori kiradi. Bu issiqlik havo

entalpiyasini orttiradi, lekin xarorat o'zgarmaydi, shuning uchun bu issiqlikni **“yashirin issiqlik”** kirishi deyiladi. Ikkala issiqlik kirishini qo'shib xisoblasak, **“to'la issiqlik”** kirishi miqdori hosil bo'ladi.

Xonaga kirayotgan issiqlik miqdori, yo'qalayotgan issiqlik miqdoridan kam bo'lsa-**issiqlik etishmovchiligi**, agar aksincha bo'lsa, **ortiqcha issiqlik** deyiladi.

Ferma xonasidagi ortiqcha issiqlik, namlik va gazlar u erdagi odamlar, xayvonlar, parrandalar sog'ligiga va mehnat unumdorligi, mahsuldorligiga yomon ta'sir qiladi.

Xona havosini ma'lum, mo'tadil holatda ushlab turish uchun shamollatib turish moslamalari va qurilmalari birgalikda **shamollatish (ventilyasiya) tizimi** deb yuritiladi.

Ilgari aytib o'tilganidek, shamolatish usullari - tabiiy va majburiy bo'lishi mumkin.

Tabiiy shamollatish usuli o'z navbatida 2 hil bo'lib, maxsus quvurlarsiz va maxsus quvurli shamollatish turlari bor.

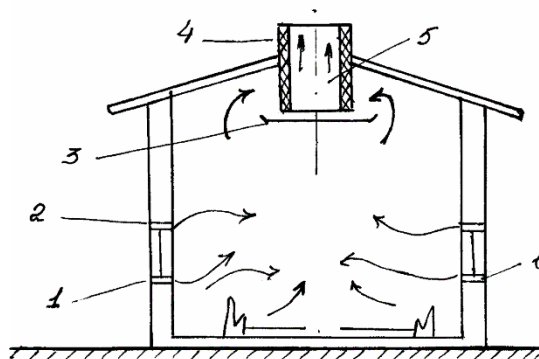
Maxsus quvurlarsiz shamollatishda ma'lum teshikdan yoki dereza eshikchalari (fortochka) dan havo kirib xona havosi yangilanadi. Bu usul juda sodda va arzon, lekin havo namligi va xaroratini boshqarish qiyin.

Maxsus quvurlar bilan jihozlanganda, tashqaridan kirayotgan havo oqimi quvurlar yordamida xonalarga yoki xonaning hoxlagan joyigachaetib boradi. Quvurlar ichiga o'rnatilgan (yopiladigan) to'siq vositasida xona xarorati va namligini boshqarish mumkin.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi binolarida eng foydali (lekin qimmatroq) usul, majburiy shamollatish usulidan foydalaniladi.

CHorva va parranda fermalaridagi qo'llaniladigan tabiiy shamollatish usullaridan biri - **“shaxtasimon shamollatish”** hisoblanadi.

1 va 2 - deraza osti va ustidagi havo kirish tirqishlari, 3- havo chiqish mo'risining tubi, 4- isitilgan shaxta mo'risi, 5- drossel



klapani, 6-soz-lovchi-
yo'naltiruvchiklapan.

Bunday shamollatish usuli tashqi
havo xarorati -10^0S gacha tushsa
ham, xonada gigienikhavo
holatini saqlabturaoladi.

15-shakl

Xonalarni shamollatishda ventilyatorlar qo'llanilganda (majburiy) havo xaydalishi ham, aksincha so'rib olinishi ham mumkin. Bunda agar ventilyator tomga qo'yilsa-so'rib oluvchi, devor teshigiga o'rnatilsa-xaydovchi shamollatish bo'lishi mumkin. Ba'zi binolarda tom tomondan havo xaydalib, devordagi teshiklardan chiqib ketishi bilan shamollatish qo'llaniladi. Qaysi usulni qo'llash bino konstruksiyasiga va uning ichidagi havo aerodinamikasiga bog'liq.

5. Ximoyalangan tuproqli qurilmalarda issiqlikningqo'llanilishi

Erga ishlav beriladigan, ximoyalangan tuproqli qurilmalar deganda, atrofi devor (to'siq) bilan o'ralgan, tomi yorug'lik o'tkazuvchi material bilan yopilgan ishlab chiqarish qurilmalari tushuniladi. Bu qurilmalarda osh ko'katlari, ekin ko'chatlari, gullar va sabzavotlar etishtiriladi. Ochiq er maydonlarda sovuq paytda ham bunday qurilmalar ichida yuqorida sanab o'tilgan mahsulotlarni aholiga etkazib berish mumkin.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida (ayniqsa shimoliy viloyatlarda) issiqxonalar katta miqdorda issiqlik energiyasi ishlatadi. SHuni aytib o'tish kifoyaki, issiqxonada etishtirilgan 1 kg maxsulot ishlab chiqarish uchun 5 kg. ga yaqin yonilg'i ketadi. SHuning uchun, bunday qurilmalarda issiqlikdan foydalanishni takomillashtirish va yangidan-yangi isitish tizimlari hamda energiya manba'lariqidirilmoqda.

Ximoyalangan tuproqli qurilmalarning konstruksiyalariga karab 3 ta guruhga bo'lish mumkin:

- 1) **Kichik o'lchamli er usti qurilmalari**-- kengligi 1...1, 2 m , balandligi

0,4...0,7 m bo'lgan, erta ekilgan ekinlar egatlari bo'ylab yopib qo'yiladigan vaqtinchalik yopiqqlar. Bular sodda va arzon, 8... 10 mm.li simlar sanchib, tiniq polietilen plyonkalar tortib quyiladi.

Keyingi yillarda xo'jaliklarda kichik o'lchamli er usti qurilmalarining kattaroq o'lchamlilari keng qo'llanilmoqda. Ko'pinchashaxsiy xo'jaliklarda kengligi 4... 8 m va uzunligi 5... 20 m bulgan qurilmalar ishlatilmoqda. Bu qurilmalar diametri 14...20 mm, bo'lgan dumaloq metall prokatlarini yoysimon shaklda egib, karkas xosil kilinib, ustiga polietilen plyonkalari yozib qo'yiladi. SHu sababli bunday qurilmalarni xalq tilida - "karkas" deb yuritilmoqda.

Karkas - er usti qurilmalarida ekin ko'chatlari, osh ko'katlari, rediska, gullar va ertaki sabzavotlar etishtirilmoqda. Ba'zi xususiy xo'jalik egalari bu qurilmalarni erta baxorda oddiy pech yoki suv bilan isitishni tashkil qilmoqda.

2) **Kichik o'lchamli o'ralardagi qurilmalar** -- parniklar, ba'zan to'la, ba'zan yarim o'ramlarda qurilib, atrofi beton yoki taxtalar bilan mustaxkamlanadi. Ustki tomoni deraza romlari kabi oyna bilan yoki yorug'lik o'tkazuvchi polietilen plyonkalari bilanyopiladi.

Bunday qurilmalar ko'pincha, sabzavot ko'chatlari etishtirish uchun qo'llaniladi. Keyingi yillarda bunday o'ralarda sitrus ekinlari - limon, apel'sin etishtirishni soxibkorlarimiz yo'lga qo'ydilar. Ma'lumki, bu o'simliklar Respublikamiz ob- havosida ochiq maydonlarda o'sa olmaydi.

3) **Katta o'lchamli er usti qurilmalari (issiqxonalar)** -- himoyalangan tuproqli qurilmalarning eng takomillashgani bo'libhisoblanadi.

Issiqxonalar - ko'chmas mulk, ya'ni binolar kabi bir necha yilga mo'ljallab quriladi. Uning ichida maxsus isitish va shamollatish tizimlari vositasida kerakli iqlimni ta'minlab turiladi. Katta-katta sabzavot etishtirish issiqxona kombinatlari mavjud bo'lib, ba'zi hollarda ularning maydonlari 60 gektarga etishi ham mumkin. Issiqxona ichida mexanizatsiyani qo'llash mumkin bo'lib, kichik o'lchamli traktor va qishloq xo'jalik mashinalari ishlaydi.

Issiqxona tik to'siqlarining pastki qismi g'isht yoki betondan qilinadi.

Devorlarining yuqori qismi va tomlari oynadan qilinadi.

Keyingi yillarda, ba'zi iqlimi sovuq mamlakatlarda issiqxonalarning yangi konstruksiyalari qo'llanilmoqda. Masalan, minorasimon issiqxonalarda ekin ekilgan yashikchalar zanjirlarga maxkamlanib, tik yo'nalish bo'yicha 0,3...0,5 metr/min tezlikda xarakatlanib turadi. Bunday issiqxonalarda isitilgan bino hajmidan yaxshiroq foydalaniladi, chunki ekin ekilgan yashikchalar bitta tik yo'nalishda 12...15 tagacha bo'lish mumkin. Bu qurilmalar issiq yoki o'rtacha iqlimli mamlakatlar uchun juda murakkab va qimmatlik qildi.

Ximoyalangan tuproqli qurilmalar quyosh radiatsiyasi, bioyonilg'i yoki xar xil texnik vositalar yordamida isitilishi mumkin.

1) Respublikamiz kabi iliq iqlimli sharoitda quyosh issiqligi xisobiga, kichik o'lchamli er usti yopiqdari (karkas)dan foydalanish maqsadga muvofiq xisoblanadi. Xo'jaliklarda bu qurilmalar ichida ekin ko'chatlari, erta ochiladigan gul va ertaki sabzavotlaretishtirilmoqda.

2) Biologik usulda isitish ko'pincha o'ra va yarim o'ra usulidagi parniklarda qo'llaniladi. Bularda issiqlik manbai bo'lib - go'ng yoki sanoat chiqindilarining achishi natijasida xosil bo'ladigan bakteriyalarning chiqaradigan issiqligixisoblanadi. Parniko'ralariningtuproqlariostiga ma'lum qalinlikda bioyonilg'i- ya'ni yangi go'ng yoki paxta chigiti po'stlog'i solinadi.

3) Texnik usulda isitish yuqorida aytilgan isitish usullariga qaraganda mukammal, lekin murakkabroq va demakqimmatroq.

Issiqlik bilan ta'minlash tizimiga nisbatan isitish manbaining joylashuviga qarab, markazlashgan, maxalliy va yakka tartibdagi isitish utxonalari bo'ladi. Markazlashgan issiqlik ta'minoti katta shaxarlarda va uning atroflarida bo'lib, issiqlik TES, ATES yoki AST (teploeletrotsentral, atomnyee TES, atomnyee stansii teplosnabjeniya) lardanolindi.

Maxalliy issiqlik ta'minotida issiqxonaning o'ziga aloxida qozon-o'txonabo'ladi.

Yakka tartibdagi isitish, ko'pincha xususiy xo'jaliklarda bo'lib, shu bitta issiq -xonani isitishni xisobga oladi.

Issiqxonalarni isitishda qo'llaniladigan usullar; suv bilan isitish, bug' bilan isitish, gaz yoki xavo bilan isitish hamda bir vaqtning o'zida ikki xil usul kullanishi mumkin. Bu sanab utilgan usullarning kupchiligi axoliga ancha tanish. Biz quyida gaz bilan isitishga biroz to'xtalmoqchimiz.

Gazni bevosita issiqxona ichida yokish natijasida isitish tizimi katta xarajat talab qilmaydi. Gazni issiqxonada yoqishning boshqa turli usullari, ya'ni issikliq generatorlarida, mikroalangali gorelkalarda, hamda infrakizil nurlantirgichlarda yoqish usullari bo'lishi mumkin.

Gaz bilan isitishning yana bir afzalligi - yonish maxsulotlaridagi karbonat angidrid (SO_2) gazi o'simliklardagi fotosintez jarayonini tezlashtiradi va ekinlarni tezroq etilishi imkonini yaratadi.

SHularga qaramay, gaz bilan isitishning keng qo'llanilmasligiga sabab – issiqxona ichida ishlovchilar uchun xavoning gigienik xolati buzilganligi bo'ladi, ya'ni xavo tarkibida SO_2 gazi keragidan ortiqcha bo'ladi.

Issiqxonalarning o'ta isib ketishi xamda namligining ortishini oldini olish uchun shamollatib, xavosini yangilab turish kerak. SHamollatish, avval aytib o'tilganidek, tabiiy va majburiy usullarda bo'lishi mumkin. Ba'zi xollarda issiqxonalarni oziqlantirish texnologiyasi bilan birga bajariladi.

Ma'lumki, tabiatda tirik organizmlar bilan o'simliklar orasida O_2 va SO_2 gazlari almashinuvida ma'lum muvozanat mavjud. Issiqxonalar ichida esa tirik organizm kam, o'simliklar juda ko'p bo'lganligi uchun xavoda SO_2 gazi etishmaydi, bu xolat o'simliklar fotosintez jarayonini susaytiradi. Demak, issiqxonalarni shamollatish, kerak bo'lsa, SO_2 gazi bilan boyitib turish ham kerak.

Issiqxonalarning ko'pchiligi xavoning xaroratini, namligini, xavosining tarkibini nazorat qilib, avtomatik boshqarib turuvchi moslamalar tizimi bilan ta'minlangan bo'ladi.

6. Qishloq xo'jaligi maxsulotlarini quritish

Quritish-jismlardagi namlikni kamaytirish degani. Qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini quritish xalq xo‘jaligida katta amaliy ahamiyatga ega. Maxsulotlarni sifatli saqlash, ayniqsa, don maxsulotlari, paxta tolasi, kartoshka, ozuqabop va emlarni etishtirishda qishloq xo‘jaligi texnologiyasining davomi xisoblanadi.

Issiq iqlimli mamlakatlarda, shu jumladan Respublikamizda mevalarni quritish va qishga saqlash-katta iqtisodiy va amaliy ahamiyatga ega.

Ma’lumki, maxsulotlardagi namlik miqdori ko‘p bo‘lganda xujayralarning nafas olishi qiyinlashadi, bu esa mikroorganizmlarning rivojlanishi uchun yaxshi sharoit yaratib, maxsulotlarni chirishiga olib keladi.

Fransuz mutaxassislarining xisoblashlariga ko‘ra dunyoda 100 mln.tonnaga yaqin don maxsulotlari namlik xisobiga yaroksiz xolga kelib qoladi. Demak, maxsulotlarni quritishga moslashgan qurilmalarni tayyorlash va ishlatishga ketgan sarf-xarajatlar tezda o‘zini qoplaydi va foyda bera boshlaydi.

Quritish jarayonida namlikning kamayishidan tashqari maxsulotning xususiyatlari: mexanik strukturasi, biologik va texnologik xossalari ham yaxshilanadi. Masalan, quritilgan bug‘doyni un qilishda ozroq energiya sarflanadi, uni biroz ko‘payadi va un uzoqroq, muddat yaxshi saqlanadi, Urug‘lik bug‘doy, chigit va boshqalar quritilib saqlansa baxorda erga ekilganda unib chiqish foizi ortadi.

Qishloq xo‘jaligida issiqlik bilan quritish asosiy o‘rinni egallaydi. Quritish jarayonida murakkab massa-issiqlik almashinishi sodir bo‘ladi. Bunday jarayonlarni puxta o‘zlashtirish, issiqlik xisobini to‘g‘ri bajarish va issiqlik rejimini tanlash mutaxassislardan bilim va tajriba talab qiladi.

Jismdan namlikni ketkazish uchun jism bilan namlik orasidagi bog‘lanishni yo‘qotish (uzish) kerak bo‘lganligi uchun ham quritishda energiya sarflanadi.

Jism bilan namlik orasidagi bog‘lanishni akademik P.A. Rebinder taklifiga ko‘ra 3 ta turga ajratish mumkin: ximiyaviy, fizik-ximiyaviy va fizik-mexanik bog‘lanishlar.

Kimyoviy bog‘lanish bo‘lganda namlikni oddiy quritish usuli bilan yo‘qotib bo‘lmaydi, ya’ni kimyoviy parchalanish uchun kimyoviy reaksiya kerak.

Fizik-ximyaviy bog‘lanishda ikki xil xodisa bo‘lishi mumkin: jism sirti va g‘ovaklariga so‘rib olingan namlik va xujayralar orasiga kirib qolgan (osmotik) namlik. Birinchi xoldagi namlikni isitib bug‘lantirib quritish mumkin, ikkinchi xoldagi namlik natijasida jism shishib ketadi (ayniqsa, donlar), uni quritish kiyinrok, lekin fizik yo‘l bilan mumkin.

Fizik-mexanik bog‘lanish jism bilan namlik bog‘lanishi eng kam kuchli bo‘lib, 2 xil xolat uchraydi: sirdagi namlik va kapillyar namlik. Bunday bog‘lanish bilan namlangan maxsulotlarni mexanik usulda: tebratish, qimirlatish, elpish orqali ham quritish mumkin.

Maxsulotning quritish texnologiyasini va issiqlik rejimini tanlashda uning ayrim xossalarini bilish kerak. Masalan: maxsulotning solishtirish yuzasi-1 kg maxsulot donalarining sirti (bug‘doy uchun $170...175 \text{ m}^2/\text{kg}$). Maxsulotlarning quritishdagi kerakli bo‘ladigan xossalaridan: materialning namligi, namlik miqdori, namlikning zichligi, modda (maxsulot) zichligi, xarorat o‘tkazuvchanligi, namlikning diffuziyalanish koeffitsienti xisoblanadi.

7. Qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini tashishda va saqlashda sovuq (muz) danfoydalanish

Axolini yoz oylaridan tashqari, qish va baxor oylarida ham sabzavot va mevalar bilan ta‘minlashda maxsulotlarni to‘g‘ri va sifatli saqlash jarayonini yaxshi tashkil qilishga bog‘lik.

Maxsulotlarni saqlash sharoiti asosan 2 ta omilga- xarorat va namlikka talab qilinadi. Masalan, kartoshka uchun $+2...+4^{\circ}\text{S}$, sabzi uchun pastroq - $0...+1^{\circ}\text{S}$, piyozni saqlashda, avval issiq ($+17^{\circ}\text{S}$) saqlab quritib olinadi, keyin sovuqda $0...+3^{\circ}\text{S}$ da saqlash kerak.

Xavo namligi, piyozdan boshqa ildizmevalilar uchun - 80... 95%, piyoz uchun esa namlik 60...70% dan ortmaslik kerak.

Qishloq sharoitida qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini saqlashda eng oddiy usul- er ustida, yoki biroz erni o‘yib g‘aramlab saqlash mumkin. G‘aram kengligi

kartoshka uchun 2...2,5, sabzi uchun esa 1m dan kamroq, uzunligi 15...20m atrofida bo'lishi kerak.

G'aram ostida shamollatish quvuri bo'lishi maqsadga muvofiq. Maxsulot g'aramlangandan keyin ustiga poxol, somon yoki arra to'poni yopib, so'ng usti tuproq bilan yopiladi.

Maxsulotlarni saqlashning ikkinchi sodda usuli uzunasiga qazilgan o'ralar xisoblanadi. O'ralarning kengligi 1m atrofida 30 kg li yashiklarda qum aralash saqlash tavsiya etiladi. Issiq mamlakatlarda, shu jumladan Respublikamizda xo'jaliklar sabzini **“muz o'ra”** usulida uzoq muddat saqlaydilar. Bu usulda o'radagi sabzi qatlamlari orasiga arra qipigi (yoki sholi to'foni) solib, ustiga qor bosib chiqiladi. SHunda sabzining xarorati taxminan $0...+1^0S$ orasida bo'lib, yaxshi saqlanadi.

Markazlashgan sabzavot va meva saqlash omborlarida xarorat, namlik va shamollatish tizimlari avtomatlashtirilgan xolatda bo'ladi. Bunday omborlarning maxsulot sig'imi 1ming tonnadan 10 ming tonnagacha bo'lishi mumkin.

Issiq mamlakatlarda, shu jumladan Respublikamizda, mevalarni va poliz ekinlarni saqlashda markazlashgan saqlash omborlarida amalga oshiriladi. Xususiyo xo'jaliklarda qovun, tarvuz va uzumlarni namlik va xarorat etarli bo'lgan omborxonalarida xavoga (shiftga) osib qo'yish bilan saqlaydilar. Nok, olma, bexi kabi mevalar esa shunday omborxonalarda 25...30 kgli yashiklarda arra to'foni yoki somon orasida yaxshi saqlash an'anaviy xalq tajribasidan kelib chiqib xozirda hamqo'llanilmoqda.

Markazlashgan saqlash omborlari, ba'zi xollarda fakat 1 ta maxsulot turiga moslashtirilgan bo'lishi mumkin. Masalan, kartoshkani 3 ta saqlash davriga ajratish mumkin: davolash, sovitish va saqlash rejimi davrlari. SHuningdek, piyozni saqlash ham - quritish, sovitish va saqlash rejimlarini talab qiladi.

Qishloq xo'jalik maxsulotlarni saqlash omborlari ham issiqxonalar kabi shamolatish tizimlari bilan ta'minlangan bo'lib, ular ko'p xollarda to'la avtamatlashtirilgan bo'ladi. Bu tizimlar saqlash xonalarida kerakli mikroiklimni ta'minlabturadi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishda maxsulotlarni sovutish texnologik jarayonning davomi xisoblanadi. Go'sht va sut maxsulotlari ishlab chiqarilgan joydan iste'molchiga yoki qayta ishlovchi korxonalarga jo'natish oldidan sovutiladi.

Maxsulotlarni sovutish xavoda, sovuq suvda, eriyotgan muzi bor suvda va sovuq suvni sochish bilan amalga oshiriladi.

Xavoda sovutish asosan sovutish kameralarida amalga oshirilib, xarorat 0...-1 °S atrofida, namlik esa 95% bo'ladi.

Suvda sovutishda maxsulotlarni sovuq suvga cho'ktirish, yuvish yoki sovuq suvni sepish orqali bajarilishi mumkin. Yaxshilab sovutilgan go'sht maxsulotlari 5 kungacha saqlanishim mumkin.

Xavoda sovutish asosan sovutgich (xolodilnik) larda amalga oshiriladi. Go'sht maxsulotlarini muzlatish uchun sovutish kameralaridagi xarorat - 23 - 25°C gacha pasaygan bo'lishi kerak. Tuxumlarni saqlash uchun xarorat -1... - 2°C bo'lishi kerak. Meva va sabzavotlar, avvalgi mavzuda aytib o'tilganidek, maxsus iqlimli saqlash omborlarida turish kerak.

Maxsulotlarni saqlashda va tashishda xo'jaliklarda tayyor muzdan foydalanish sodda va nisbatan arzonroq bo'ladi. Sut maxsulotlari, muzqaymoq va boshqa maxsulotlarning bidonini muz solingan yog'och bochkalarda saqlash va tashish mumkin.

Maxsulotlarni saqlashda muzdan foydalanishni 1 ta usuli ilgari aytib o'tilganidek, sabzilarni "muz o'rada" saqlash bo'lsa, ba'zi xo'jaliklarda maxsulotlarni saqlash uchun muzli omborxonalar qurib olinadi.

Muzli omborxonalarning devorlari 2 qavatli qilinib, bo'sh oraliqlarga muz to'lg'azib qo'yiladi.

Tabiiy yoki majburiy shamollatish orqali va devor orqali sovuqlik maxsulot saqlanayotgan xonalarga kiradi. Ma'lum muddatda albatta muz erib tugaydi, demak muzni yangilab turiladi. Zamonaviy qishloq xo'jaligi maxsulotlarini saqlash qurilmalari - sovutgichlar xisoblanadi, ya'ni sovuqlik mashina va mexanizmlar vositasidayaratiladi.

Sovutgichlarda ishchi jism sovutish xonasidan issiqlik miqdorini tashqi muxitga chiqarib yuborish uchun ma'sul ish siklini bajaradi.

Sovutgichlarda ishlatiladigan ishchi jismlar, bu juda past xaroratlarda qaynaydigan suyuqliklar bo'lib xisoblanadi. SHulardan ba'zilar bilan tanishamiz.

Ammiyak (NH_3)-0,1mPa bosimda qaynash xarorati $-33,4^0\text{S}$. Asosiy kamchiligi zaxarli xid chiqaradi va yonuvchan, keyingi paytlarda sovutgich (xolodilnik)larda "fereon-12" va "fereon-22" (F-12 va F-22) ishlatilmoqda. Ularning 0,1mPa bosimda qaynash xaroratlari mos ravishda $-29,8^0\text{S}$. Bu ishchi jismlar, ya'ni fereonlar saqlanayotgan oziq - ovqat maxsulotlariga ta'sir qilmaydi. Kamchiligi esa, o'ta oquvchan bo'lib, sovutish tizimi jipsililigini talab qiladi.

O'z-o'zini nazorat qilish uchun savollar:

1. Binolarni isitish haqidatushunchangiz?
2. Ferma havosini mu'tadillashtirish deganda nimanitushunasiz?
3. I/ch va maishiy xizmat binolarini shamollatish haqida ma'lumot bering?
4. Himoyalangan tuproqli qurilmalar haqidatushuncha.
5. Himoyalangan tuproqli qurilmalarda issiqlikniqo'llanilishi.
6. Q/x mahsulotlarini quritish va saqlash haqida tushunchabering?
7. Q/x maxsulotlarini saqlashdagi namlikrejimi.
8. Q/x maxsulotlarini saqlashda sovutgich va muzdanfoydalanish.
9. Q/ i/ch binolarini issiqlik bilan ta'minlashusullari.
10. Q/x ishlab chiqarishini issiq suv bilan ta'minlash haqida ma'lumot bering?

Ushbu topshiriqlar savollariga quyidagi adabiyotlardan javob topasiz:

1. Nurmatov J. va bosh. Issiqlik texnikasi. Toshkent 1998. 256 bet.

2. SHaymardonov B.P. va bosh. Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent 2005.

1-AMALIY MASHG'ULOT

MAVZU:IDEAL GAZLARNING HOLAT TENGLAMASI

Dars maqsadi: Ideal gazlarning holat tenglamasiga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.1. Ideal gazlarning holat tenglamasidan havoning hajmini hisoblay oladi.
- 1.2. Ideal gazlarning holat tenglamasidan gazning massasini hisoblay oladi.
- 1.3. Ideal gazlarning holat tenglamasidan gazni molekulyar massasi yordamida idish ichidagi gazning turini aniqlay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv – uslubiy majmua, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifalarni bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Ideal gazlarning holat tenglamasini ma'ruzadan foydalanib yozing.
4. Ideal gazlarning holat tenglamasidan foydalanib, havoning hajmi V ni hisoblab topish formulasini ketirib chiqaring.
5. Ideal gazlarning holat tenglamasidan foydalanib, gazning massasi M ni hisoblab topish formulasini keltirib chiqaring.
6. Ideal gazlarning holat tenglamasidan gazning molekulyar massasi yordamida idish ichidagi gazni turini aniqlang.

7. Keltirib chiqarilgan formulalarga vazifalarda berilgan qiymatlarni qo'yib hisoblash ishlarini bajaring.
8. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa:

1. 16 kg havoning bosimi $R_q 0,24$ Mpa va harorati $t_q 36^0S$ bo'lgandagi hajmini hisoblab toping.
2. Hajmini 60 m^3 bo'lgan idishning ichidagi karbonat angidridining (SO_2) harorati $t_q 13^0S$ va bosimi $R_q 7,5$ Mpaga teng. Gazning massasini toping.
3. Hajmi 45l idish ichidagi gazning harorati $t_q 6^0S$, bosimi $R_q 1,7$ MPa va massasi $M_q 66$ kg. Idish ichidagi gazning turini aniqlang.

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi - T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. «Issiqlik texnikasi» fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploto' v selskom xozyaystve. - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve. - M.: Kolos, 1989.

2-AMALIY MASHG'ULOT

MAVZU: GAZLAR ARALASHMASINING TARKIBI

Dars maqsadi: Gaz aralashmasining solishtirma gaz doimiysi, tuyulma molekulyar massasi va hajmiy ulushlarini hisoblashga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.1. Aralashmaning gaz doimiysini hisoblay oladi.
- 1.2. Aralashmaning tuyulma molekulyar massasini hisoblay oladi.
- 1.3. Aralashmaning hajmiy ulushlarini hisoblay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv-uslubiy majmua, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifalarni bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Gaz aralashmaning solishtirma gaz doimiysi, tuyulma molekulyar massasi va hajmiy ulushlarini hisoblash formulalarini yozing.
4. Aralashmaning gaz doimiysi R_{ar} ni aniqlash uchun uni hisoblash formulasiga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib hisoblang.
5. Aralashmaning tuyulma molekulyar massasi μ_{ap} ni aniqlash uchun uni hisoblash formulasiga qiymatlarni qo'yib hisoblang.
6. Aralashmaning hajmiy ulushlari V ni aniqlash uchun uni hisoblash formulasiga qiymatlarni qo'yib hisoblang.
7. Keltirib chiqarilgan formulalarga vazifalarda berilgan qiymatlarni qo'yib hisoblash ishlarini bajaring.
8. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa: Gazlar aralashmasining massaviy tarkibi quyidagilardan iborat:

N_2 8,4 %, SO_2 1,7 %, O_2 48 %, N_2 26,6 %. Uning gaz doimiysi, tuyulma molekulyar massasi va hajmiy ulushlarini hisoblab toping.

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi - T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. «Issiqlik texnikasi» fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploty v selskom xozyaystve. - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve. - M.: Kolos, 1989.

3-AMALIY MASHG'ULOT

MAVZU: GAZLARNING ISSIQLIK SIG'IMI

Dars maqsadi: Gazlarning issiqlik sig'imining hisoblashga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.1. Gazlarning issiqlik sig'imi to'g'risida so'zlab beradi.
- 1.2. Gazlar aralashmasini qizdirish uchun kerakli bo'lgan issiqlik miqdorini hisoblay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv-uslubiy majmua, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifalarni bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Gazlar aralashmasini qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini hisoblash formulasini yozing..
4. Formulaga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib, gazlar aralashmasini qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini toping.
5. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa: Issiqlik sig'imining haroratga bog'liq ravishda o'zgarishi chiziqli bo'lmagan holat uchun, o'zgarmas bosim ostida, tarkibiy

$r_{cv_2} = 0,145$, $r_{o_2} = 0,065$, $r_{N_2} = 0,79$ bo'lgan 1 m^3 gazlarning aralashmasini 200°S dan 1200°S gacha qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini hisoblab toping.

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi - T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploto' v selskom xozyaystve. - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve. - M.: Kolos, 1989.

4-AMALIY MASHG'ULOT

MAVZU:ISSIQLIK DINAMIKASI JARAYONLARI

Dars maqsadi: Issiqlik dinamikasi jarayonlarini hisoblashga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.1. Izoxorik va izobarik jarayonlar uchun gazning keyingi bosimini, massasini va qizdirish uchun sariflangan issiqlik miqdorini hisoblay oladi.
- 1.2. Izotermik va adiabatik jarayonlar uchun gazning oxirgi holat ko'rsatkichlarini, issiqlik miqdorini bajarilgan ishni va ichki energiyaning o'zgarishini aniqlay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv-uslubiy majmua, ma'ruza matnlari, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifalarni bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Izoxorik va izobarik jarayonlar uchun gazning keyingi bosimini, massasini va qizdirish uchun sariflangan issiqlik miqdorini hisoblash formulasini yozing..
4. Formulaga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib, gazning keyingi bosimini, massasini va qizdirish uchun sariflangan issiqlik miqdorini hisoblang.

5. Izotermik va adiabatik jarayonlar uchun gazning oxirgi holat ko'rsatkichlarini, issiqlik miqdorini, bajargan ishini va ichki energiyaning o'zgarishini hisoblash formulalarini yozing.
6. Formulaga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib, gazning oxirgi holat ko'rsatkichlarini issiqlik miqdorini, bajargan ishini va ichki energiyaning o'zgarishini hisoblang.
7. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa: 1. Boshlang'ich ko'rsatkichlari $R_1=6,8$ MPa va harorati $t_1= 12^0\text{C}$ bo'lgan $V= 300$ l hajmidagi karbonat angidrid (CO_2) harorati $t_2= 85^0\text{C}$ gacha qizdirilgan. Gazning keyingi bosimini, massasini va qizdirish uchun sarflangan issiqlik miqdorini izoxorik va izobarik jarayonlar uchun aniqlang. $C= \text{const}$ deb qabul qiling.

2. Massasi $M=115$ kg boshlang'ich holat ko'rsatkichlari $R_1=3,7$ MPa va $t= 50^0\text{C}$ bo'lgan vodorod $R_2=0,25$ MPa gacha kengaygan. Izotermik va adiabatik kengayish jarayonlari uchun vodorodning oxirgi holat ko'rsatkichlarini, issiqlik miqdorini, bajarilgan ishini va ichki energiyaning o'zgarishini aniqlang.

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi - T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. «Issiqlik texnikasi» fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploty v selskom xozyaystve. - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve. -M.: Kolos, 1989.

5 – AMALIY MASHG'ULOT

MAVZU:ISSIQLIK ALMASHINUVI.

Dars maqsadi: Issiqlik almashinuvini hisoblashga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.3. Issiqlik berish koeffitsienti L va issiqlik miqdori Q ni hisoblay oladi.

- 1.4. Issiqlik uzatish koeffitsienti K va issiqlik oqimining zichligi q ni aniqlay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv-uslubiy majmua, ma'ruza matnlari, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifalarni bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Issiqlik berish koeffitsienti L va issiqlik miqdori Q ni hisoblab topish uchun Reynolds, Nuselt va Prandtl kriteriyalarini hisoblash formulalarini yozing va vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib hisob-kitob ishlarini bajaring.
4. Issiqlik uzatish koeffitsienti K va issiqlik oqimining zichligi q ni hisoblab topish formulacini keltirib chiqaring va formulaga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib hisoblash ishlarini bajaring.
5. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa: 1. Eni $V=1,0$ m va uzunligi $t = 1,2$ m bo'lgan silliq plita shamol oqimiga qo'yilgan. SHamolning tezligi $\omega = 6$ m/c harorati $t_1=20^0$ S Plitaning harorati $t_{\omega} = 80^0$ C. Issiqlik berish koeffitsienti L bilan plitadan havoga o'tayotgan issiqlik miqdori Q ni hisoblab toping.

2. Binoning devorlari – keramzitli betondan tashkil topgan bir qatlamli to'siq orqali issiqlik uzatish koeffitsienti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlang. Quyidagi ma'lumotlar qabul qilinadi:

$$\delta = 0,36 \text{ m} - \text{devor kalinligi};$$

$$\lambda = 0,75 \text{ BT}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}) - \text{керамзитбетонли иссиқ утказувчанлик коэффициенти};$$

$$t_u = 18^0 \text{ C} - \text{ички хаво харорати};$$

$$t_T = 10^0 \text{ C} - \text{ташки хаво харорати};$$

$$L_1 = 7,7 \text{ BT}/\text{m}^2 \cdot \text{K} - \text{деворнинг ички сиртига иссиқлик берилиш коэффициенти};$$

$$L_2 = 23 \text{ BT}/\text{m}^2 \cdot \text{K} - \text{деворнинг ташки сиртидан иссиқлик бериш коэффициенти};$$

$$\vartheta = 3,9 \text{ m/c} - \text{шамолнинг тезлиги}.$$

Qo'shimcha ma'lumotlar: $\sum_n = \sum_s = \sum_o = 0,9; \quad F_s = 18 \text{ m}^2; \quad F_n = 72 \text{ m}^2.$

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi -T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. «Issiqlik texnikasi» fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploty v selskom xozyaystve - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve -M.: Kolos, 1989.

6-AMALIY MASHG'ULOT.

MAVZU: ISSIQLIK DINAMIKASINING SIKLLARI.

Darsning maqsadi: Issiqlik dinamikasi sikllarini hisoblashga doir masalalar echish bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini amalda mustahkamlashni o'rgatish.

Darsning o'quv maqsadlari:

- 1.1 Havoning holat ko'rsatkichlari to'g'risida tasavvurga ega.
- 1.2 Siklda bajarilgan ishni hisoblaydi.
- 1.3 Siklning issiqlik F.I.K. so'zlab beradi.
- 1.4 Siklga kiritilgan va sikldan chiqarilgan issiqlik miqdorini farqlay oladi.

Kerakli jihozlar: Darslik, ZPT asosida yozilgan muammoli, modulli, o'quv-uslubiy majmua, kalkulyator, konspekt daftari, qalam, chizg'ich.

Ishning bajarilishi tartibi:

1. Berilgan vazifani o'qing, daftarga ko'chirib yozing.
2. Vazifani bajarish uchun barcha ma'lumotlarni uslubiy ko'rsatma (2) dan oling.
3. Issiqlik dinamikasi siklida havoning holat ko'rsatkichlari V , bajargan ishi J , siklning issiqlik F.I.K. η_t va sikl jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini hisoblash formulasini yozing.
4. Formulalarga vazifada berilgan qiymatlarni qo'yib, havoning holat ko'rsatkichlarini, bajargan ishini, siklning issiqlik F.I.K. ni va sikl jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini hisoblab toping.

5. Hisob-kitob ishlari to'la bajarilgandan keyin o'qituvchiga ishni tekshirtiring.

Vazifa:

1. Agar issiqlik manbaining harorati $t_1 = 327\text{ }^{\circ}\text{C}$, issiqlik qabul qilinuvchiniki esa $t_2 = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, eng katta bosim $P_1 = 2\text{ MPa}$ va eng kichik bosim $P_3 = 0,12\text{ MPa}$ bo'lsa, Karno siklining harakterli nuqtalaridagi 1 kg havoning holat ko'rsatkichlari, bajargan ishi, issiqlik foydali ish koeffitsienti (F.I.K.)ni, siklning jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini aniqlang va Karno siklining T-S diagrammasini quring.

Kerakli adabiyotlar:

1. Nurmatov J. va bosh. Issiqlik texnikasi. -T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardonov B.P. va bosh. Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent 2005.

I. 1-mavzu: “Nam havo ko'rsatkichlarini aniqlash”.

II. Ishning maqsadi. Nam havo xususiyatlarini o'rganishdan maqsad - qishloq va suv xo'jaligi inshootlarida, binolarida, issiqlik va energetik mashinalari ishlash jarayonlariga nam havo tarkibidagi suv bug'i va issiqlik miqdorlari tapsiri, ularning parametrlarini hisoblash, psixrometr, gigrometr va anemometr o'lchov asboblari yordamida nam havoning Hd –diagrammadagi parametrlarini topish, hisoblash tartiblarini bilish haqida asosiy tushunchalar, psixrometr (haroratlar farqini o'lchash), gigrometr (namlikni o'lchash) va anemometr (havo sarfini o'lchash) asboblarning tuzilishini o'rganish, ishlash tartiblarini tekshirish, foydalanish ko'rsatkichlarini aniqlash va talabalarning nam havo haqidagi tassavurini mustahkamlashdan iborat.

III. Kerakli materiallar va jihozlar.

IV. Ishni bajarish tartibi.

1. Nam havoning xususiyatlari, ularni hisoblash usullari, parametrlarni Hd –diagramma yordamida aniqlashni o'rganish.

2. psixrometr, gigrometr va anemometr asboblari tuzilishi, ishlashi, o'lganadigan parametrlar, undan foydalanishning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlash.
3. psixrometrning ish jarayonini Hd – diagrammada tasvirlash.
4. Tajriba ishidan olingan ko'rsatkichlar asosida hisobot tayyorlash.

Umumiy ma'lumot

Tabiatda odatda har doim havo tarkibida ma'lum miqdorda suv bug'i mavjud bo'lib, quruq havo bilan suv bug'idan tashkil topgan aralashma nam havo deyiladi.

Amaliyot uchun atmosfera havosi bosimidagi (yoki unga yaqinlashgan) nam havo e'tiborga havola bo'lib, uning harorati unchalik past bo'lmagan hollarda (0-10 °C) qiziqarli. Havo tarkibidagi suv bug'ini parsial(xususiy) bosimi unchalik katta emas – bir necha o'n millimetr simob ustuniga teng. SHu sababli texnikaviy hisoblar uchun yetarli darajada aniqlik bilan nam havo va suv bug'i uchun ideal (keltirilgan) gazlar tenglamasini qo'llash mumkin, ideal gaz tenglamasi

$$pV = MRT,$$

p- bosim,

V-hajm

T-harorat ;

M -moddaning miqdori;

R - ideal gaz doimiysi hisoblanadi.

hamda Dalton qonuni

$$p = \sum_{i=1}^n p_i$$

Dalton qonuniga binoan aralashmaning har bir komponenti (tashkil etuvchisi) o'zini alohida his qiladi va aralashmaning berilgan haroratida to'liq hajmni egallaydi:

$$V_{q.h} = V_{s.b.} = V \quad (1) \quad T_{q.h.} = T_{s.b.} = T \quad (2)$$

V, T – aralashma ya'ni nam havoning hajmi va harorati;

$V_{q.h.}$, $T_{q.h.}$, $V_{s.b.}$, $T_{s.b.}$ – quruq havo (q.h.) va suv bug'i (s.b.) ning hajmlari va haroratlari.

Har bir komponent o'zining parsialbosimiga ega bo'lib, ularning yig'indisi aralashma bosimiga teng, ya'ni berilgan xolat uchun nam havoning bosimi V ga teng (u barometrik bosim sifatida qaraladi):

$$V = R_{q.h.} + R_{s.b.} \quad (3)$$

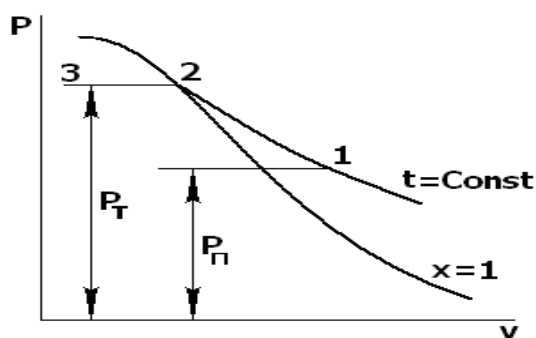
$R_{q.h.}$, $R_{s.b.}$ - quruq havo va suv bug'ining parsial bosimlari.

Havo tarkibida qancha ko'p suv bug'i bo'lsa, aralashmada uning shunchalik parsial bosimi yuqori bo'ladi.

Nam havo tarkibidagi suv bug'ining parsial bosimi (p_b) berilgan harorat uchun to'yingan bug' bosimi (r_t) dan yuqori bo'lolmaydi (va undagi bug' miqdori ham), ya'ni

$$R_b \leq R_t, \quad (4)$$

Bu suv bug'ining RV –diagrammasida yaqqol tasvirlanadi (rasm 1).



Rasm 1. Suv bug'ining RV –diagrammadagi holati

Nam havo tarkibida $R_b < R_t$ bo'lganda to'yingan havo deyiladi. U quruq havo va qizdirilgan bug' aralashmasidan tashkil topadi (rasm 1da 1 nuqta) va u o'z tarkibiga yanayam ko'proq miqdorda suv bug'i olishi mumkin, ya'ni suv bug'i parsialbosimi R_b yuqoriroq bo'lishi mumkin (bunga 1 nuqtani izoterma bo'yicha yuqoriga siljitib erishish mumkin).

Nam havo tarkibida $R_b = R_t$ bo'lganida **to'yingan nam havo** deyiladi, chunki u tarkibiga berilgan harorat uchun maksimal mumkin bo'lgan suv bug'ini sig'diradi. To'yingan suv bug'i – bu quruq havo va quruq to'yingan suv bug'i aralashmasidir (rasm 1da to'yinish chizig'i $X=1$ dagi 2 nuqta).

Havo o'ta to'yingan bo'lishi mumkin, ya'ni tarkibida to'yingan nam bug' bo'ladi (rasm 1da 3 nuqta). Bu havoning tuman ko'rinishini tasvirlaydi.

Suv bug'i va havoga nisbatan “nam” terminini ishlatishda quyidagiga e'tibor berish lozim: **bug' nam** deyilganida uning tarkibida mayda dispersli suyuqlik bo'ladi,

havo nam deyilganida esa uning tarkibida suv bug‘ining istalgan holati (xattoki qizdirilgan)da bo‘lishi mumkin.

Havoning absolyut va nisbiy namligi

Havoning absolyut namligi deb suv bug‘ining bir metr kub (m^3) havo tarkibidagi massaviy (massa birligidagi) miqdoriga aytiladi (berilgan havo bosimi R_b va harorati T uchun).

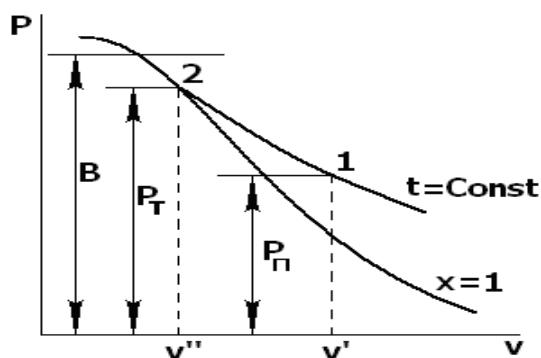
Bir metr kub nam havo tarkibidagi suv bug‘i o‘zining parsialbosimi bilan bir metr kub hajmni egallashligini (1) hisobga olib, absolyut namlik berilgan bug‘ning parsialbosimi va havo harorati uchun son jihatdan bug‘ning zichligiga yoki solishtirma og‘irligiga teng.

Shuning uchun absolyut namlikni bug‘ning zichligi (R_b) (yoki solishtirma og‘irligi γ_b) ko‘rinishida belgilash qabul qilingan, ya’ni

$$\rho_b = \frac{M_b}{V}, \quad \frac{kg}{m^3}, \quad \gamma_b = \frac{G}{V}, \quad \frac{kgk}{m^3} \quad (5)$$

Nuqta 1 da (rasm-2) berilgan harorat t va parsialbosim (nam havoning to‘liq bosimi - V) da bug‘ qizdirilgan. Uning solishtirma hajmi V_1 va zichligi (yoki absolyut namligi)

$$\rho_1 = \frac{1}{V_1}.$$



Rasm 2. Nam havoning P-V diagrammadagi holati

Ushbu berilgan holatda havo to‘yinmagan. Nuqta 1 ni izoterma chizig‘i bo‘yicha yuqoriga siljitsak ko‘rinadiki, berilgan haroratda bug‘ miqdori ko‘payadi, parsialbosim o‘sadi, solishtirma hajm kamayadi, zichlik esa ko‘payadi.

Suv bug‘ining berilgan harorat t dagi havo tarkibida maksimal qiymati bug‘ning parsialbosimi R_n ga, ya’ni berilgan haroratga mos keluvchi to‘yinish bosimiga teng bo‘lgan holatga to‘g‘ri keladi. Bu holatda havo namga to‘yingan bo‘lib, berilgan harorat uchun bug‘ zichligi R va absolyut namlik maksimal.

Havoning nisbiy namligi deb havoning berilgan absolyut namligi R_b qiymatining havoning berilgan haroratdagi bo‘lishi mumkin bo‘lgan maksimal absolyut namligi R_{\max} qiymatiga nisbati olinadi.

Nisbiy namlik φ bilan belgilanadi, bundan

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho_{\max}}, \quad (6)$$

Ko‘p holatlarda nisbiy namlikni foizlarda ifodalanadi, bunda

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho_{\max}} \cdot 100, \quad \% \quad (6a)$$

Agar nam havoning harorati suv bug‘ining aralashma bosimi V bo‘lgandagi to‘yinish harorati t_t dan kichik yoki teng bo‘lsa, R_{\max} qiymat berilgan haroratda quruq to‘yingan bug‘ zichligiga teng, ya’ni ρ ga teng bo‘ladi (rasm-3 da 1-2 va 3-4 chiziqlar) va

$$\varphi = \frac{\rho_{\sigma}}{\rho^{//}}, \quad (6b)$$

ρ ning qiymati to‘yingan suv bug‘ining jadvallaridan aniqlanadi.

Aralashmaning V bosimi uchun agar nam havoning berilgan haroratida (rasm-3 da t_2) gi qiymati to‘yingan suv bug‘i harorati t_t dagidan yuqori bo‘lsa (5-6 chiziq), R_{\max} qiymati aralashmaning berilgan bosimi va harorati uchun qizdirilgan bug‘ zichligiga teng bo‘ladi (6 nuqta).

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_{\max}} = \frac{P_n}{P_{\max}} \quad (7)$$

V bosimli havo haroratining to'yinish haroratidan kichik bo'lganda, ya'ni $t_1 \leq t_t$ da (rasm-3 dagi 1-2 chiziq) $R_{\max} = R_t$ da (6b) ifodani quyidagicha yozish mumkin

$$\varphi = \frac{P_n}{P_T} \quad (7a)$$

$t_2 > t_t$ bo'lganda (rasm-3 dagi 5-6 chiziq)

$$\varphi = \frac{P_n}{B} \quad (7b)$$

Agar tarkibidagi bug' holati 1 nuqta bilan aniqlanadigan (rasm-3) to'yinmagan nam havo o'zgarmas bosimda qizdirilsa, to'yinish bosimi p_t oshadi, parsialbosim esa o'zgarmay qoladi, nisbiy namlik $\varphi = \frac{P_n}{B}$ esa havo harorati t_t ga yetganicha kamayadi, to'yinish bosimi V ga teng bo'lmaydi (rasm-3 dagi 3-4 chiziq). Qizdirish davom ettirilsa (3-5 kesma) (7b) ifodadagi ham surat ham maxraj o'zgarmay qoladi, shuning uchun nisbiy namlik φ ham o'zgarmaydi, ya'ni

$$t > t_t \text{ bo'lganda} \quad \varphi = \frac{P_n}{B} = \text{const} \quad (7v)$$

SHudring nuqtasi haqida tushuncha

Agar to'yingan nam havo haroratini kamaytirsak, uning bosimini doimiy saqlasak (tabiiyki, bu holda bug'ning parsialbosimi doimiy saqlanadi, masalan, rasm-3 dagi 1-7 chiziq bo'yicha), to'yinish holatiga yetamiz (7 nuqta). Sovutishni davom ettirsak havodan shudring shaklida nam ajraladi va bug'ning parsialbosimi kamayadi. Ushbu holatdagi bug'ning parsialbosimi R_p ga to'g'ri keladigan to'yinish harorati shudring nuqtasi deyiladi va t_{sh} bilan belgilanadi. (rasm-3). SHudring harorati gigrometr yordamida aniqlanishi mumkin. Gigrometr bu yupqa devorli metall silindr bo'lib, tashqi tomondan silliqilgan. Silindr ichida efir bug'lanadi va harorat pasayib boradiki toki silindrning silliqilgan tashqi sirtida shudring hosil bo'ladi. Efir harorati (ushbu holat uchun belgilab qo'yiladi) shudring nutasiga mos keladi.

To‘yingan bug‘ jadvalidan foydalanib mos ravishda to‘yinish bosimini aniqlash mumkin, qaysiki nam havo tarkibidagi bug‘ning parsialbosimi R_p ga teng.

Ushbu jadvaldan havo haroratiga to‘g‘ri keladigan to‘yinish bosimi ham aniqlanadi.

(7a) ifodadan havoning nisbiy namligi φ aniqlanadi.

Boshqa turdagi gigrometr ishlashi bapzi moddalarning havo namligiga nisbatan o‘z chiziqli o‘lchamlarini o‘zgartirish xususiyatlariga asoslangan. Jumladan ushbu xususiyatlarga insonning yog‘sizlartirilgan sochlari ega (sochli gigrometr).

Amaliyotda havoning nisbiy namligini aniqlash uchun psixrometr asbobi ishlatiladi.

2-mavzu: Nam havoning zichligini aniqlash.

Nam havoning zichligi R , (kg/m^3) quruq havo zichligi ($R_{q.h.}$) va suv bug‘i zichlik ($R_{s.b.}$) lari yig‘indisiga teng (berilgan parsialbosimlari $R_{q.h.}$ va $R_{s.b.}$ va havo haroratidagi), yahni

$$R = R_{q.h.} + R_b \quad (8)$$

Ideal gaz holat tenglamasi $RV = nRT$ dan

$$\frac{P}{\rho} = RT \quad \rho = \frac{P}{RT}$$

$$\text{Quruq havo uchun} \quad \rho_{k.x} = \frac{P_{q.x.}}{RT} \quad (9)$$

$$\text{va suv bug‘i uchun} \quad \rho_{s.b.} = \frac{P_{s.b.}}{RT} \quad (10)$$

(9) va (10) ifodalarni (8)ga qo‘yib to‘amiz:

$$\rho = \frac{P_{q.x.}}{R_{q.x.}T} + \frac{P_b}{R_bT} \quad (11)$$

(11) ifodaga nam havoning to‘liq bosimi V ni kiritish uchun (11) ifodaning o‘ng qismiga $R_b / R_{q.h.} \cdot T$ kattalikni qo‘shamiz va ayiramiz:

$$\rho = \frac{P_{q.x.}}{R_{q.x.} \cdot T} + \frac{P_{b.}}{R_{q.x.} \cdot T} + \frac{P_{b.}}{R_{b.} \cdot T} - \frac{P_{b.}}{R_{q.x.} \cdot T} = \frac{P_{q.x.} + P_{b.}}{R_{q.x.} \cdot T} - \frac{P_{b.}}{T} \left(\frac{1}{R_{q.x.}} - \frac{1}{R_{b.}} \right) \quad (11a)$$

E’tiborga olamizki, $R_{q.h.} + R_{b.} = B$ (3) va quruq havo va suv bug‘ining gaz doimiylari: $R_{q.h.} = 287 \text{ J/kg K}$ va $R_{b.} = 462 \text{ J/kg K}$, (11a) ga qo‘yib, to‘amiz:

$$\rho = \frac{B}{287 \cdot T} - \frac{P_{b.}}{T} \left(\frac{1}{287} - \frac{1}{462} \right)$$

hisoblashlardan so‘ng:

$$\rho = \frac{B}{287 \cdot T} - 0,00132 \frac{P_{b.}}{T} \quad \text{kg/m}^3 \quad (12)$$

Bu yerda V va R_b bosimlar o‘lchov birliklari Pa (N/m^2).

Ifodaning birinchi tashkil etuvchisi quruq havoning barometrik bosimdagi zichligini anglatadi, ikkinchi tashkil etuvchi manfiy ekanligidan xulosa qilish mumkinki nam havoning zichligi har doim quruq havoning zichligidan kam (agar tenglashtirish bir xil bosim va haroratda amalga oshirilsa).

Amaliyotda V va R_b bosimlar o‘lchov birliklari mm sim. ust. da o‘lchanadi.

1mm sim. ust. = 133, 323 H/m² (Ra) ekanligini hisobga olib, (12) ifodani o‘zgartiramiz:

$$\rho = \frac{B}{2,15 \cdot T} - 0,176 \frac{P_{b.}}{T} \quad \text{kg/m}^3 \quad \text{yoki}$$

$$\rho = \frac{B - 0,378 \cdot P}{T} \quad \text{kg/m}^3$$

Ifodada V va R_b o‘lchamlari mm simob ustunida berilgan.

Havoning nam saqlash xususiyati

Nam havoning holatlari o‘zgarganida quruq havo massasi odatda o‘zgarmaydi, bug‘ miqdori esa kamayishi (kondensatsiyalanishda) yoki oshishi (namlik bug‘lanib ajralganda, masalan quritilayotgan materialdan).

SHuning uchun hisoblashlar (quritilishda, namlanganda va hokazo) bir kilogramm quruq havoga nisbatan bajarilishi qulay.

Havoning namlik saqlash xususiyati - nam havo tarkibidagi bug‘ massasi (M_b) ning quruq havo massasi (M_q) ga nisbatiga aytiladi; boshqacha aytganda, namlik saqlash xususiyati – nam havodagi suv bug‘i massaning 1 kg quruq havoga to‘g‘ri kelishiga aytiladi:

$$d = \frac{M_b}{M_k} \quad \frac{\text{kg suvdagi}}{\text{kg quruq havo}} \quad (14)$$

Ko‘pincha 1 kilogramm quruq havoga to‘g‘ri keladigan bug‘ning grammlarida o‘lchanadi. $V_b = V_{q.h.}$ ekanligidan

$$d = \frac{\rho}{\rho_{q.x.}} \quad (15)$$

Holat tenglamasidan

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad \text{ekanligidan} \quad \rho_b = \frac{P_b}{R_b T} \quad \text{va} \quad \rho_{q.x.} = \frac{P_{q.x.}}{R_{q.x.} T} \quad R_b$$

ni $R_{k.x}$ ga bo‘lamiz (T lar qisqaradi) va to‘amiz:

$$d = \frac{P_b \cdot R_{q.x.}}{P_{q.x.} \cdot R_b}$$

(3) ifodadan $R_{q.h.} = V - R_b$ ekanligidan va gaz doimiylarini o‘z o‘rniga qo‘ysak, hosil

qilamiz: $d = \frac{P_b \cdot 287}{(B - P_b) \cdot 462}$ va hisoblab to‘amiz:

$$d = 0,62 \frac{P_b}{B - P_b} \quad \frac{\text{kg} \cdot \text{bug}'}{\text{kg} \cdot \text{q.x.}} = 622 \frac{P_b}{B - P_b} \quad \frac{\text{gr} \cdot \text{bug}'}{\text{kg} \cdot \text{q.x.}}$$

Bundan ko‘rinadiki, bir xil atmosfera bosimi ”V” da namlik saqlash xususiyati bug‘ning parsialbosimi R_b ga bog‘liq, R_b oshishi bilan u oshadi.

Agar biror jarayonda $d = \text{const}$ bo‘lsa jarayon uchun $p_b = \text{const}$ bo‘ladi.

Nam havoning entalpiyasi

Entalpiya ham 1kg quruq havoga nisbatan qaraladi, ya'ni $\left(1 + \frac{d}{1000}\right)$ kilogramm nam havoga nisbatan.

Qavs ichidagi bir soni bir kilogramm quruq havo qo'shilgan bir kilogramm quruq havoga to'g'ri keladigan suv bug'i ekanligini bildiradi, ya'ni nam saqlash xususiyati d o'lchov birligi $\frac{gr \cdot bug}{kg \cdot q.x.}$, shu sababli entalpiya quyidagicha belgilanadi:

$$H; \quad \frac{kJ}{kg \cdot q.x.}$$

Entalpiya H 1kg quruq havo entalpiyasi va $\left(\frac{d}{1000}\right)$ kg bug' entalpiyalari yig'indisidan iborat, ya'ni

$$H = h_{q.x} + 0,001d \cdot h_b. \quad (17)$$

$h_{q.h.}$ – 1kg quruq havo entalpiyasi;

h_b - 1kg suv bug'i entalpiyasi.

$$\text{Quruq havo uchun} \quad h = c_p \cdot t \quad (18)$$

bunda S_r – massaviy izobarik issiqlik sig'imi, uni quyidagicha qabul qilish mumkin:

$$c \approx 1 \frac{kJ}{kg \cdot K} = 0,24 \frac{kcal}{kgk \cdot grad}.$$

Bug' entalpiyasi (1kg uchun) quyidagi emperik formuladan to'ilishi mumkin:

$$h_b = 2490 + 1,97 \frac{kJ}{kg} \quad (SI \text{ sistemasida}) \quad (19)$$

$$h_b = 595 + 0,46 \frac{kcal}{kgk} \quad (MKGS \text{ sistemasida}) \quad (20)$$

(17) va (18) formulalarga issiqlik sig'imi qiymatlarini va (19) va (20) ifodalar qiymatlarini qo'yib, hosil qilamiz:

$$H = t + 0,001d \cdot (2490 + 1,97) \frac{kJ}{kg \cdot q.x.} \quad (21)$$

$$H = t + 0,001d \cdot (595 + 0,46) \frac{kcal}{kgk \cdot q.x.} \quad (22)$$

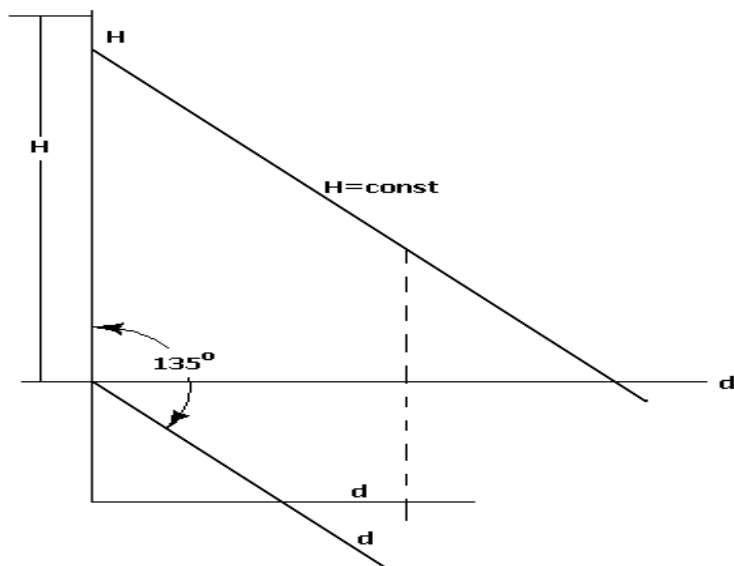
Nam havoning H-d diagrammasi

Quritish jarayonida, namlanish, qizdirish, sovish va boshqa shunga o'xshash jarayonlarda nam havoning holati o'zgarishi bilan bog'liq hollarda uning parametrlarini aniqlashda va amaliy masalalar yechishda professor L.K.Ramzin tomonidan taklif qilingan H-d diagramma yordamida grafik usulidan foydalanish sodda usul hisoblanadi.

Ushbu diagrammada absissa o'qi bo'yicha havoning namlik saqlashi d , g/kgq.h., ordinata o'qi bo'yicha esa nam havoning entalpiyasi N (nam havo tarkibidagi 1kg quruq havoga nisbatan kJ yoki kkal larda) joylashtirilgan.

Diagrammada alohida chiziqlarning qulay joylashishlari uchun koordinata o'qlari 135° burchak ostida o'tkazilgan (rasm-4).

Diagramma koordinatani boshidan o'tkazilgan gorizontall joylashgan qismi amaliy ahamiyatga ega emasligidan absissa (d) shkalasi gorizontall chiziqqa ko'chiriladi va absissa o'qi burchak ostida chizilmaydi. SHuning uchun $H=\text{const}$ chizig'i 45° burchak ostida qiya joylashadi, $d=\text{const}$ chizig'i esa vertikal bo'yicha yo'naladi.



Rasm 4. H-d diagrammasi koordinata to'ri

H-d diagramma $V = 745$ mm sim. ust barometrik bosim uchun quriladi, shu bilan birgalikda diagrammadan ushbu barometrik bosimdan ma'lum miqdorda farqli bosimlarda ham foydalanish mumkin.

Diagrammada (21) yoki (22) ifodalarga yaqin izoterma to'g'ri chiziqlari o'tkazilgan.

Har bir izotermadagi nuqtalarda qiymatlari bir xil bo‘ladi. Buni aniqlash uchun (7a) ifodadan R_b ning qiymati to‘iladi, u berilgan nisbiy namlik φ qiymatiga mos keladi, keyin esa (16) dan mos ravishda namlik saqlash xususiyati d qiymati to‘iladi.

φ ning bir xil qiymatlarini birlashtiruvchi egri chiziqlar $\varphi = \text{const}$ egri chiziqlari tizimini beradi (rasm 5). $\varphi = 100\%$ egri chizig‘i chegara egri chizig‘i bo‘lib, havoning namga to‘yinishini belgilaydi. $\varphi = 100\%$ egri chizig‘idan yuqorida yotgan egri chiziqlar nam havoning xar xil qiymatlariga to‘g‘ri keladi, yahni $\varphi = 0$ – quruq havodan $\varphi = 100\%$ - to‘yingan holatigacha. $\varphi = 100\%$ egri chizig‘idan pastda yotgan chiziqlar havoning o‘ta to‘yingan (tuman) holatini belgilaydi.

Diagrammaning pastki qismida (16) ifoda orqali aniqlangan $R_p = f(d)$ egri chizig‘i (to‘g‘ri chiziqqa yaqin) qurilgan. Ordinata o‘qi bo‘yicha o‘ng tomonda parsialbosim ($R_p, \text{mm. sim. ust. da}$) joylashtirilgan.

100 °S li izotermada (aniqrog‘i 99,4 °S) $\varphi = \text{const}$ egri chiziqlari sinadi va vertikal yo‘naladi, ya’ni to‘yinish haroratidan yuqori haroratda havo bosimining mos ($V=745 \text{ mm.sim.ust.}, t_t= 99,4 \text{ °S}$) qiymatida

$$\varphi = \frac{P_p}{B} = \text{const} \quad (7v)$$

Yuqori haroratlarda $\varphi = \text{const}$ chiziqlari $d=\text{const}$ chiziqlariga parallel ketadi va bundan $R_p = \text{const}$ (16). Masalan, rasm-5 da A nuqtasi.

Nam havoning o‘lchash orqali to‘ilgan xarakterlovchi ikki ko‘rsatkichlari maplum bo‘lsa, nam havoning H-d diagrammasi yordamida qolgan tavsiflovchi ko‘rsatkichlarini aniqlash mumkin. Masalan:

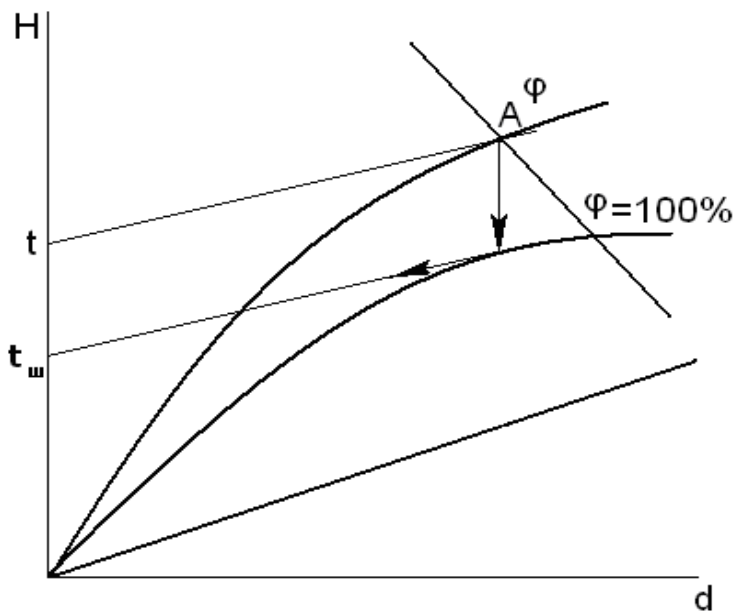
1. Termometr yordamida havoning harorati t ni va gigrometr yordamida to‘yinish–shudring hosil bo‘lish nuqtasi harorati t_t ni aniqlab (va mahlumki, shudring hosil bo‘lish nuqtasi havoni o‘zgarmas bosimda sovutilganda namoyon bo‘ladi), H-d diagrammada A nuqtasini to‘amiz, bu nuqta havo holatini tavsiflaydi (rasm-6). Buning uchun t_t va $\varphi = 100\%$ chiziqlari kesishish nuqtasidan $d=\text{const}$ chizig‘i bo‘yicha (demak, $R_p = \text{const}$ bo‘lganda ham) yuqoriga t izoterma bilan kesishguncha ko‘tarilsak, A nuqta to‘iladi, qaysiki N, d, R_p, φ lar qiymatlarini aniqlaydi.

Diagrammada H - qiymati ordinata o'qidan, d - esa absissa o'qidan olinadi. A nuqtada vertikal bo'yicha (yahni $d = \text{const}$ va $R_p = \text{const}$) pastga $R_p = f(d)$ chiziqgacha tushib, kesishgan nuqtadan o'ng tomondagi ordinata o'qiga chiqiladi va parsialbosim qiymati to'iladi.

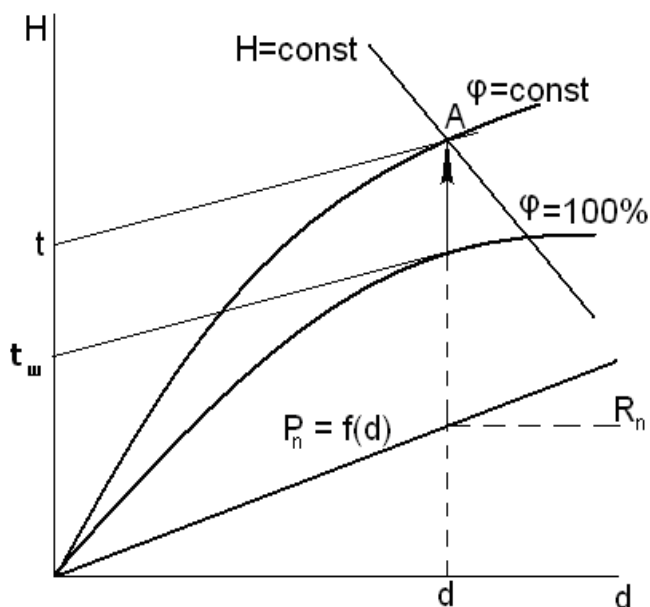
Rasm-6 dan φ qiymati aniqlanishi tushunarli.

2. Soch tolali gigrometr yordamida nisbiy namlikni va termometr yordamida havo haroratini aniqlab, $\varphi = \text{const}$ va $t = \text{const}$ chiziqlari kesishuvida A nuqtani to'amiz (rasm-7). SHundan so'ng diagramma bo'yicha N , d , R_p (rasm 6), shuningdek A nuqtadan vertikal bo'yicha pastga tushib $\varphi = 100\%$ chizig'idan shabnam nuqtasi haroratini to'amiz (rasm-7).

Diagrammada bahzan namlangan termometrnining o'zgarmas harorat chizig'i keltiriladi.



Rasm 6. H - d diagrammada nam havoning holat ko'rsatkichlarini aniqlash



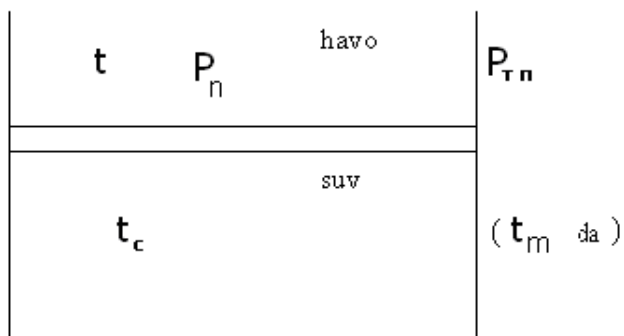
Rasm-7. H - d diagrammada nam havoning parametrlarini aniqlash

3-mavzu: Namlangan termometr haroratini aniqlash

Texnika amaliyotida havo bilan suv tegishida ular orasidagi o‘zaro almashinuviga katta qiziqish mavjud.

Bu holatlarda suyuqlik va havo orasida issiqlik va massa almashinuvi sodir bo‘ladi. Issiqlik almashinuvi haroratlar farqi tufayli yuzaga kelsa, massa almashinuvi – havo oqimi tarkibidagi suv bug‘i parsialbosimi bilan havoning suyuqlik yuzasiga tegib turgan qatlamidagi suv bug‘i parsialbosimlari farqi hisobidan yuzaga keladi.

Suvning yuzasiga tegib turgan havo har doim to‘yingan bo‘ladi, shuning uchun suvning yuzasidagi havoning namlik saqlash xususiyati suvning harorati t_c ga mos keluvchi to‘yingan suv bug‘i parsialbosimi bilan aniqlanadi, bu parsial bosimni R_{tp} bilan belgilaymiz. Havo tarkibidagi bug‘ning parsialbosimi R_p (rasm 8).

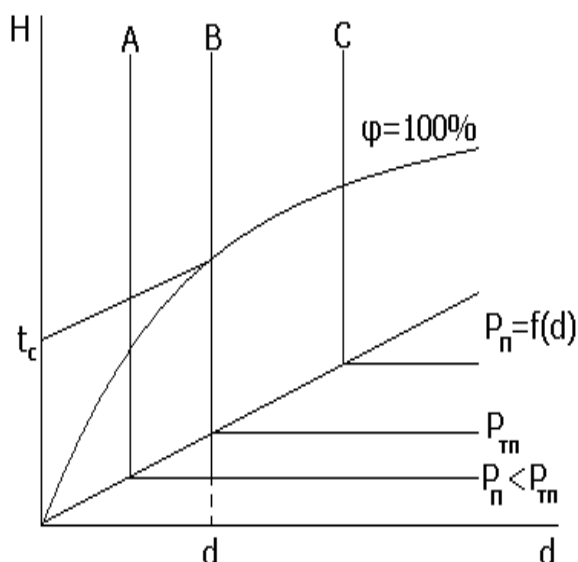


Rasm 8. Suv-havo oralig'i chegarasidagi chegara-qatlam sxemasi

R_{tp} va R_p qiymatlarini massa almashinuvi qanday bo'lishligidan aniqlanadi ya'ni suv bug'lanishida ($R_{tp} > R_p$), yoki havodan bug'ning kondensatsiyalanishidan ($R_p > R_{tp}$).

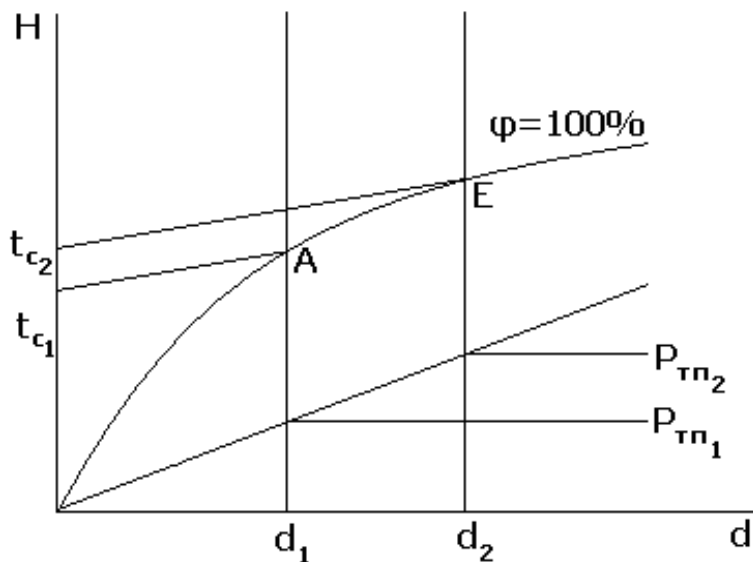
H-d diagramma bug'lanish yoki kondensatsiyalanish jarayonining qaysiniki ekanligini tez aniqlash imkonini beradi. Buning uchun $\phi = 100\%$ chizig'ida t_c haroratga mos keluvchi nuqtani to'amiz (rasm-9 dagi A nuqta) va AV vertikal o'tkazamiz. Bu chiziqda yotuvchi nuqtalar havoning bug'lanishsiz va kondensatsiyalanishsiz xolatlarini tavsiflaydi yahni $R_p = R_{tp}$. Bu chiziqdan o'ngroq tomonda yotuvchi nuqtalar (masalan, S) kondensatsiyalanish sodir bo'ladigan holatni tavsiflaydi, yahni $R_p > R_{tp}$. Bu chiziqdan chaproq tomonda yotuvchi nuqtalar (masalan, D nuqta) bug'lanish sodir bo'ladigan holatni tavsiflaydi, ya'ni $R_p < R_{tp}$.

Aytaylik, suvning yuzasidagi havoni nam saqlash xususiyati yuza ustidagi havo qatlamining nam saqlash xususiyatiga teng (rasm-9 da V nuqta). Namlik saqlash xususiyatlari tengligi boshlang'ich momentda na bug'lanish, na kondensatsiyalanish sodir bo'lmaydi, $R_p = R_{tp}$.



Rasm 9. H-d diagrammada bug‘lanish va kondensatsiyalanish jarayonlarining ifodalanishi

Lekin havoning harorati t V nuqtada suyuqlik harorati t_c dan yuqori, shuning uchun suvga havodan issiqlik uzatiladi va suvning harorati oshadi, natijada namlik saqlash xususiyati va R_{tp} oshadi (rasm-10, t_{c2} , d_2 , R_{tp2}), bundan suv yuzasidan bug‘lanish boshlanadi (E nuqta AV chiziqdan o‘ngroqda yotadi, $R_{tp2} > R_{tp1}$). Suvni qizdirish mobaynida havo va suv haroratlari farqi kamayadi va shuning uchun suvga kiritilayotgan issiqlik miqdori kamayadi. Boshqa tomondan namlik saqlash xususiyatlari d_1 va d_2 lar farqi oshadi, ya’ni bug‘lanish jadalligi oshadi. Bu ikki omil bir yo‘nalishda harakatlanadi va suv harorati oshishini chegaralaydi. Suv harorati oshishi to‘xtaydi qachonki suvga kiritilayotgan issiqlik hammasi bug‘lanishga sarflanadi. Bu hosil bo‘lgan turg‘un harorat namlangan termometr harorati deyiladi va t_m bilan belgilanadi. Bundan, chegaralangan suv yuzasini chegaralanmagan havo oqimi bilan yuvilganda oxir oqibat maplum doimiy haroratga ega bo‘ladi, bu esa berilgan havo holati uchun namlangan termometr harorati nomi bilan yuritiladi.



Rasm 10. H-d diagrammada namlik bug‘lanishi jarayonining ifodalanishi

Agar chegaralangan hajmdagi havoga keraklicha ko‘p miqdorda suv kiritilsa, maplum vaqtdan keyin havo suv bug‘lariga to‘yinadi, qaysiki issiqlik almashinish faqat suv va havo orasida sodir bo‘ladi, issiqlik olinishi bo‘lmaydi, demak havoning to‘yinish jarayoni adiabatik hisoblanadi.

Havoning to‘yinishi natijasida uning harorati suvning haroratiga teng bo‘lib qoladi(ya’ni namlangan termometr harorati t_m ga).

To‘yinish jarayoni oxirida hosil bo‘lgan havo harorati havoning **adiabatik to‘yinish harorati** deyiladi.

Namlangan termometrning doimiy haroratlari chiziqlari H-d diagrammaga punktir chiziqlar bilan belgilanadi va bir qancha $H = \text{const}$ chiziqlar xolati bilan aniqlanadi.

I. 4- mavzu: «Havoning sarfi va tezligini aniqlash»

II. Ishning maqsadi: Mavjud bo'lgan o'lcham asboblardan foydalanib quvurlarda harakat qilayotgan havoning sarfi va tezligini aniqlashni o'rganish.

III. Kerakli jihozlar va materiallar.

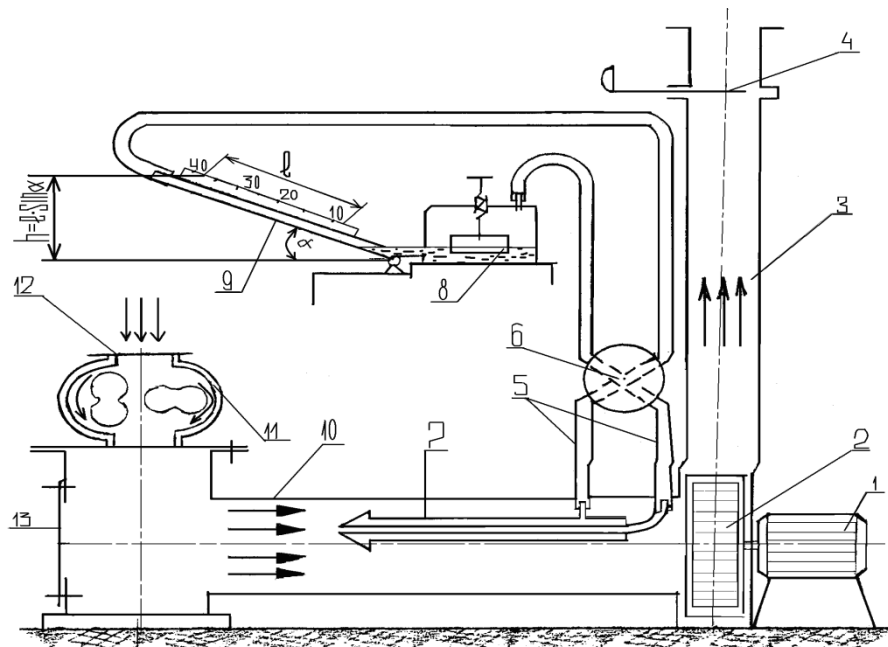
IV. Ishni bajarish tartibi.

1. Tajriba ishlarini boshlashdan avval laboratorik qurilmani tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish va tajriba o'tkazish usulini o'rganish zarur.

2. Qurilmani texnik holatini tekshirish va birona nosozlik uchrasa bu haqida dars o'tayotgan o'qituvchiga aytish lozim.

3. Dars o'tayotgan o'qituvchining ruxsatini olgandan so'nggina qurilmani ishlatish mumkin.

4. Tajriba o'tkazilayotgan vaqtda elektrodvigatelining kontaktlaridan, elektr toki o'tayotgan o'tkazgichlardan va aylanayotgan qismlardan uzoqroq turish tavsiya etiladi.



Rasm.1. Havoning sarfi va tezligini aniqlash uchun ishlatiladigan tajriba qurilmaning sxemasi.

1 - elektrodvigatel; 2 – markazdan qochma ventilyator; 3 – haydovchi quvur; 4 - tiqin; 5 – rezinli naycha; 6 – uch yo‘lli kran; 7 – Pito naychasi; 8 – rostlagich; 9 – mikromonometr; 10 – suruvchi quvur; 11 – havoning sarfini o‘lchaydigan RG – 250 qurilmasi; 12 – havo so‘rish yo‘li; 13 – havo so‘rish tiqini.

Vaqtni o'lchash uchun sekundomerdan foydalaniladi.

Tajriba o'tkazish tartibi.

Tajribada havoning sarfi va tezligi ikki xil o'lchash asboblardan foydalanib to'iladi. Birinchi RG-250 gaz sarfini o'lchagich yordamida, ikkinchisi esa Pito naychasi va mikromanometr yordamida. Ikkala asboblardan yordamida bir xil tezlik va bir xil sarf

aniqlaniladi. SHuning uchun tajriba qurilma ishlatilgan vaqtda ikkala o'lchash asboblari bir vaqtda ishga tushiriladi.

Tajriba quyidagi tartibda o'tkaziladi:

1. Qurilmaning ishga tushurishdan avval Pito naychasining uchi quvurning tepangi qismida hisoblaganda uning diametrini uchdan bir qismigacha quvuriga kirganligi tekshiriladi. Agarda ko'p yoki kam kirgan bo'lsa, uchdan bir qismigacha kirishligi ta'minlaniladi.
2. Mikromanometr naychasi ichidagi suyuqlikning holati 0. ga keltiriladi. Buning uchun kalkigich (8) dan foydalaniladi. Mikromanometrning tug'ri turishligi undagi 2 ta pufakchani o'rta holatda turishligi bilan ta'minlaniladi. Buning uchun uning oyoqlaridagi vintlardan foydalaniladi.
3. Tajriba mobaynida havoning sarfi va tezligi 3 xil holatlarda aniqlanishi kerak. Buning uchun qurilmadagi tikindan (4) foydalaniladi. Birinchi tajribada tikin 20 %, ikkinchisida 60% va uchinchisida esa 100 % ochik holatda o'rnatiladi.
4. Birinchi tajribani o'tkazish uchun tikin 20% ochiq holatda o'rnatiladi. Ko'kok (12), olib qo'yiladi va elektrodvigatel tokka ulaniladi. Ventilyator havoni gaz sarfini o'lchagich (II) parraklari havo o'tish hisobiga aylana boshlaydi. Parraklarni aylanishi normal holatga kelganligi ularning tovushiga qarab aniqlanadi. Tovush o'zgarmas bo'lgandan keyin tajriba natijalarni o'lchash boshlanadi. Buning uchun gaz sarfini o'lchagichni ko'rsatgichi sekundomer ishga tushiralayotgan vaqtdagisi va sekundomer 20 sekunda ko'rsatgan vaqtdagisi yozib olinadi. Keyingisidan oldingi ko'rsatgichi ayirilsa 20 sekunda gaz sarfini o'lchagichdan (II) o'tgan havoning miqdori m^3 hisobida kelib chiqadi. Tajriba 3 marta o'tkaziladi va xar bir olingan natija jadval 1 dagi 2,3 va 4 ustunlarga yozib boriladi.

Havo sarfining o'rtacha qiymati 2,3 va 4 ustunlardagi ko'rsatgichlarni ko'shib, chiqqan natijani 3 ga bo'lib to'iladi va to'ilgan qiymat 5-ustunga yozib qo'yiladi.

Jadval. 1.

Tikinning ochikligi %	20 s.dagi havoning sarfi, m^3				Ma'lumotlarni hisoblash		
	Tajribani kaytarilishligi			O'rtacha qiymat	Havoning 1 s. dagi sarfi m^3/s	Havoning 1 soatdagi sarfi $m^3/soat$	Havo oqimining o'rtacha tezligi m/s
	1	2	3				
20							
60							
100							

Havoning I sekunddagi sarfi 5-ustundagi qiymatni 20 ga bo'lib to'iladi va to'ilgan qiymat 6-ustunga yozib qo'yiladi. Havoning I soatdagi sarfi 6-ustundagi qiymatni 3600 ga ko'paytirib to'iladi va to'ilgan qiymat 7-ustunga yozib qo'yiladi. Havo oqimining o'rtacha tezligi quyidagi tenglamadan to'iladi.

$$v_{ypm} = \frac{Q}{F} \text{ m/c} \quad (1)$$

Bunda: Q-havoning I sekkundagi sarfi, m³ s (6-ustun).

F-quvurning ko'ndalang kesim yuzasi, m.

Birinchi tajribaning 2-kismi, ya'ni mikromanometr va Pito naychasidan foydalanib quvurning ichida harakat qilayotgan havoning sarfi va tezligi quyidagicha aniqlaniladi:

4.1 Mikromanometr naychasi bo'ylab suyuqlikning ko'tarilish masofasi 1 metr hisobida aniqlaniladi va to'ilgan natija 2-jadvaldagi 2-ustunga yozib qo'yiladi.

Jadval.2.

Tiqlarning ochiqqligi %	20 s. havoning sarfi m ³			Ma'lumotlarni hisoblash			
	Tajribaning kaytarilishi			O'rtacha qiymati	Havoning 1 s dagi sarfi m ³ /s	Havoning 1 soatdagi sarfi m ³ /soat	Havo oqimining o'rta tezligi m/s
	L,m	h, m	Rd,.Pa				
20							
60							
100							

4.2. Mikromanometr naychasi bo'ylab suyuqlikning ko'tarilish balandligi h metr hisobida quyidagi tenglikdan to'iladi va 3-ustunga yozib qo'yiladi.

$$h = k \cdot l, \text{ m}$$

Bunda: $\kappa = \sin \alpha$ ning qiymati mikromanometr naychasini gorizonta tekislikka nisbatan qanday burchak ostida o'rnatilganligiga qarab qurilmadan olinadi.

4.3. Quvur ichida harakatlanayotgan havoning dinamik bosimi R_d quyidagicha to'iladi va 4-ustunga yozib qo'yiladi.

$$P_d = h \cdot \rho \cdot g, \text{ Pa}$$

Bunda: h - suyuqlikning mikromanometr naychasi bo'ylab ko'tarilish balandligi, m (3-ustun).

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - \text{mikromanometr ichiga quyilgan suyuqlikning zichligi}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 - \text{jismning erkin tushish tezlanishi.}$$

4.4. Quvurda harakatlanayotgan havoning I sekundagi sarfi, ya'ni quvurning ko'ndalang kismidan I sekundda o'tayotgan havoning miqdori quyidagicha aniqlaniladi va 5-ustunga yozib qo'yiladi.

$$Q = \xi F \sqrt{\frac{2}{\rho} P_g}, \text{ m}^3/\text{s}, \quad \text{bu erda, } F = \frac{\pi d^2}{4}$$

Bu erda: $\xi = 0,95$ -o'lchash vaqtidagi yo'l qo'yilgan xatolikni hisobga oluvchi koeffitsienti;

ρ - 1,2 kg/m³ – havoning zichligi

d - 0,2 m-havo yo'lining diametri.

4.5. Quvur ichida harakatlanayotgan havoning 1 soatdagi sarfi 5-ustundagi qiymatni 3600 ga ko'paytirilib to'iladi va 6-ustunga yozib qo'yiladi.

4.6. Quvur ichida harakatlanayotgan havo oqimining o'rtacha tezligi 5-ustundagi qiymatni quvurning kundalang kesim yuzasiga (F) bo'lib to'iladi va 7-ustunga yozib qo'yiladi.

Mana shu ishlar bajarilib bo'lgach birinchi tajriba tugallangan hisoblanadi.

Ikkinchi va uchinchi tajribalar, ya'ni tikin 60% va 100% ochiq bo'lgan holatlar uchun ham, yukorida ko'rsatilgan usulda bajariladi.

Tajriba ishning hisoboti quyidagilardan tashkil to'mog'i kerak:

1. Ishning maqsadi va vazifasi.
2. Tajriba qurilmasining sxemasi.
3. Pito naychasi uchun havo oqimining o'rtacha tezligi va soatdagi sarfini hisoblash formulasi.
4. Tajriba natijalarini hisobi.

I. 5-mavzu: «Issiqlikni izolyasiyalash materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash»

II. *Ishning maqsadi.* Truba usulida issiqlikni izolyasiyalash materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini tajriba yo'li bilan aniqlash usulini o'rganish va tajriba natijalarini hisoblash.

III. *Kerakli jihoz va materiallar.*

IV. *Ishni bajarish tartibi.*

Umumiy ma'lumotlar

Issiqlik o'tkazuvchanlik hodisasi – bu haroratlar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning uzatilishidir. Issiqlik almashinuvining bunday usuli, asosan, qattiq jismlarda bitta jismning ichida ham, shuningdek, bir-biriga tegib turgan ikkita jism orasida ham sodir bo'ladi. Buning asosiy sababi moddalarning mikrozarrachalari (molekulalar, atomlar, erkin elektronlar va ionlar) harakatidir.

Tajriba ishida issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash uchun po'lat trubaning tashqi yuzasiga o'ralgan asbest materiali olingan. Bu material po'lat trubaning ichiga o'rnatilgan elektr qizdirgich yordamida bir tekisda qizdiriladi. Shuning uchun hisoblashlarda silindrik devor uchun chiqarilgan Fure tenglamasidan foydalanamiz:

$$Q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{2\pi\lambda} l \frac{d_2}{d_1}} \quad (1)$$

bu yerda,

t_1 va t_2 — asbest qatlamining ichki va tashqi yuzalarining harorati, ° C;

l - asbest qatlamining uzunligi, m ;

λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsient, Wt/m gr.;

d_1 va d_2 — asbest qatlamining ichki va tashqi diametrlari, m.

Tajriba qurilmasining tuzilishi:

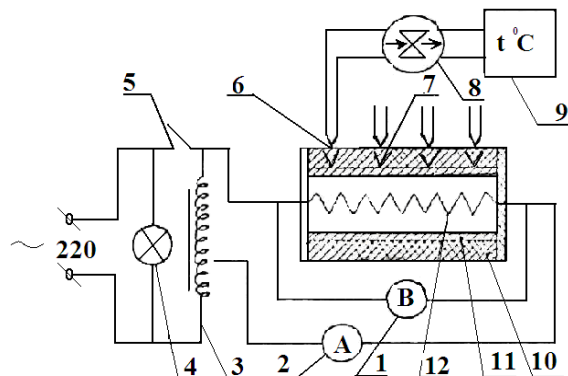
Tajriba qurilmasining asosiy ko'rsatkichlari:

Asbest qatlamining qalinligi — 10 mm

Po'lat trubaning tashqi diametri — 48 mm

Asbest qatlamining uzunligi — 870 mm

Qurilmaning ish rejimi avtotransformator 3 yordamida sozlanadi. Voltmetr 1 va ampermetr 2 larning ko'rsatkichlariga qarab esa, qurilmani qizdirish uchun sarflanayotgan quvvati aniqlanadi. Asbest qatlamining ichki va tashqi yuzalarining haroratini o'lchash uchun sakkiz dona xromel-ko'elli termojuft 6 va 7 lar o'rnatilgan. Ular pereklyuchatel 8 yordamida potensiometr 9 ga signal berib turadi.



Rasm. 1 Qurilmaning sxemasi:

1-voltmetr; 2-ampermetr; 3-avtotransformator; 4-elektrolampochka; 5-pereklyuchatel; 6- va 7- asbest qatlamining tashqi va ichki yuzalarining haroratini o'lchash uchun termojuftlar; 8-ko'p nuqtali pereklyuchatel; 9-potensiometr; 10-asbesta qatlami; 11-po'lat tuba; 12-elektr qizdirgich.

Ishni bajarish tartibi:

1. Qurilma bilan tanishing.
2. Elektr qizdirgichni zanjirga ulang va o'qituvchi ko'rsatmasiga binoan qizdirish rejimini o'rnatish.
3. Statsionar rejimga o'rnatilgach, potensiometr ko'rsatkichi o'zgarmas holatga kelgach, potensiometr, ampermetr va voltmeter larning ko'rsatkichlarini kuzatish protokoli (jadval 1) ga yozib oling.
4. Avtotransformator yordamida qizdirish rejimini o'zgartiring.
5. Xuddi birinchi holatdagi kabi hamma priborlarning ko'rsatkichlarini kuzatish protokoliga yozib oling.
6. Tajribadan kelib chiqqan natijalarni hisoblang va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlang .

Tajriba natijalarini hisoblash

Asbest qatlamidan o'tayotgan issiqlik oqimi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = JU, \quad Vt \quad (2)$$

t_{ur} va t_{2ur} haroratlarning qiymatlari shu haroratlarga mos keluvchi termojuftlarning ko'rsatkichlarini o'rtacha arifmetik qiymatlaridan to'iladi:

$$t_{ur1} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (3)$$

$$t_{ur2} = \frac{t_5 + t_6 + t_7 + t_8}{4} \quad (4)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ -ni tenglama (1) dan to'sak:

$$\lambda = \frac{Q}{2\pi l(t_1^{\text{ypr}} - t_2^{\text{ypr}})} \ln \frac{d_2}{d_1}, \quad \text{Вт/м} \cdot \text{гр} \quad (5)$$

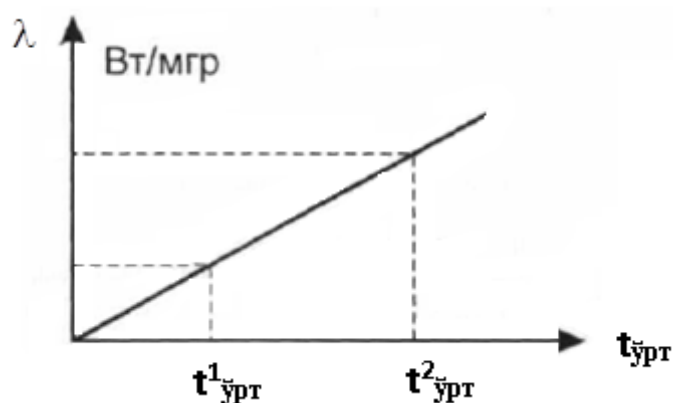
Qurilmaning ikkita ish rejimi uchun issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini hisoblab to'g'ach, $\lambda = f(t_{o'rt})$ bog'liqlik grafigini quramiz:

bu erda, $t_{o'rt}$ — Asbest qatlamlarining o'rtacha harorati

$$t_{o'rt} = \frac{t_1^{\text{ypr}} + t_2^{\text{ypr}}}{2} \quad (6)$$

jadval.1.

№ pp	Tok kuchi A	Kuchl anish V	H a r o r a t								F Vt	t ₁ °C	t ₂ °C	t _{ur} °C	λ Vt/ m*gr
			asbestning ichki qatlami				asbestning tashqi qatlami								
			t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈					
1															
2															



Rasm. 2. λ -ni $t_{o'rt}$ -ga bog'liq ravishda o'zgarish grafigi.

Tajriba ishning hisoboti quyidagilardan tashkil to'mog'i kerak:

1. Ishning maqsadi.
2. Tajriba qurilmasining sxemasi.
3. Kuzatish protokoli (jadval 1)
4. Tajriba natijalarini hisobi.
4. $\lambda = f(t_{ur})$ bog'liqlik grafigi.

6-λαβοροτοριψα μασηγυλοτ μαπζυσι:

“Ηαπονινγερκιν ηαρακατ παψτδαγι γοριζονταλ τρυβανινγ Issiqlik berish koefitsientini aniqlash»

Ishning maqsadi Issiqlik berish koefitsientini tajribada aniqlash usulini o'rganish va tajriba ma'lumotlarini aniqlash

Ishning vazifasi

1. Cheklanmagan bo'shliqda havo gorizontall trubani erkin aylanib o'tayotganda, gorizontall trubaning issiqlik berish koefitsientini aniqlash.
2. Tajriba ma'lumotlarini hisoblash va analiz qilish.

Umumiy ma'lumotlar

Konveksiya yo'li bilan issiqlik almashinuvi –issiqlik uzatishning uch xil ko'rinishdan bittasidir. Konveksiya yo'li bilan issiqlik almashinuvidan issiqlik energiyasini uzatilishi haroratlari har-xil bo'lgan gaz yoki suyuqliklarning hajmlarini bo'shliqda o'zaro aralashib ketishi hisobiga bo'ladi. Konvektiv yo'li bilan issiqlik berish nurlanishda issiqlik tarqalishi bilan birga sodir bo'ladi.

Nurlanishda issiqlik tarqalishi – bu issiqlik energiyasini elektrmagnit to'lqin ko'rinishida tarqalish jarayonidir.

Nyuton-Rixman qonuniga asosan konvektiv yo'l bilan berilayotgan issiqlikning hisoblash tenglamasi quydagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F_k = \alpha F(T_{pt} - T_x), Bt, \quad (1)$$

Bu yerda, T_{pt} –jism yuzasining temperaturasi, K;

T_x -muhit (havo) ning harorati, K;

F- issiqlik chiqaruvchi yuza, m².

Umumiy holda konvektiv yo'l bilan issiqlik berish jarayoniga o'zarobog'liq bo'lgan birqancha faktorlar ta'sir etadi. Ularning ta'siri issiqlik berish koefitsienti α orqali hisoblanadi. Issiqlik berish koefitsienti qattiq jismning yuzasi 1 m² bo'lganda, 1 soat mobaynida, qattiq jism va harakatlanayotgan muhitning haroratlar farqi 1 gradus bo'lsa, qattiq jismdan qancha miqdordagi issiqlik muhitga uzatilganligini ko'rsatadi.

Issiqlik berish koefitsienti gaz yoki suyuqlikning harakat rejimi va tezligi, jismning shakli va o'lchamlari, harakatlanayotgan muhitning harorati va fizik xossalari va bundan tashqari bir qancha faktorlarning funksiyasi hisoblanadi:

$$\alpha = f(\omega, T_B, T_{CT}, \alpha, c, \rho, \nu, \varphi, l_1, l_2, \dots l_n), \quad \text{Bt/(m}^2\text{K)}, \quad (2)$$

unda ω - gaz yoki suyuqlikning harakat tezligi, m/s

T_{pt}, T_x – devor va muhitning harorati, K

α - gaz yoki suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, Vt/m K

s - gaz yoki suyuqlikning massaviy issiqlik sifimi, kDj/kg K

ρ - gaz yoki suyuqlikning zichligi, kg/m³

ν - kinematik yo'lishqoqlik koeffitsienti, m²/s

φ - qattiq jismlarning shaklini ta'sirini hisoblovchi faktorlar.

$l_1, l_2, \dots l_n$ – qattiq jismning geometric o'lchamlari, m.

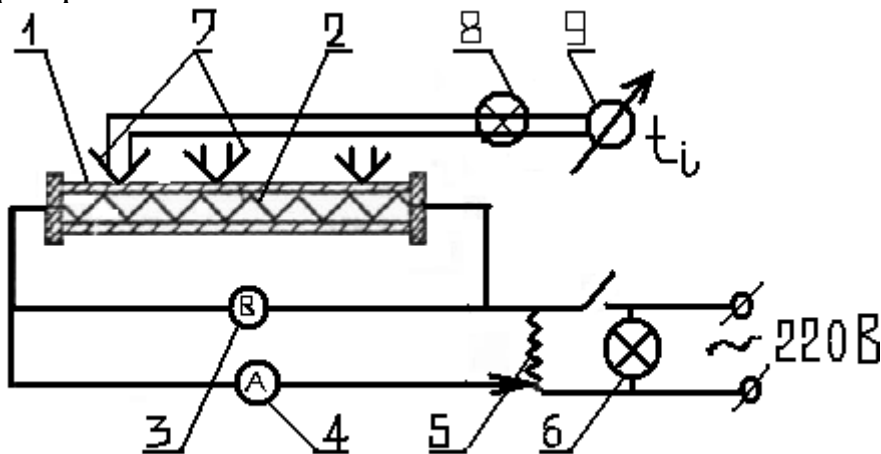
Laboratoriya qurilmasining tuzilishi

Qurilma (1.rasm) tashqi diametrid-54 mm va uzunligi, 1-850 mm, bo'lgan gorizontall tekis po'lat trubadan iborat. Trubaning ichida elektr qizdirgich 2 joylashgan. Uning zanjiriga voltmetr 3, ampermetr 4 va avtotransformator 5 ulangan. Elektr qizdirgichning iste'mol qilayotgan quvvati avtotransformator bilan sozlanib, ampermetr va voltmetrlar yordamida o'lchaniladi.

Trubani sirtqi yuzasining harorati ko'p nuqtali pereklyuchatel 8 orqali milli volmetrga 9 (yoki potensiometr) ulangan sakkizta xromel-ko'elli termo juftlar 7 yordamida o'lchanadi.

Ishni bajarish tartibi

Sinovni (tajribani) boshlashdan avval laboratorik qurilma va o'lchov asboblari bilan tanishib chiqmoq kerak.



Rasm 1. Issiqlik berish koeffitsientini aniqlaydigan tajriba qurilmaning sxemasi.

1 – po'lat truba; 2 – elektr qizdirgich; 3 -voltmetr; 4- ampermetr; 5 – avtotransformator; 6- signal lampochkasi; 7 — termojuftlar; 8 — ko'p nuqtali pereklyuchatel; 9 — potensiometr.

Elektr qizdirgichni ulash va uzish pedagog tomonidan amalga oshiriladi.

Issqlik rejimi barqaror bo'lgandan keyin (tajriba xonasining eshik va derazalarni yo'iq holda bo'lishi kerak) hamma o'lchov asboblarning ko'rsatkichlarini kuzatish protokoliga yozib olinadi.(1-jadval).

Trubaning sirtqi yuzasini temperaturasini aniqlash uchun termojuftlarni 7 navbatma-navbat ko'p nuqtali pereklyuchatel 8 yordamida potensiometrغا 9 ulash kerak. Tajriba o'tkazilayapgan paytda voltmetrning ko'rsatkichini avtotransformator yordamida bir-xil bo'lishligini ta'minlab turish kerak. Har xil issqlik rejimidagi tajribalar sonini talabalar pedagogning ko'rsatmasiga binoan aniqlaydilar. (ikkitadan kam bo'lmasligi kerak).

jadval 1

№	Tok kuchi J, A	Kuchlanish U, V	Havoning harorati °S	Truba sirtining harorati, °S							
				t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈
1											
2											
3											

Tajriba natijalarini hisoblash

Havo erkin harakat qilayotganda gorizonta trubaning issqlik berish koefitsientini Nyuton-Rixman formulasidan aniqlaymiz.

$$\alpha = \frac{\Phi_K}{F(T_{CT} - T_B)}, \text{ Vt/(m}^2\text{K)} \quad (3)$$

unda: F_K -konvektiv yo'li bilan issqlik almashinuvi hisobiga trubaning sirtqi yuzasidan vaqt birligida havoga berilayotgan issqlik oqimi:

F -po'lat trubaning sirtqi yuzasi, m²,

$$F = \pi dl \text{ m}^2.$$

$l = 0,85 \text{ M}$ - po'lat trubaning uzunligi:

$d = 0,054 \text{ m}$ - po'lat trubaning tashqi diametri.

T_{pt} -po'lat trubaning sirtqi yuzasining xaqiqiy o'rtacha absolyut harorati,

$$T_{pt} = T^1 + kt_v, (4)$$

T_{pt} -po'lat trubaning sirtqi yuzasini potensiometr ko'rsatkichlari bo'yicha o'rtacha absolyut harorati, K

$$T_{pt}^1 = \frac{\sum_{i=1}^8 t_i}{8} + 273, \text{ K} \quad (5)$$

t_i – po‘lat trubani sirtqi yuzasini termojuftlar o‘rnatilgan nuqtalarning haroratlari, °C.
 k – tuzatish koeffitsienti, uning qiymati 2-jadvaldan qabul qilinadi.

Jadva l. 2

O‘lchanayotgan harorat oralig’i, K	Tuzatish koeffitsienti, k
	1.00
273 – 373	0.90
374 – 473	0.83
474 – 573	0.81
574 – 673	

t_v – erkin uchlarning temperaturasi (laboratoriya xonasidagi havo haroratiga teng deb qabul qilamiz), °C

T_h – laboratoriya xonasidagi havoning absolyut harorati, K.

$$T_b = t_b + 273, \text{ k.} \quad (6)$$

Umumi yisshiqlik oqimi F konveksiya F_{kva} nurlanish F_a yo‘li bilan berilayotgan issiqlik oqimlarining yigindisiga teng:

$$F = F_k + F_l \quad (7)$$

Umumi yisshiqlik oqimini F elektr qizdirgichiga sarflangan elektr energiyadan aniqlaymiz.

$$F = JU \quad (8)$$

J - elektr qizdirgichdagi tok kuchi, A

U – elektr qizdirgich klemmlaridagi kuchlanish, Vt.

Nurlanish yo‘li bilan berilayotgan issiqlik oqimini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$F_n = C_{pt} F [(T_{pt}/100)^4 - (T_x/100)^4], Vt \quad (9)$$

Bu yerda: S_{pt} - po‘lat truba devorining (harorati $T = (293....633)$ K bo‘lganda $5,03 Vt/m^2 K^4$ ga teng bo‘lgan) nurlanish koeffitsienti.

Qizdirilgan po‘lat trubadan konveksiya yo‘li bilan vaqt birligida havoga berilayotgan issiqlik miqdorini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$F_k = F + F_n, Vt \quad (10)$$

Qizdirilgan gorizantal po‘lat trubaning sirti va havo haroratlarining farqi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta T_{pt} = T_{pt} - T_v, K \quad (11)$$

Olingan hisoblash natijalari 3- jadvalga yozib qo'yiladi.

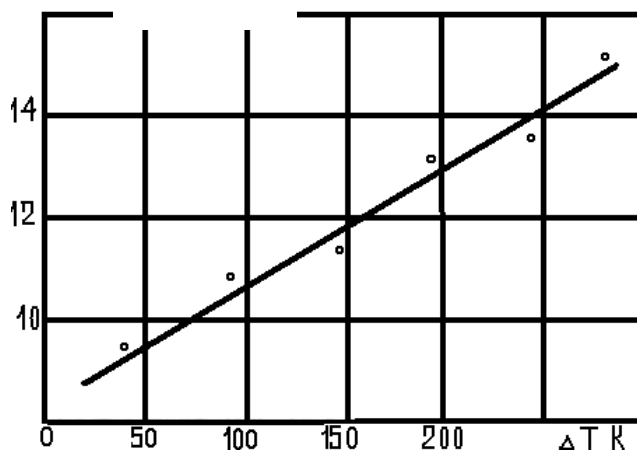
Jadval 3

№ tajriba	F, m ²	T _{pt} ¹ , K	T _{pt} , K	T _x , K	F, Vt	F _n , Vt	F _k , Vt	ΔT, K
1								
2								
3								

Olingan tajriba natijalariga asoslanib mashtabda α - ni ΔT –ga bog'liq ravishda o'zgarish grafigini ko'rish kerak.

$$\alpha$$

$$BT/m^2K)$$



Rasm. 2 α - ni ΔT –ga bog'liq ravishda o'zgarish grafigi.

Tajriba ishning hisoboti quyidagilardan tashkil to'mog'i kerak:

1. Ishning maqsadi vavazifasi.
2. Tajriba qurilmasining sxemasi.
3. Kuzatish protokoli (jadval 1)
4. Tajriba natijalarini hisobi.
5. $\alpha = f(\Delta T_r)$ bog'liqlik grafigi.

7-laboratoriya mashg'ulot mavzusi: "Konditsionerni sinash"

Ishning maqsadi. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida havo va har xil ob'ektlar orasida issiqlik-massa almashinuvi amalga oshadi. Ushbu jarayonlarni amaliy o'rganish, uzatilayotgan issiqlik va namlikni tajribada o'rganish, hisoblashlar o'tkazish, o'lchov asboblari ishlatishni bilishda BK-1500 konditsionerning tuzilishini, ishlash prinsipini, sinov o'tkazish usullarini o'rganish va konditsionerdan foydalanish ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadga muvofiq..

Tajriba ishi bo'yicha qilinadigan ishlar

1. BK-1500 konditsionerning tuzilishini, asosiy qismlarining va agregat-larining qo'llanilishi va ishlashini o'rganish.
2. Psixrometr, anemometr, gigrometr, termometrlar asboblariidan amalda foydalanish.
3. Konditsionerdan foydalanishning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlash.
4. Konditsionerning ish jarayonini Hd – diagrammada tasvirlash.
5. Tajriba ishidan olingan ko'rsatkichlar asosida hisobot tayyorlash.

Umumiy ma'lumot

Konditsioner - avtomatik tarzida ishlaydigan qurilma bo'lib, xonada ma'lum ko'rsatkichlarga ega bo'lgan mikroiklimni hosil qilish va uni saqlab turish uchun ishlatiladi. Rasm-1 da xona havosining konditsionerlanish jarayoni tasvirlangan.

Xonadan konditsionerga kirayotgan havoning holati Hd – diagrammada nuqta 1 bilan tasvirlangan (Rasm-1), bu nuqta temperatura t_{uq} va nisbiy namlik φ_{uq} chiziqlarining kesishgan joyida yotadi.

Laboratoriya qurilmasi

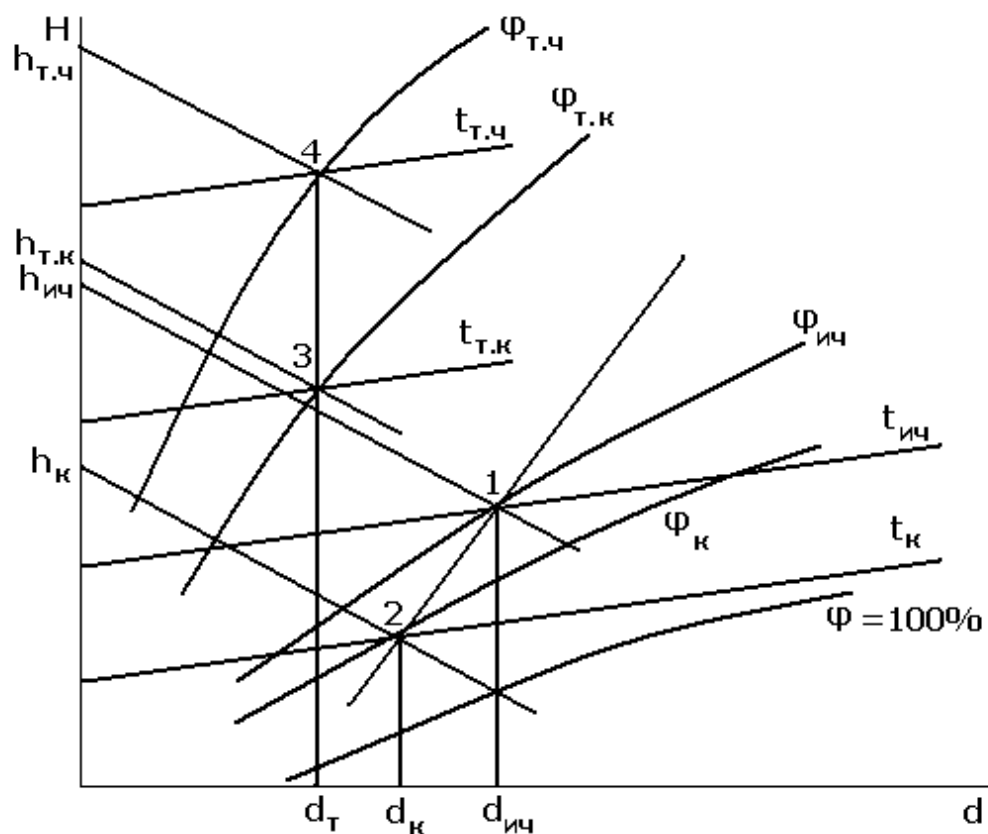
Rasm 2 da konditsionerning umumiy ko'rinishi keltirilgan bo'lib, ventilyatorlar joylashishi, sovutish agregati, ichki va tashqi havoning harakatlari ko'rsatilgan.

Konditsionerning qismlarini tutashtiruvchi tugunlari uning asosiga payvandlangan.

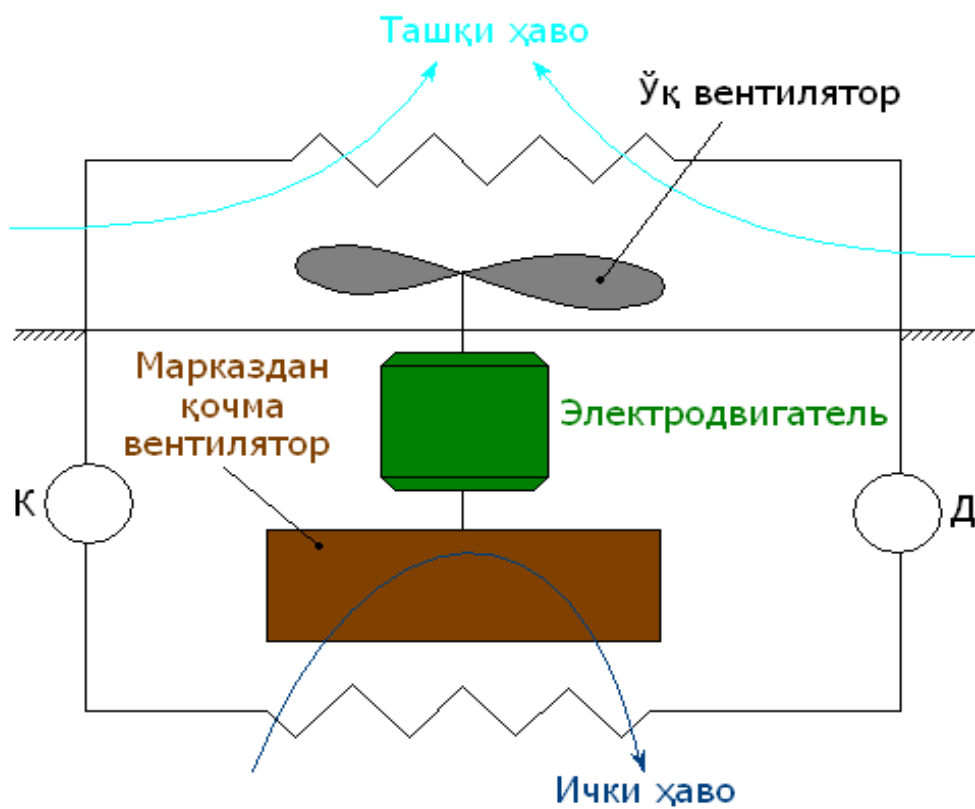
Asosga payvand qilingan ajratish devori konditsionerni ikkita bir-biridan germetik izolyasiyalangan qismlarga ajratadi (tashqi va ichki). Ajratish devorida tirqish bo'lib, u darcha bilan ochib-yo'ib turiladi va shu yordamida tashqi havoning xonaga 15% gacha kirishini boshqarib turadi.

Konditsionerning asosiy tugun qismlari quyidagilar:

- sovutish agregati: kompressor, kondensator, kapillyar quvur, tozalagich-quritgich, bug'latgich va kengaytirgich;
- ikki xil aylantirish tezligiga ega bo'lgan elektr dvigateliga ikki tomonidan o'q va markazdan qochma ventilyatorlar o'rnatilgan;
- ishga tushirishda himoyalovchi qurilmali boshqarish taxtasi bor.



Rasm 1. Xona havosini konditsirlash jarayonining Hd – diagrammadagi ko‘rinishi



Rasm 2. Konditsionerning umumiy ko‘rinishi sxemasi

Sovitish sistemasi agregati xonaning havosidan (retsirkulyasiya havosi) issiqlikni olib, tashqi atmosfera havosiga berish funksiyasini bajaradi.

O‘q ventilyator tashqi havoni kondensator orqali haydab, uni sovutadi.

Markazdan qochma ventilyator konditsionerning ichki qismida joylashgan bo‘lib, xona havosini old deraza, havo tozalagich va bug‘latkich orqali haydab, sovigan va changdan tozalangan havoni boshqariladigan tirqish orqali xonaga haydash uchun xizmat qiladi.

Ventilyatorlar elektr dvigateli kompressor ishga tushganda ishlaydi, biroq sovutish tizimining harakatini to‘xtatib qo‘yib ham ishlatish mumkin.

Ishga tushirishda himoyalovchi qurilmali boshqarish taxtasi konditsionerni ishga tushirish, to‘xtatish va uning ishini boshqarish uchun, honada istalgan haroratni hosil qilish va uni ushlab turish uchun, hamda kompressor dvigatelini ortiqcha yukdan himoya qilish uchun xizmat qiladi.

Konditsionerning ish tartibini tekshirib turish uchun ichki va tashqi havo oqimi yo‘llariga o‘rnatilgan termometrlardan harorat ($t_{uq}, t_K, t_{m.K}, t_{m.u}$) larni yozib olinadi, nisbiy namlik ($\varphi_{uq}, \varphi_K, \varphi_{m.u}$) esa psixrometr yordamida aniqlanadi, havo sarfini (Q_{uq}, Q_m) ni anemometr bilan o‘lchanadi.

Konditsionerdan foydalanish ish tartibini modellashtirish maqsadida kuzatuv yo‘li bilan tekshirish uchun foydalanish paytida u har tomonlama oynalangan g‘ilofga joylashtirilgan bo‘lib, tajriba o‘lchovlari o‘tkazish paytida kuzatuv uchun qulaylik tug‘diradi.

Xona havosidan konditsionerga issiqlik Φ_K yutilishi natijasida xona havosining entalpiyasi (1kg quruq havoga to‘g‘ri keladigan issiqlik miqdori, kJ/kg) h_{uq} dan h_K gacha kamayadi, havoning namlik saqlash hususiyati (1kg quruq havoga to‘g‘ri keladigan suv bug‘lari miqdori, g/kg) d_{uq} dan d_K gacha kamayadi, temperaturasi t_{uq} esa t_K gacha kamayadi (1-2 jarayon).

Ichki siklda harakatlanuvchi xona havosidan issiqlik F_K ni olish uchun tashqi siklda harakatlanuvchi atmosfera havosiga issiqlik Φ_m ni berish kerak bo‘ladi, bu jarayon rasm-1 da 3 – 4 chizig‘i bilan tasvirlangan. Tashqi (atmosfera) havosining konditsionerga kirish oldidagi holati Hd – diagrammada no‘qta 3 bilan ko‘rsatilgan, bu nuqtada temperatura $t_{m.K.}$ va nisbiy namlik $\varphi_{m.K.}$ ga teng.

Tashqi havoga F_t issiqlik berish natijasida havoning temperaturasi $t_{m.u}$ ga ko'tariladi, bunda havoning namlik saqlash hususiyati o'zgarmaydi ($d_{m.k.} = d_{m.u}$). Tashqi havoga berilgan issiqlik oqimining son qiymati quyidagicha to'iladi:

$$\Phi_m = Q_m \cdot (h_{m.k.} - h_{m.u.}) \quad \text{kVt} \quad (1)$$

bunda

$h_{m.k.}, h_{m.u.}$ - tashqi havoning konditsionerga kirishidagi va chiqishidagi entalpiyasi, kJ/kg.

Q_m - tashqi siklda harakatlanuvchi havoning vaqt birligidagi sarfi, kg/s.

Xona (ichki) havosidan konditsionerga berilgan issiqlik oqimi (vaqt birligidagi berilgan issiqlik miqdori) quyidagicha to'iladi:

$$\Phi_k = Q_{uq} \cdot (h_{uq} - h_k) \quad \text{kVt} \quad (2)$$

Bunda

Q_{uq} - ichki siklda harakatlanuvchi havoning vaqt birligidagi sarfi, kg/s;

h_{uq}, h_k - xona havosini boshlang'ich va uning sovigandan keyingi holatidagi entalpiyalari.

Xona havosidan ajralgan namlik miqdorini to'amiz:

$$w = d_{uq} - d_k \quad \text{g.} \quad (3)$$

yoki
$$W_{uq} = Q_{uq} \cdot 10^{-3} \cdot (d_{uq} - d_k) \quad \text{kg/s} \quad (4)$$

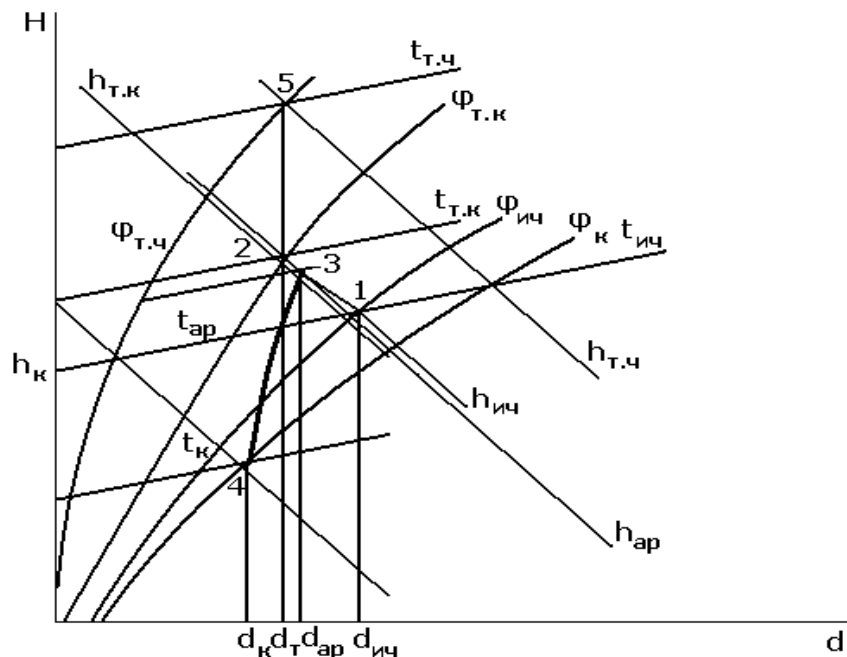
Konditsionerning foydali ish koeffitsienti quyidagi formuladan to'iladi:

$$\eta_{\text{конд}} = \Phi_k / \Phi_m \quad (5)$$

Konditsionerning asosiy tavsif ko'rsatkichlaridan biri xona havosining sovutilishi jarayonidagi havo holatining o'zgarish burchak nur koeffitsienti (ε) bo'lib, xona ichidagi havo namligining va issiqligining o'zgarishini bog'lovchi ko'rsatkichdir:

$$\varepsilon = \Phi_k / W_{uq} = (h_{uq} - h_k) / (d_{uq} - d_k) \cdot 10^{-3}, \quad \text{kJ/kg} \quad (6)$$

Konditsionerga kirayotgan aralash havoning koditsionerlanish ish jarayonining Hd-diagrammadagi ko'rinishi rasm 4 da tasvirlangan.



Rasm 4. Aralash havoni konditsirlash jarayonining Hd – diagrammadagi ko‘rinishi

Xonadan konditsionerga kirayotgan ma’lum ko‘rsatkichli havoning holati H-d diagrammada 1-nuqta bilan ko‘rsatilgan. Tashqi havoning ma’lum ko‘rsatkichlari bilan ichki siklga kirishi holati 2-nuqta bilan ko‘rsatilgan. Tashqi va ichki havolarning aralashishi natijasi 3 -nuqta bilan tasvirlangan.

3 -nuqta holati quyidagi bog‘likdan aniqlanadi:

$$(1 - 3)/(2 - 3) = Q_{m,uch.} / Q_{m,T} \quad (7)$$

$Q_t + Q_{t.ich.} = Q_{t.t}$ miqdordagi havo sovitilib xonaga uzatiladi, havoning bu holatini 4 nuqta aniqlaydi.

Koditsionerlangan xona havosidan olingan issiqlik miqdorini to‘amiz:

$$\Phi = Q_m \cdot (h_{ap} - d_R) \quad \text{kvt}, \quad (8)$$

Koditsionerlangan havodan ajralgan namning miqdori quyidagicha to‘iladi:

$$W_{\kappa} = 10^{-3} \cdot Q_m \cdot (d_{ap} - d_{\kappa}) \quad (9)$$

Xonada mikroiklimni saqlab turish sharti

$$\Phi_{\kappa} = \Phi_{\text{y\`zgar\`mac}} \quad (10)$$

bunda

$F_{o'zgar\`mas}$ – o‘zgar\`mas issiqlik oqimi bo‘lib, u xonani o‘rab turgan devorlar orqali xonaga kirayotgan, eshik va derazalarning ochilishi natijasida kirayotgan, xonadagi tirik organizm va mashinalardan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdoriga teng.

Ishni bajarish tartibi.

1. Ko‘rgazmali va sinash qurilmalarida konditsionerning tuzilishi bilan tanishish.

2. Konditsionerni ishga tushirishga tayyorlang va tajriba o'tkazishda har bir talabaniing vazifasini aniqlang.
3. Laborantdan temometrlar, gigrometrlar, anemometrlar va sekundomerlar oling. Asboblarni ishlatish qoidasi bilan tanishing.
4. Konditsionerni ishga tushiring va 5-7 minutdan so'ng o'zgarmas ish rejimida tajriba o'tkazing. Har bir tajribada ko'rsatkichlarni 3 martadan yozib oling.
5. Tajriba natijalarini kuzatish jadvaliga yozib boring.
6. Konditsionerning ishlash rejimini o'zgartirib, tajribani takrorlang.
7. Tajriba o'tkazishlarni tamomlab, laborantga asboblarni to'shiring.

Tajriba natijalarini hisoblash.

Xona havosining va uning sovigandan keyingi tajribalaridan olingan holat ko'rsatkichlari ($t_{uq.}$, t_k , $t_{m.k.}$, $t_{m.u.}$, $\varphi_{uq.}$, φ_k , $\varphi_{m.k.}$)ni Hd- diagrammasida 1,2,3,4 nuqtalar bilan belgilaymiz. To'ilgan nuqtalar bo'yicha havoning entalpiyasini (H) va namlik saqlash xususiyat(d)larini to'amiz.

Anemometr ko'rsatkichlari bo'yicha konditsionerning havo sarfini to'amiz:

$$Q_i = \rho_i \cdot S_i \cdot F_i / \tau_i, \quad \text{kJ} / \text{c} \quad (11)$$

bunda ρ_i - havoning zichligi, kg/m³;

S_i - havoning sarfini o'lchashdagi anemometrning ko'rsatkichi, m.;

F_i - havoni konditsionerdan chiqish joyining ko'ndalang kesim yuzasi, m²;

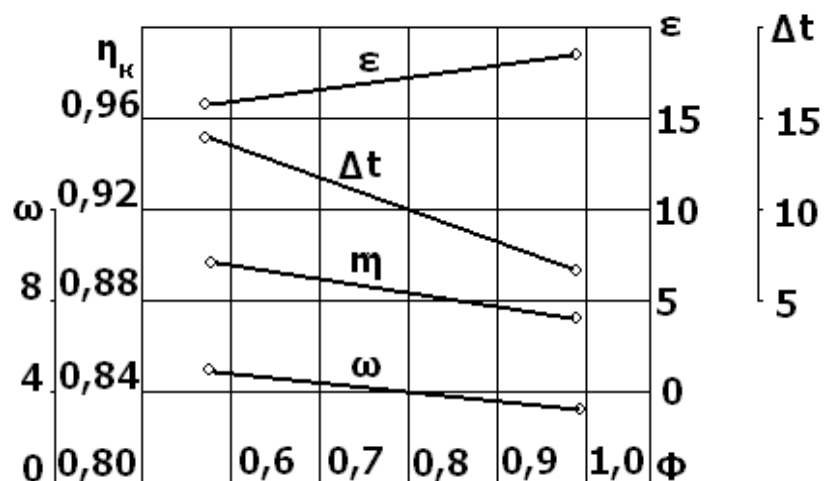
τ_i - havo sarfini o'lchashga ketgan vaqt, s.

Konditsionerning sovutish va va issiqlik berish quvvati (2) va (1) formulalardan to'iladi.

Kondensatsiyalanish natijasida bug'lantirgichda ajralgan namlikning miqdorini (4) formuladan to'iladi. Tajriba natijalari asosida havoning ko'rsatkichlari orasidagi chiziqli bog'lanishni "millimetrovka" qog'ozida tasvirlang.

Tajriba ishi bo'yicha hisobot

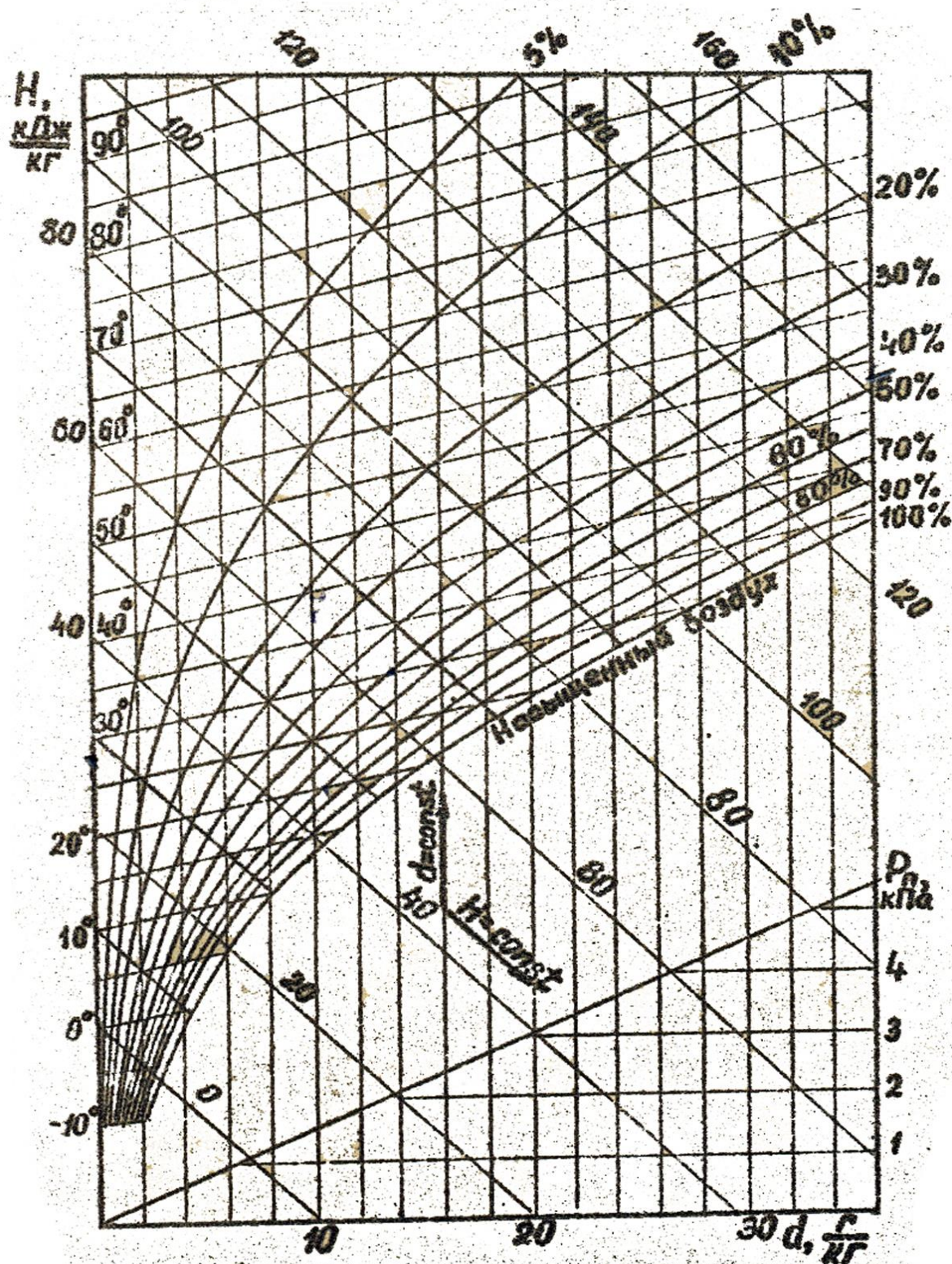
1. Tajriba ishining nomi va maqsadi ko'rsatiladi.
2. Tajriba qurilmasining tasviri keltiriladi.
3. Hd-diagrammada konditsionerning ish jarayonini tasvirlang.
4. Hisoblab to'ilgan ko'rsatkichlarni kuzatuv jadvaliga yozing.
5. Konditsionerning foydalanish ko'rsatkichlarini chiziqli bog'lanish shaklida tasvirlang va xulosa yozing.



Rasm-5. *Muxtor konditsionerdan foydalanish ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanish*

Mustaqil bajariladigan ish.

Yuqoridagi tajribalarni aralash havoni konditsionerlash uchun ham takrorlang. Bunda (7), (8), (9), (10) formulalardan foydalaning. Tajriba natijalarini kuzatuv jadvali 2ga yozing va foydalanish ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanishni rasm 4da tasvirlang. Rasm 5 bo'yicha xulosa yozing.



Rasm-6. Nam havoning Hd –diagrammasi

BK-1500 konditsionerining xona havosini sovutishdagi
kuzatish natijalari

Jadval 1

Tajriba №	Tajriba-ning ketma-ketligi	Ish tartibi	Havoning harorati, C^0				Havoning nisbiy namligi, %			Havoning entalpiyasi, kj/kg			
			t_{uq}	t_K	$t_{m.K.}$	$t_{m.y.}$	φ_{uq}	φ_K	$\varphi_{m.K.}$	$h_{uq.}$	$h_K.$	$h_{m.K.}$	$h_{m.y.}$
1	1	Kuchli											
	2												
	3												
2	1	Kuchsiz											
	2												
	3												

Havoning namlik saqlash xususiyati, g/kg			Tajriba davomida anemometr ko'rsatkichi				Havo sarfi, kg/s		Issiqlik oqimi, kVt		η_k	ε	W
$d_{uq.}$	d_K	$d_{m.y.}$	S_{uq} m	$\tau_{uq.}$ s	$S_{uq.}$ m	$\tau_m.$ s	Q_{uq}	$Q_m.$	Φ_K	$\Phi_m.$			

Aralash kirayotgan havoni sovutishda BK-1500 konditsionerni
sinash kuzatuvi natijalari

jadval 2

Tajriba №	Tajriba-ning ketma-ketligi	Ish tartibi	Havoning temperaturasi, C^0				Havoning nisbiy namligi, %			Tajriba davomida anemometr ko'rsatkichi,				
			$t_{uq.}$	$t_K.$	$t_{m.K.}$	$t_{m.y.}$	$\varphi_{uq.}$	$\varphi_K.$	$\varphi_{m.K.}$	$S_{uq.}$ m	$\tau_{uq.}$ s	$S_K.$ m	$\tau_K.$ m	S_m m $\tau_m.$ m

1	1 2 3	Kuch- li													
2	1 2 3	Kuch- siz													

Havo sarfi, kg/s				Havo entalpiyasi					Havoning namlik saqlash xususiyati, g/kg				Issiqlik oqimi, kVt		W	η
$Q_{uq.}$	$Q_{m.k.}$	$Q_{m.y.}$	$Q_m.$	$h_{uq.}$	$h_{k.}$	$h_{ap.}$	$h_{m.k.}$	$h_{m.y.}$	$d_{uq.}$	$d_m.$	$d_{k.}$	$d_{ap.}$	$\Phi_{k.}$	$\Phi_m.$		

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Issiqlik texnikasi fani nimani o'rgatadi?
2. Issiqlik texnikasi fani nima uchun o'qitiladi?
3. Issiqlik texnikasi fanini rivojlanishida qaysi olimlar o'z hissalarini qo'shganlar?
4. Issiqlik texnikasi fani «Agromuxandislik» yo'nalishlari mutaxassisleri talabalarni o'qitishda necha qismga bo'lib o'rganildi?
5. «Termodinamika» so'zining ma'nosi nima?
6. Termodinmika fanining maqsadi nima?
7. Issiqlik texnikasi fanining asosiy vazifalariga nimalar kiradi?
8. Termodinamika taraqqiyotiga qaysi rus olimlari o'z hissalarini qo'shganlar?
9. Qanday energiya turlarini bilasiz?
10. Issiqlik texnikasi fanining boshqa fanlar bilan qanday aloqasi bor?
11. «Issiqlik mashinasi» deb nimaga aytiladi?
12. Issiqlik mashinalariga nimalar kiradi?
13. Issiqlik mashinasining ishlashi qanday jarayonga asoslangan?
14. Issiqlik nima?
15. Materiya nima?

16. Ish jismi deganda nimani tushinasiz?
17. Termodinamik sistema deb nimaga aytiladi?
18. Termodinamik jarayon deb nimaga aytiladi?
19. Holat parametrlariga nimalar kiradi?
20. Bosim deb nimaga aytiladi.
21. Bosim qanday birlikda o'lchanadi?
22. Temperatura nima?
23. Termodinamik jarayonda temperatura qaysi shkala bilan o'lchanadi?
24. Solishtirma hajm nima?
25. Termodinamik sistemaning holat tenglamasi deb nimaga aytiladi?
26. Termodinamik sistemaning muvozanati qanday shaklda ifodalanadi?
27. Ish jismining hajmi, bosimi, temperaturasi orasidagi bog'lanishni qanday yozish mumkin?
28. Ish jismi bosimi qanday formula bilan aniqlanadi?
29. Ish jismining holatini o'zgarishi uning qanday temperaturalariga bog'liq?
30. Ideal gazning holat tenglamasi qanday formula bilan aniqlanadi?
31. Sistemaning ichki energiyasi moddani nimasini xarakterlaydi?
32. Ichki energiya tushunchasini fanga kim kiritgan?
33. Moddaning ichki energiyasi qanday ta'riflanadi?
34. Atom nimalardan tashkil topgan?
35. Murakkab sistemaning solishtirma ichki energiyasi sifatida nima qabul qilingan?
36. Ichki energiyaning o'zgarishi termodinamik sistemada keladigan jarayonlar turiga bog'liqmi?
37. Modda bir termodinamik holatdan ikkinchisiga o'tganda uning ichk energiyasi o'zgaradimi?
38. Tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ish nima?
39. Termodinamik holat nima?
40. Issiqlik sig'imi nima?
41. Moddaning issiqlik sig'imi o'ning qanday holatini bog'laydi?

42. Moddaning haqiqiy issiqlik sig'imi qanday formula bilan ifodalanadi?
43. Termodinamikaning birinchi matematik ifodasini qanday yozish mumkin?
44. Izoxorik jarayon deb nimaga aytiladi?
45. Sistemaga tashqaridan q issiqlik miqdori kiritilgunga qadar gazning parametrlari qanday bo'ladi?
46. Sistema issiqlik qabul qilgandan keyin uning parametrlari qanday bo'ladi?
47. SHarl qonuni qanday formula bilan ifodalanadi?
48. Izoxorik jarayonda bosimlar nisbati absolyut temperaturalar nisbatlariga teng bo'ladimi?
49. Izoxorik jarayon diagrammasi qanday koordinataarda ifodalanadi?
50. Izoxorik jarayonda gaz bajargan elementar ish qanday formula bilan ifodalanadi?
51. Izobarik jarayon deb nimaga aytiladi?
52. Izobarik jarayonda sistemaning qaysi parametri o'zgarib bo'ladi?
53. Gey-Lyussak qonunini qanday formula bilan ifodalaniladi?
54. Izobarik jarayondagi termodinamik sistemaning bajargan ishi qanday formula bilan ifodalanadi?
55. Izotermik jarayon deb nimaga aytiladi?
56. Izotermik jarayonda sistemaning bajargan ishi nimaga teng bo'ladi?
57. Boyle-Mariott qonunining ifodasi qanday nisbatdan topiladi?
58. Izotermik jarayonning PV va TS koordinatadagi diagrammasi qanday tasvirlanadi?
59. Adiabatik jarayon deb nimaga aytiladi?
60. Adiabatik jarayonda ish moddasi kengayganda uning temperaturasi qanday energiya hisobiga sodir bo'ladi?
61. Adiabatik jarayonda sistemaga energiya uzatiladimi?
62. Sistema ish bajarishi uchun unga nima uzatilib turilishi kerak?
63. Aylanma siklda ish bajarmagan issiqlik qaerga chiqariladi?
64. Qaytar jarayon deb nimaga aytiladi.
65. Qaytmas jarayon deb nimaga aytiladi.

66. Bir marta kiritilgan ish jismi bilan ishlaydigan mashinalar yaratish mumkinmi?
67. Karno sikli qanday jarayonlardan tashkil topgan?
68. Karno siklida kechadigan jarayon qanday temperaturada sodir bo‘ladi?
69. Karno siklida tashqi muhitga nima chiqariladi?
70. Karno sikli hozirgi kunda qanday ahamiyatga ega?
71. Karno siklining termodinamik F.I.K. ishlayotgan issiqlik xossasiga bog‘liqmi?
72. Karno siklida ish moddasi sifatida qanday gaz olinadi?
73. Karno siklida issiqlik manbalarining temperaturalarini qanday qiymatlarga bog‘liq?
74. Kuch qurilmalari deb nimaga aytiladi?
75. Foydalaniladigan energiyani turiga ko‘ra qanday kuch qurilmalari bo‘ladi?
76. Issiqlik kuch qurilmalari qanday uskunalaridan tashkil topgan?
77. IYOD ni ish sikli qanday jarayonga asoslangan?
78. Texnik ehtiyojlarni ta‘minlash uchun suv bug‘i qaeatlarda tayyorlanadi.?
79. Suv qanday temperaturada gazsimon holatga o‘tadi?
80. Issiqlik energetikasining ish jismi nima?
81. To‘yingan bug‘ deb nimaga aytiladi?
82. Bug‘-kuch qurilmalarining nazariy sikli nima hisoblanadi?
83. Bug‘-kuch qurilmalari qanday jihozlardan tashkil topgan?
84. Rengen sikli qanday kechadi?
85. Suv bug‘i ish bajarib bo‘lgandan so‘ng o‘zidagi qoldiq energiyani qaerga chiqaradi?
86. Real sharoitda nasosdan o‘tgan suv qozon agregatiga qaerdan o‘tib quyiladi?
87. Ekonomayzer qaerda o‘rnatiladi?
88. Tutun o‘zidagi qoldiq issiqlikni kondensatga nima orqali uzatadi?
89. Bug‘ turbinasi deb nimaga aytiladi?
90. Bug‘ mashinasining qismlari kim tomonidan yasalgan?
91. Suv bug‘ini kinetik energiyasining mexanik energiyaga aylanishi kim tomonidan isbotlangan?
92. Aktiv turbina deb nimaga aytiladi?

93. Reaktiv turbina deb nimaga aytiladi?
94. Reaktiv turbina qaysi olim tomonidan yaratilgan?
95. Bug‘ turbinasiga yuqori temperaturali bug‘ nima orqali kiritiladi?
96. Bug‘ning soplo va kuraklardan o‘tish davridagi kengayish jarayonini qanday jarayon deb qarash mumkin.
97. Bug‘ning kengayish jarayonida uning hajmi va bosimidan tashqari yana nimasi o‘zgaradi?
98. Bug‘ turbinasi nisbiy indikator F.I.K.ni uning ichki isroflarini hisobga olganda qanday ifodalash mumkin?
99. Zamonaviy bug‘ turbinalariga uzatiladigan ish bug‘i temperaturasi necha Kelvin bo‘ladi?
100. Gaz turbinasi deb nimaga aytiladi?
101. Qanday gaz turbinalari bo‘ladi?
102. Gaz turbinalari qanday dvigatellarga mansub?
103. Gaz turbinasi qanday qismlardan tashkil topgan?
104. Gaz turbinalarini asosiy ish jismi nima hisoblanadi?
105. Gaz turbinasida gaz zarralarining kinetik energiyasi qanday energiyaga aylanadi?
106. Gaz turbinasi qurilmasi tarkibiga nimalar kiradi?
107. Gaz turbinasini umumiy valiga nimalar joylashtiriladi?
108. Ish yonilg‘isi yonganda uning temperaturasi necha Kelvingacha ko‘tariladi?
109. Siklning termik F.I.K. ni aniqlashda qanday diagrammalardan foydalaniladi?
110. Issiqlik elektr stansiyasi deb nimaga aytiladi?
111. Issiqlik elektr stansiyalari qanday yoqilg‘ilarda ishlaydi?
112. Issiqlik dvigatellarini turiga to‘ra IES lar qanday turlarga bo‘linadi.
113. Iste’molchilarga uzatiladigan energiya turiga ko‘ra IES lar qanday turlarga bo‘linadi?
114. IES larda dunyo bo‘yicha necha foiz elektr energiyasi ishlab chiqariladi?
115. Kondensatsiyali elektr stansiyasi qanday energiyani ishlab chiqaradi?
116. Kondensatsiyali elektr stansiyalar qaerlarda quriladi?

117. Sirdaryo GRES nechta blokdan iborat?
118. Sirdaryo GRES necha MVt elektr energiyasini ishlab chiqaradi?
119. GRES lar qancha bosimda ishlaydi?
120. Quvvati 250-300 MVt bo'lgan turbinalar qancha bosimda ishlaydi?
121. Bug' generatori va turbinasi elektr generatori bilan birga qanday ataladi?
122. Zamonaviy KES larning F.I.K necha foiz bo'ladi?
123. Issiqlik elektr markazi qanday energiyalar ishlab chiqaradi?
124. Issiqlik elektr markazlari qaerlarda quriladi?
125. IEM larda yoqiladigan yoqilg'i issiqligidan necha hil energiya ishlab chiqariladi?
126. Regeneratsiya deganda nimani tushunasiz?
127. Issiqlik ta'minoti deb nimaga aytiladi?
128. IEM lar katta sanoat markazlarida necha foiz issiqlik energiyasini beradi?
129. Zamonaviy IEM lar 1kVt. soat energiya ishlab chiqarishiga necha gramm yoqilg'i sarflaydi?
130. Jahon bo'yicha ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining necha foizi neft va gazning ulushiga to'g'ri keladi?
131. Jahon bo'yicha necha foiz elektr energiyasini gidro, atom va boshqa elektr stansiyalar ishlab chiqarmoqda?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Nurmatov J va bosh. Issiqlik texnikasi -T.: O'qituvchi, 1998.
2. SHaymardanov B.P. va bosh. Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2005.
3. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploty v selskom xozyaystve - M.: Agropromizdat, 1990.
4. Zaxarov A.A. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve -M.: Kolos, 1989.
5. Umarov G'.G'. va bosh. Issiqlik texnikasi fanidan tajriba ishlari. Toshkent, 2001.
6. Нащокин V.V. Texnicheskaya termodinamika i teploperedacha.-M.: Vysshaya shkola, 1980.
7. Iskandarov Z.S. Issiqlik texnikasi asoslari. –T.: Mehnat, 2003.
8. Zuev V.P. i dr. Primeneniye tepla v selskom xozyaystve. –M.: Kolos, 1976.
9. CHernyak O.P. Teplotexnika va gidravlika asoslari. –T.: O'qituvchi, 1984.
10. Esin V.V. i dr. Praktikum po teplotexnike i primeneniyu tepla v selskom xozyaystve. –M.: Kolos, 1979.
11. Joseph M Powers. LECTURE NOTES ON THERMODYNAMICS. Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556-5637, USA, updated 01 July 2014.
12. Yunus A. Çengel. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, 2/e. University of Nevada, Reno ISBN: 0073380172, 2008
13. R.A.Zohidov, M.M.Alimova, Sh.S.Mavjudova. Issiqlik texnikasi (darslik). – T.: “O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2010. – 200 b.
14. T.S.Xudoyberdiev, B.P.Shaymardanov, R.A.Abduraxmonov, A.N.Xudoyorov, B.R.Boltaboyev. Issiqlik texnikasi asoslari (darslik)–T.: “Cho'lpon” nashriyoti, 2008. – 216 b.
15. Теплотехника: Учебник для вузов / В.Н.Луканин. М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред.В.Н.Луканина –2–е изд., перераб. – М.:Высшая школа, 2000. – 671 с.:ил.
16. Xudoyberdiev T.S., Shaymardanov B.P., Usmonov K.E. Issiqlik texnikasi fanidan masalalar to'plami (o'quv qo'llanma)–Toshkent. TIMI, 2018–156 b

17. Ш. Ж. Имомов, И. Р. Нуритов, К.Э.Усмонов. Сборник задач по основам термодинамики и теплопередачи /Учебное пособие- Т.:ТИИИМСХ.2021.- 116 с.
- 18.Shaymardanov B.P., Usmonov K. “Issiqlik texnikasi”tajriba mashg’ulotlarini o’tkazish bo’yicha metodik ko’rsatma. -Т.:ТИМИ, 2013.48 b.
- 19.Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – Учебное пособие, 2е изд.исп.и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с.
- 20.Усмонов К.Э. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету «Теплотехника» Т-2015.-70 с.
- 21.Shaymardanov B.P., Usmonov KE. .Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo’llanma. -Т.:ТИМИ, 2005.-129 b.
- 22.Shaymardanov B.P. Usmonov K.E. “Issiqlik texnikasi” fanidan tajriba mashg’ulotlarini o’tkazish bo’yicha uslubiy qo’llanma. -Т.:ТИМИ, 2006.20 b.
- 23.Ш.Имомов, И.Нуритов, К. Усмонов. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету ТЕПЛОТЕХНИКА. Отпечаатано в типографии ТИИИМСХ 2020 г. 109 стр.

Glossari

Suv bilan isitish tizimi tabiiy va majburiy suv aylanishi.

Havo bilan isitish tizimlari- tabiiy va sun'iy havo aylanishi

Xonalarni pechka bilan isitish- isitish pechkalari, isitish va ovqat pishirish pechkasi, turar joy oshxonalaridagi isitish qurilmali pechkalar va rus pechkalari.

Havoni mo'tadillashtirish -maxsus texnik vositalar tizimi yordamida havo xaroratini, namligini va tozaligini avtomatik ravishda, kerakli darajada ushlab turish

To'g'ri oqimli- konditsioner tashqi havodan olib, unga ishlov berib, xonaga xavoni xaydashi

Qayta aylantiruvchi konditsionerlar -, agar xona havosidan olib ishlasa - qayta aylantiruvchi konditsionerlar deyiladi.

Sezilib turgan issiqlik-Xona havosiga qo'shilib turadigan issiqlik odamlardan, xayvon va parrandalardan, quyosh radiatsiyasidan, texnologik jarayonlardan hosil bo'ladi.

Yashirin issiqlik- Xona havosiga bug'lar bilan ham issiqlik miqdori kiradi. Bu issiqlik havo entalpiyasini orttiradi, lekin xarorat o'zgarmaydi, shuning uchun bu issiqlikni "yashirin issiqlik" kirishi deyiladi.

Ortiqcha issiqlik- Xonaga kirayotgan issiqlik miqdori, yo'qalayotgan issiqlik miqdoridan kam bo'lsa-issiqlik etishmovchiligi, agar aksincha bo'lsa, ortiqcha issiqlik deyiladi.

SHamollatish (ventilyasiya) tizimi- Xona havosini ma'lum, mo'tadil holatda ushlab turish uchun shamollatib turish moslamalari va qurilmalari birgalikda shamollatish (ventilyasiya) tizimi deb yuritiladi.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVASIYA VAZIRLIGI

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

“TASDIQLAYMAN”

rektori _____M.T.Xodjiyev
«_____» _____ 2023 y.

**Issiqlik texnikasi va qishloq xo‘jaligida
issiqlikdan foydalanish**

O‘QUV DASTURI

Bilim soxasi	800 000 – Qishloq, o‘rmon, baliq xo‘jaligi va veterinariya
Ta’lim soxasi	810 000 – Qishloq xo‘jaligi
Ta’lim yo‘nalishlari	60811300 -Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va dastlabki ishlash texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha)

Fan kodi ITQXIF 1206		O'quv yili 2023/2024	Semestr 2	ECTS - Kreditlar 6	
Fan/modul turi majburiy		Ta'lim tili o'zbek		Haftadagi dars soatlari 6	
	Fanning nomi	Auditoriya mashg'uloti (soat)		Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
1.	Issiqlik texnikasi va qishloq xo'jaligida issiqlikdan foydalanish	72		108	108
2	I. Fanning mazmuni <p>Fanni o'qitishdan maqsad – Issiqlik texnikasi va qishloq xo'jaligida issiqlikdan foydalanish fani talabalarda issiqlik mashinalari, sovutkichlar va issiqlik texnik qurilmalari asosida yotgan issiqlik energiyasini boshqa turdagienergiyaga aylantirib berish, va aksincha, issiqlikning uzatilish usullarini, issiqlikning qishloq xo'jaligida olinishi, yoqilg'i energetik resurslardan hamda noan'anaviy va tiklanuvchan energiya manbalaridan qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishining har xil maqsadlarida tejamkorlik bilan foydalana olishi, issiqlikni qishloq va suv xo'jaligida qo'llanishini amaliy jihatdan qamrab oladigan qonunlar va prinsiplarning nazariy va amaliy bilimlarini shakllantirishdan iborat.</p> <p>Fanning vazifasi - talabalarda Issiqlik texnikasi va qishloq xo'jaligida issiqlikdan foydalanish fani talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, termodinamik qonunlar va issiqlik almashinish jarayonlariga uslubiy yondoshuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakillantirish vazifalarni bajaradi.</p> <p style="text-align: center;">II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) II.I. Fan tarkibidaga quyidagi mavzular kiradi:</p> <p style="text-align: center;">1-modul. Texnikaviy termodinamika</p> <p style="text-align: center;">1-mavzu. “Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari” faniga kirish</p> <p>Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari fanining qishloq va suv xo'jaligidagi o'rni. Ishchi jism. Ishchi jism holatining asosiy ko'rsatkichlari. Termodinamik tizim. Termodinamikaning holat parametrlari. Ideal va real gazlarning asosiy qonunlari. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Boyl-Mariot, Gey-Lyussak qonunlari. Ideal gazning issiqlik holat tenglamasi. Real gaz holatining tenglamalari. Gaz aralashmalari. Partsial bosim.</p>				

2-mavzu. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni

Qaytuvchan va qaytmas termodinamika jarayonlar. Gazning ichki energiyasi. Gazning tashqi bajargan ishi. Termodinamika birinchi qonunining mohiyati va uning matematik ifodasi. Gazlarning issiqlik sig'imi. Gaz entalpiyasi. Gaz entropiyasi. Yopiq tizimlarda termodinamikaning asosiy jarayonlari.

Aylanma jarayonlar (yoki tsikllar). Karno tsikli. Teskari Karno tsikli. Termodinamika II qonunining mazmuni. Karno teoremasi. Termodinamika II-qonunining matematik ifodasi. Qaytmas tsiklda entropiyasining o'garishi. Klauzius nazariyasining xatoligi. Termodinamik jarayonlarning va Karno tsiklining PV va TS koordinatalaridagi shakllari. Issiqlik foydali ish ko'effitsienti, oshirish usullari. Eksbergiya tushunchasi.

3-mavzu. Ochiq tizimlar termodinamikasi

O'zgarmas me'yorda oqish. Gaz va bug'larning soplodan oqib o'tishi. Bosimlarning kritik nisbati. Kritik tezlik. Gaz (bug') ning maksimum sarfi. Gaz (bug') larni drossellash yoki ezish. Kompressorlarning tsikllari.

4-mavzu. Issiqlik dvigatellarining ideal tsikllari

Porshenli ichki yonuv dvigatellari (i yo d.) ning ideal tsikllari. O'zgarmas hajmda, o'garmas bosimda va aralash usulda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatellarining tsikllari. Issiqlik foydali ish ko'effitsientlari, oshirish usullari.

5-mavzu. Bug' kuch qurilmalarining tsikllari

Bug' kuch qurilmalarining tsikllari. Issiqlik foydali ish ko'effitsientlari, oshirish usullari. Bug' kuch qurilmasining ishlash sxemasi. Suv bug'i uchun Karno va Renkin tsikli. Gaz turbinali qurilmalar va reaktiv dvigatellarning ish tsikllari. Issiqlik foydali ish ko'effitsientlari, oshirish usullari.

2-modul. Issiqlik uzatilishi nazariyasi asoslari

6-mavzu. Fazoda issiqlik tarqalish usullari

Issiqlik almashinish turlari. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni. (Fure qonuni). Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasi. Chegaraviy shartlar. Barqaror tartibdagi issiqlik o'tkazuvchanlik. Uchinchi turdagi chegaraviy shartlarda

issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik izolyatsiyasi.

7-mavzu. Konvektiv issiqlik almashinish

Issiqlik berish qonuni (Nyuton-Rixman qonuni). Hidrodinamik, issiqlik va diffuzion chegara qatlamlari. Konvektiv issiqlik almashinishning differentsial tenglamalari. O'xshashlik nazariyasini issiqlik berilishiga qo'llash. Issiqlik tashuvchining majburiy xarakati. Issiqlik tashuvchining erkin harakati. Qaynash. Kondensatsiyalanish. Qishloq xo'jalik binolarida konvektiv issiqlik almashinish.

3-modul. Issiqlik energetik qurilmalari

8-mavzu. Yoqilg'i va yonish nazariyasi asoslari

Yoqilg'i tarkibi va yoqilg'ilarning turlari. Yoqilg'ining yonish issiqligi. Shartli yoqilg'i. Yoqilg'i asosiy komponentlarining issiqlik texnik tavsifi. Yonish jarayonlari hisobi. Yoqilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan havo miqdorini aniqlash. Yonish mahsulotlarining entalpiyasi va issiqlik sig'imi. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. Quyosh energiyasidan foydalanish.

9-mavzu. Kompessorlar

Sinflanishi, turlari. Porshenli kompressorning ishi va tuzilishi. Kompessor ishini tavsiflovchi ko'rsatkichlar. Ko'p bosqichli kompressorlar. Kompessor qurilmalari foydali ish koeffitsienti.

10-mavzu. Ichki yonuv dvigatellari

Sinflanishi, turlari. To'rt taktli va ikki taktli dvigatellarning ishchi tsikllari. Dvigatel ish ko'rsatkichlari. Dvigatelning issiqlik muvozanati tenglamasi, tahlili. Samara ko'rsatkichlari. Foydali ish koeffitsientlari. Dvigatellarni avtomatlashtirish.

III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Ideal gaz holati tenglamasiga doir masalalarini yechish
2. Gaz aralashmalariga doir masalalarini yechish
3. Gazlarning issiqlik sig'imiga doir masalalar.
4. Termodinamik jarayonlariga doir masalalar Tizim uchun napor ma
pezometrik chiziqlari qurish.
5. Termodinamik sikllarga doir masalalar
6. Porshenli kompressorlarga doir masalalar

7. Gazlarning oqib chiqishiga doir masalalar
8. Suv bug'iga doir masalalar.
9. Suv bug'i kuch qurilmalariga doir masalalar
10. Konvektiv issiqlik almashinuviga doir masalalar
11. Issiqlik uzatishga doir masalalar.
12. Issiqlik almashinish apparatlariga doir masalalar.

IV. Laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Nam havo ko'rsatgichlarini aniqlash.
2. Nam havoning zichligini aniqlash
3. Namlangan termometr haroratini aniqlash
4. Havoning sarfi va tezligini aniqlash
5. Issiqlikni izolyasiyalash materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash.
6. Havoning erkin harakat paytdagi gorizonta trubaning Issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.
7. Konditsionerni sinash

V. Mustaqil ta'lim bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Kirish. Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari fanining kishloq va suv xo'jaligida tutgan o'rni.
2. Ishchi jism va termodinamik tizim. Asosiy termodinamik xolat parametrlari. Boyil-Mariot va Gey-Lyussak qonunlari tahlili va ularning istiqbollari.
3. Issiqlik. Joul tajribasi. Issiqlik va ishning ekvivalentligi. Oqim uchun termodinamikaning birinchi qonunining tenglamasi va uning tahlili.
4. Termodinamik sikllar tahlili. Issiqlik foydali ish koeffitsienti va uni oshirish usullari.
5. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarining birlashgan tenglamasi va uning matematik tahlili.
6. Termik (mutloq bosim, solishtirma hajm, mutloq harorat) va energetik (ichki energiya, entalpiya, entropiya) holat parametrlari. Holat parametrlarining ko'rsatkichlari.
7. Suv bug'ining P-V, T-S, $h-s$ diagrammalari va ularning tahlillari. Qo'llanilish sohalari.
8. Ko'p bosqichli kompressor sikllarining tahlili.
9. Ichki yonuv dvigatel sikllari. Sikllarning PV va TS diagrammalardagi ko'rinishlarini tahlili.
10. Issiqlik – kuch bug' sikllari. Karno va Penkin sikllarini taqqoslash
11. Gazlarni suyuqlikka aynaltirish usullari. Sovitish koeffitsientining samaradorligi.

	<p>12. Gaz trubinasi sikli. Siklning PV va TS diagrammalardagi ko'rinishlarini tahlili.</p> <p>13. Qozon ichidagi jarayonlar. Qozonda suvning tabiiy va suniy aylanishi.</p> <p>14. Qozon qurilmalari ishining samaradorligini va puxtaligini taminlash.</p> <p>15. Gaz bilan suv qizdirgichlar turlari va ularning ishlatilishi sohalari.</p> <p>16. Issiqlik almashinish apparatlarini tanlash. Rekuperativ regenerative va aralashtirgichli issiqlik almashinish apparatlarini o'rganish, issiqlik hisobi va taqqoslash.</p> <p>17. Dvigatel tizimlari. Yoqilg'I uzatish o't oldirish. Moylash va sovitish tizimlari. IYOD laridan foydalanishva sinash.</p> <p>18. Compressor mashinalari. Ko'p bosqichli kompressorlarning tahlili.</p> <p>19. Gaz oqimining asosiy tenglamasi va olinadigan ish. Oqib chiqishning adiabetic jarayonini tekshirish.</p> <p>20. Bug' qaytadan suvga aylanishda issiqlik beruvchanlik. Kondensasiya xodisasi.</p> <p>Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalarga referatlar tayyorlash, masalafar yecbish va ularni taqdimot qilish tavsiya etiladi</p>
3	<p>V. Fan o'qitilishining natijalari (shakillanadigan kompetensiyalar)</p> <p>Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termodinamika qonunlari va ularni texnik masalalarni yechishda qo'llash usullari haqida, issiqlikning fizik xususiyatlari va ulardan amaliyotda foydalanish holatlari, <i>tasawurga ega bo'lishi</i>, (bilim) • Issiqlik almashinish apparatlari bo'yicha bilimga ega bo'lish ularni aniqlash uslublarini <i>bilishi va ylardan foydalana olishi</i>, (ko'nikma) • Yoqilg'i turlari va yonish jarayonlarining xususiyatlari bo'yicha bilimga ega bo'lish va hisob grafik ishlarni bajarish <i>ko'nikma ega bo'lishi kerak</i>. (malaka)
4	<p>VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ma'ruzalar; - interfaol keys-stadilar; - amaliylar (mantiqiy fiklash, tezkor savol-javoblar); - guruhlarda ishlash; - taqdimotlarni qilish; - individual loyihalar; - jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.
5	<p>VIII. Kreditlarni olish uchun talabalar:</p> <p>Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada uyritish va nazorat uchun berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish,</p>

	yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishini topshirish.
6	<p style="text-align: center;">Asosiy adabiyotlar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Joseph M Powers. LECTURE NOTES ON THERMODYNAMICS. Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556-5637, USA, updated 01 July 2014. 2. Yunus A. Çengel. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, 2/e. University of Nevada, Reno ISBN: 0073380172, 2008 3. R.A.Zohidov, M.M.Alimova, Sh.S.Mavjudova. Issiqlik texnikasi (darslik). – T.: “O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2010. – 200 b. 4. T.S.Xudoyberdiev, B.P.Shaymardanov, R.A.Abduraxmonov, A.N.Xudoyorov, B.R.Boltaboyev. Issiqlik texnikasi asoslari (darslik)–T.: “Cho'lpon” nashriyoti, 2008. – 216 b. 5. Теплотехника: Учебник для вузов / В.Н.Луканин. М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред.В.Н.Луканина –2–е изд., перераб. – М.:Высшая школа, 2000. – 671 с.:ил. 6. Xudoyberdiev T.S., Shaymardanov B.P., Usmonov K.E. Issiqlik texnikasi fanidan masalalar to'plami (o'quv qo'llanma)–Toshkent. TIMI, 2018–156 b 7. Ш. Ж. Имомов, И. Р. Нуритов, К.Э.Усмонов. Сборник задач по основам термодинамики и теплопередачи /Учебное пособие– Т.:ТИИИМСХ.2021.-116 с
	<p style="text-align: center;">Tavsiya qilinadigan qo'shimcha adabiyotlar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Shaymardanov B.P., Usmonov K. “Issiqlik texnikasi”tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha metodik ko'rsatma. -T.:TIMI, 2013.48 b. 2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – Учебное пособие, 2е изд.исп.и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с. 3. Усмонов К.Э. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету «Теплотехника» Т-2015.-70 с. 4. Shaymardanov B.P., Usmonov KE. .Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. -T.:TIMI, 2005.-129 b. 5. Shaymardanov B.P. Usmonov K.E. “Issiqlik texnikasi” fanidan tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha uslubiy qo'llanma. -T.:ТИМИ, 2006.20 b. 6. Shaymardanov B.P. Nam havo xususiyatlarini o'rganish. Uslubiy qo'llanma., TIMI, Toshkent 2007. 26 bet. 7. Shaymardanov B.P. Konditsionerni sinash. Uslubiy qo'llanma., TIMI, Toshkent 2007. 26 bet

8. Шаймарданов Б.П. Изучение свойства влажного воздуха. Методическое указание. ТИМИ, Ташкент 2007. 25 стр.
 9. Ш.Имомов, И.Нуритов, К. Усмонов. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету ТЕПЛОТЕХНИКА. Отпечатаано в типографии ТИИИМСХ 2020 г. 109 стр.
- Internet saytlari.**
1. <http://www.library.ru;>
 2. www.ziyonet.uz;
 3. uzbekenergo.uz.

Fan dasturi Guliston davlat universitet o'quv-uslubiy Kengashining 2023 yil 29 avgustdagi 1-sonli yig'ilish bayonnomasi bilan maqullangan.

Fan/modul uchun ma'sullar:

1. **A. Yusufaliyev** – GulDU, “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi
2. **R.Q. Raxmatullayev** – GulDU, “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi
3. **V.A. Ermatov** – GulDU, “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi.
4. **B.K. Batirov** – GulDU, “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi.

Taqrizchilar:

- 1.**A.Jabborov** – Toshkent kimyo texnologiyalari institute Yangiyer filiali dotsenti.
- 2.**K.K.Nuriyev**-GulDU,“Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari”kafedrası prof., t.f.d.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INOVASIYALAR VAZIRLIGI
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**

“TASDIQLAYMAN”

Prorektor _____ J.X.Karshibayev
2023 yil “___”avgust

**Issiqlik texnikasi va qishloq xo‘jaligida
issiqlikdan foydalanish**

**FANI BO‘YICHA
SILLABUS
Kunduzgi bo‘lim uchun**

Bilim sohas:	800 000 – Qishloq, o‘rmon, baliq xo‘jaligi va veterinariya
Ta’lim sohasi:	810 000 – Qishloq xo‘jaligi
Ta’lim yo‘nalishi:	60811300 -Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va dastlabki ishlash texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha)

Guliston-2023



MODUL/ FAN SILLABUSI

Ishlab chiqarish texnologiyalari institutii

**60811300 -Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va
dastlabki ishlash texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha)
ta’lim yo‘nalishi**

Fan nomi:	Issiqlik texnikasi va qishloq xo‘jaligida issiqlikdan foydalanish
Fan turi:	majburiy
Fan kodi	
Yil:	4
Semestr:	2
Ta’lim shakli:	kunduzgi
Mashg‘ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	180
Ma’ruza	24
Amaliy mashg‘ulotlar	24
Laboratoriya mashg‘ulotlari	24
Seminar	-
Mustaqil ta’lim	108
Kredit miqdori:	6
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	o‘zbek

Fanning maqsadi (FM)	
FM 1	Fanni o‘qitishdan maqsad - Termodinamika fani talabalarda issiqlik mashinalari, sovutkichlar va issiqlik texnik qurilmalari asosida yotgan issiqlik energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, va aksincha, issiqlikning uzatilish usullarini, issiqlikning qishloq xo‘jaligida olinishi, yoqilg‘i energetik resurslardan hamda noan‘anaviy va tiklanuvchan energiya manbalaridan qishloq va suv xo‘jaligi ishlab chiqarishining har xil maqsadlarida tejamkorlik bilan foydalana olishi, issiqlikni qishloq va suv xo‘jaligida qo‘llanishini amaliy jihatdan qamrab oladigan qonunlar va prinsiplarning nazariy va amaliy bilimlarini shakllantirishdan iborat.
Fanni o‘zlashtirish uchun zarur boshlang‘ich bilimlar	
1	Issiqlik qurilmalarida issiqlik hosil qilish jarayonlari
2	Issiqlikning uzatilish usullari va turlari
3	Issiqlik energetik qurilmalari
4	Yoqilg‘i energetik resurslari
5	Issiqlikdan ishlab chiqarish foydalanishlar
Ta‘lim natijalari (TN)	
	<i>Bilimlar jihatidan:</i>
TN1	Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari bo‘yicha bilimga ega bo‘lish kerak;
TN2	Issiqlik almashinish apparatlari bo‘yicha bilimga ega bo‘lish kerak;
TN3	Issiqlik va massa uzatishishi qonunlari to‘g‘risida bilimga ega bo‘lish kerak;
TN4	Yoqilg‘i turlari va yonish jarayonlarining xususiyatlari bo‘yicha bilimga ega bo‘lish kerak;
TN5	Qishloq xo‘jaligida issiqlikdan foydalanish haqida tushunchaga ega bo‘lish kerak;
	<i>Ko‘nikmalar jihatidan:</i>
TN6	Texnikaviy termodinamikaning asosiy qonunlariga doir misol va masalalarni yechishni biladi;
TN7	Gaz va bug‘larning fizik xususiyatlarini termodinamika qonunlarini amalda tadbiqqilaoladi;
TN8	Har qanday issiqlik texnik qurilmasi asosida qonun va jarayonlarning nazariy asoslarini va bu qurilmalarni ishlata oladi;
TN9	Issiqlik massa almashinish qurilmalari issiqlik hisobiga doir masalalarni yechishni biladi;

TN10	Issiqlik energetik resurslaridan har xil maqsadlarda tejamkorlik bilan qishloq xo'jaligida tadbiq qilishni biladi;
Fan mazmuni	
Mashg'ulot shakli: ma'ruza (M)	
M1	“Termodinamika” faniga kirish. Ideal va real gazlarning asosiy qonunlari
M2	Termodinamikaning birinchi ba ikkinchi qonuni
M3	Bug' hosil bo'lish termodinamika jarayonlari ba ochiq tizimlar termodinamikasi
M4	Issiqlik dvigatellarining ideal sikllari
M5	Bug' kuch qurilmalarining sikllari
M6	Sovutish qurilmalari va issiqlik nasoslari sikllari
M7	Fazoda issiqlik tarqalish usullari
M8	Konvektiv ba Nurlanish orqali issiqlik almashinish
M9	Yoqilg'i va yonish nazariyasi asoslari
M10	Qozon qurilmalari. Kompresorlar
Mashg'ulot shakli: amaliy mashg'ulot (A)	
A1	Ideal gaz holati tenglamasiga doir masalalarini yechish
A2	Gaz aralashmalariga doir masalalarini yechish
A3	Gazlarning issiqlik sig'imiga doir masalalar
A4	Termodinamik jarayonlariga doir masalalar
A5	Termodinamik sikllarga doir masalalar
A6	Porshenli kompressorlarga doir massalalar
A7	Gazlarning oqib chiqishiga doir masalalar
A8	Suv bug'iga doir masalalar/
A9	Suv bug'i kuch qurilmalariga doir masalalar
A10	Konvektiv issiqlik almashinuviga doir masalalar
A11	Issiqlik uzatishga doir masalalar
A12	Issiqlik almashinish apparatlariga doir masalalar.
A13	Qozon qurilmalariga doir masalalar.
A14	Ichki yonuv dvigatellarga doir masalalar.
A15	Dvigatellarning issiqlik balansiga doir masalalar.

	Mashg'ulot shakli: Laboratoriya mashg'ulot (L)
L1	Nam havo holat ko'rsatkichlarini aniqlash
L2	Nam havo holat ko'rsatkichlarini aniqlash
L3	Xavoning sarfi va tezligini aniqlash
L4	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash
L5	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash
L6	Issiqlik berish koeffitsientini aniqlash
L7	Issiqlik generatorining tuzulishini o'rganish
L8	Konditsionerning tuzulishi va ishlash prinsipi o'rganish
L9	Konditsionerning tuzulishi va ishlash prinsipi o'rganish
L10	Konvektiv quritgichni sinash
Mustaqil ta'lim(MT)	
1	Kirish. Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari fanining kishloq va suv xo'jaligida tutgan o'rni.
2	Ishchi jism va termodinamik tizim. Asosiy termodinamik xolat parametrlari. Boyil-Mariot va Gey-Lyussak qonunlari tahlili va ularning istiqbollari.
3	Issiqlik. Joule tajribasi. Issiqlik va ishning ekvivalentligi. Oqim uchun termodinamikaning birinchi qonunining tenglamasi va uning tahlili.
4	Termodinamik sikllar tahlili. Issiqlik foydali ish koeffitsienti va uni oshirish usullari.
5	Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarining birlashgan tenglamasi va uning matematik tahlili.
6	Termik (mutloq bosim, solishtirma hajm, mutloq harorat) va energetik (ichki energiya, entalpiya, entropiya) holat parametrlari. Holat parametrlarining ko'rsatkichlari.
7	Suv bug'ining P-V, T-S, h-s diagrammalari va ularning tahlillari. Qo'llanilish sohalari.
8	Ko'p bosqichli kompressor sikllarining tahlili.
9	Ichki yonuv dvigatel sikllari. Sikllarning PV va TS diagrammalardagi ko'rinishlarini tahlili.
10	Issiqlik – kuch bug' sikllari. Karno va Penkin sikllarini taqqoslash.
11	Gazlarni suyuqlikka aynaltirish usullari. Sovitish koeffitsientining samaradorligi.
12	Gaz trubinasi sikli. Siklning PV va TS diagrammalardagi ko'rinishlarini tahlili.
13	Kozon ichidagi jarayonlar. Qozonda suvning tabiiy va suniy aylanishi.
14	Qozon qurilmalari ishining samaradorligini va puxtaligini taminlash.
15	Gaz bilan suv qizdirgichlar turlari va ularning ishlatilishi sohalari.
16	Issiqlik almashinish apparatlarini tanlash. Rekuperativ regenerativ va aralashtirgichli issiqlik almashinish apparatlarini o'rganish, issiqlik hisobi va taqqoslash.
17	Dvigatel tizimlari. Yoqilg'i uzatish o't oldirish. Moylash va sovitish tizimlari. IYOD laridan foydalanishva sinash.

18	Compressor mashinalari. Ko'p bosqichli kompressorlarning tahlili.
19	Gaz oqimining asosiy tenglamasi va olinadigan ish. Oqib chiqishning adiabetic jarayonini tekshirish.
20	Bug' qaytadan suvga aylanishda issiqlik beruvchanlik. Kondensasiya xodisasi.
21	Qaynashda issiqlik beruvchanlik. Qaynashning turlari.
22	Dizel dvigatellarining tuzilishi.
23	Bir qatlamli va ko'p qatlamli silindrik devor orqali issiqlik uzatilishi va uning ahamiyati.
24	Nurlanish orqali issiqlik uzatilishi va asosiy qonunlari hamda ularning tahlili.
25	Dvigatel tizimlari. Yoqilg'I uzatish, o't oldirish, moylash va sovutish tizimlari. Dvigatelni o't oldirish usullari. IYOD laridan samarali foydalanish.
26	Gazlarni drosellash yoki ezish. Joule-Tomson samarasi.
27	Muqobil energiya manbalari va ulardan samarali foydalanish usullari.
28	Issiqlik energiya zahiralarining hisobi. Ikkilamchi energetik zahiralaridan foydalanish.
29	Tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish. Biogazdan foydalanish.
30	Issiqlik ishlab chiqarish tannarxini hisoblash. Issiqlik tannarxi bo'yicha issiqlik energetik qurilmalar tanlash.

Asosiy adabiyotlar

1	Joseph M Powers. LECTURE NOTES ON THERMODYNAMICS. Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556-5637, USA, updated 01 July 2014.
2	Yunus A. Çengel. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, 2/e. University of Nevada, Reno ISBN: 0073380172, 2008
3	R.A.Zohidov, M.M.Alimova, Sh.S.Mavjudova. Issiqlik texnikasi (darslik). – T.: “O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2010. – 200 b.
4	T.S.Xudoyberdiev, B.P.Shaymardanov, R.A.Abduraxmonov, A.N.Xudoyorov, B.R.Boltaboyev. Issiqlik texnikasi asoslari (darslik)–T.: “Cho'lpon” nashriyoti, 2008. – 216 b.
5	Теплотехника: Учебник для вузов / В.Н.Луканин. М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред.В.Н.Луканина –2–е изд., перераб. – М.:Высшая школа, 2000. – 671 с.:ил.
6	Xudoyberdiev T.S., Shaymardanov B.P., Usmonov K.E. Issiqlik texnikasi fanidan masalalar to'plami (o'quv qo'llanma)–Toshkent. TIMI, 2018–156 b
7	Ш. Ж. Имомов, И. Р. Нуритов, К.Э.Усмонов. Сборник задач по основам термодинамики и теплопередачи /Учебное пособие- Т.:ТИИИМСХ.2021.-116 с

Tavsiya qilinadigan qo'shimcha adabiyotlar

1	Shaymardanov B.P., Usmonov K. “Issiqlik texnikasi”tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha metodik ko'rsatma. -T.:TIMI, 2013.48 b.
---	---

2	Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – Учебное пособие, 2е изд. исп. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с.
3	Усмонов К.Э. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету «Теплотехника» Т-2015.-70 с.
4	Shaymardanov B.P., Usmonov K.E. .Issiqlik texnikasi fanidan uslubiy qo'llanma. - T.:TIMI, 2005.-129 b.
5	Shaymardanov B.P. Usmonov K.E. “Issiqlik texnikasi” fanidan tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha uslubiy qo'llanma. -T.:TIMI, 2006.20 b.
6	Shaymardanov B.P. Nam havo xususiyatlarini o'rganish. Uslubiy qo'llanma., TIMI, Toshkent 2007. 26 bet.
7	Shaymardanov B.P. Konditsionerni sinash. Uslubiy qo'llanma., TIMI, Toshkent 2007. 26 bet
8	Шаймарданов Б.П. Изучение свойства влажного воздуха. Методическое указание. ТИМИ, Ташкент 2007. 25 стр.
9	Ш.Имомов, И.Нуритов, К. Усмонов. Методические указания к выполнению практических занятий по предмету ТЕПЛОТЕХНИКА. Отпечатаано в типографии ТИИИМСХ 2020 г. 109 стр.
10	http://www.library.ru;
11	www.ziyounet.uz;
12	uzbekenergo.uz.

<i>Talabaning fan bo‘yicha o‘zlashtirish ko‘rsatgichini nazorat qilish mezonl</i>									
<i>TALABANING KREDITLARNI TO‘PLASHTARTIBI</i>									
Talabala joriy, oraliq nazorat uchun berilgan vazifa va topshiriqlarni o‘z vaqtida bajarishi, Yakuniy nazoratni muvafaqiyatli topshirishi lozim. To‘plangan reyting ballari asosida talabaning bahosi aniqlanadi.									
№	Baholash turi	Topshiriqlar turi	Topshiriqlar soni	Har bir topshiriq uchun ajratilgan ball	Jami ball	Joriy, oraliq va yakuniy baholash uchun jami ball	Joriy, oraliq va yakuniy baholash uchun saralash bali		
							Ball	Baho	
1	Joriy baholash	Amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlari topshiriqlari	24	1	24	40	0-23	2	
							24-27	3	
		Mustaqil ish topshiriqlari	4	4	16		28-35	4	
							36-40	5	
2	Oraliq baholash	Yozma ish shaklida o‘tkaziladi	2	5	10	20	0-11	2	
		Mustaqil ish topshiriqlari	2	5	10		12-13	3	
							14-17	4	
							18-20	5	
	Jami				60	60			
3	Yakuniy	Yozma ish	Yozma ish	10	40	40	0-23	2	

	baholash	yoki test shaklida o'tkaziladi	bo'lsa 4 ta savol (test shaklida bo'lsa 1 baldan 40 ta savol)				24-27	3
							28-35	4
							36-40	5
	Jami				100	100		

Izoh: Joriy va Oraliq baholashda jami 36 baldan past (2 baho) olgan talaba yakuniy baholashga kiritilmaydi.

Guliston davlat universitetida talabalar bilimini nazorat qilish joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlarini o'tkazish orqali amalga oshiriladi.

Tegishli fan bo'yicha mas'ul professor-o'qituvchilar o'quv dasturi va sillabusida ushbu fandan o'tkaziladigan nazorat turlari, baholash mezonlari va ballar taqsimotini fanning xususiyatidan kelib chiqib, batafsil ko'rsatib o'tishlari lozim.

Talabalar bilimi 100 ballik tizimda quyidagi jadvalda keltirilgan mezonlar asosida baholanadi:

Talabalar bilimini baholash mezonlari:

Baho	Baholash mezonlari	To'plangan ball
A' lo	Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtira olish, fanga oid asosiy ko'rsatgichlarni bilish va baholash, berilgan savolarga batafsil javob berish va mazmunini to'la yoritish, fikrni ilmiy-nazariy adabiyotlar yordamida asoslash, barcha amaliy ko'nikma va malakalarni o'zlashtirish, nazariy bilimlarni turli vaziyatda qo'llay olish, tizimli yondoshish, uzviylikka amal qilish. Auditoriyada faol. O'quv tartib intizomiga to'liq rioya qiladi. Topshiriqlarni namunali rasmiylashtirgan.	90-100
Yaxshi	Fanga oid asosiy ko'rsatgichlarni bilish va baholash, fanga oid asosiy ko'rsatgichlarni bilish va baholash, tizimli yondoshish, uzviylikka amal qilish, asosiy amaliy ko'nikma va malakalarni o'zlashtirish, nazariy bilimlarni turli vaziyatda u yoki bu qo'llay olish darajada. O'quv tartib intizomiga to'liq rioya qiladi.	70-89
Qoniqarli	Topshiriqlarni echishga harakat qiladi. Berilgan savollarga javob berishga harakat qiladi. Masalaning mohiyatini chala tushungan. O'quv tartib intizomiga rioya qiladi.	60-69
Qoniqarsiz	Talaba amaliy mashg'ulot darsi mavzusiga nazariy tayyorlanib kelmasa, mavzu bo'yicha masala, misol va savollariga javob bera olmasa, darsga sust qatnashsa bilim darajasi qoniqarsiz baholanadi	0-59

Fan o'qituvchisi to'g'risida ma'lumot

Mualliflar:	Yusufaliyev Abduraxmon Tilovovich, katta o'qituvchi Raxmatullayev Ravshanbek Qo'shmuratovich, texnika fanlari
--------------------	--

	bo'yicha falsafa doktori (PhD) Ermator Valijon Avdivoitovich, o'qituvchi Botirov Baxtiyor, Ko'nishovich, o'qituvchi
E-mail:	<i>raxmatullayev1974@mail.ru</i>
Tashkilot :	Guliston davlat universiteti, "Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari" kafedrasida
Taqrizchilar:	"Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari" kafedrasida muduri, dotsent. M.To'raqulov Texnika fanlari doktori, professor K.K.Nuriyev

Mazkur sillabus Guliston davlat universitet o'quv-uslubiy Kengashining 2023 yil 29 avgustdagi 1-sonli yig'ilish bayoni bilan tasdiqlangan.

Maskur sillabus "Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari" kafedrasining 2023 yil 26 avgustdagi 1-sonli yig'ilish bayoni bilan ma'qullangan.

O'quv –uslubiy boshqarma boshlig'i

Institut direktori

Kafedra mudiri

Tuzuvchilar

I.A. Xudoyberdiyev

K.K.Sattarov

M.A.To'raqulov

A. Yusufaliyev

R.Q.Raxmatullayev

V.A. Ermator

B.K. Batirov

TEST SAVOLLARI

Termodinamika nimani o‘rganadi?
Issiqlik energiyasini xususiyatlarini
Mexanik energiyani
Kinetik energiyani
Potensial energiyani
Termodinamika nimani anglatadi?
Issiqlik va kuch
Suyuqlik va kuch
Gaz va kuch
Havo va kuch
Statistik uslub nima?
Hisoblash, umumlashtirish
Ko‘paytirish
Kamaytirish
Defferensiyalash
Molekulyar kinetik nazariyaning asosi nechta?
3 ta
5 ta
2 ta
4 ta
Molekulyar kinetik nazariyaning asosi-
Moddalar, molekulalar va atomlardan, ular harakat qiladi, tortishadi
Harakatda bo‘ladi
Tortishadi
Tartibli harakatda bo‘ladi.
Molekulalar orasidagi o‘lcham....
10^{-8} sm
10^{-5} sm
10^{-10} sm
10^{-15} sm
Bitta molekulaning massasi qancha?
10^{-27} kg
10^{-37} kg
10^{-17} kg
10^{-47} kg
Molar massasining o‘lchov birligi
kg/mol
kg*mol
kg+mol
kg-mol
Molar massa bilan Avagadro doimiysini bog‘lanishi

$M = m_0 N_A$
$M = \frac{m_0}{N_A}$
$M = m_0 + N_A$
$M = m_0 - N_A$
Avagadro soni nimaga teng?
$N_A = 6 \cdot 10^{23}$
$N_A = 5 \cdot 10^{23}$
$N_A = 7 \cdot 10^{23}$
$N_A = 10 \cdot 10^{23}$
Ish nima?
Kuch ta'sirida jismni vaziyati va shaklini o'zgarishi
Vaziyatni o'zgarishi
SHaklini o'zgarishi
Geometrik o'lchamning o'zgarishi
Ish bajarilishi uchun nechta jism kerak?
2 ta
5 ta
1 ta
4 ta
Ish bajarilishi uchun qanday jismlar kerak?
Kuch beruvchi va kuch qo'yilgan jism
Erkin jism
Erksiz jism
Qattiq jism
Energiya birligi
Joul
Vatt
Kilovatt
Paskal
Ish birligi
Joul
Vatt
Kilovatt
Nyuton
Bir joul qanchaga teng?
10^7 erg
10^5 erg
10^{10} erg
10 erg
Temperatura nima?
Jismning qizitilganlik darajasi
Sovutilish

Kengayish darajasi
Torayish darajasi
Suvning qaynash temperaturasi
100°S
100°T
100°F
100
Muzning erish temperaturasi
0°S
0°T
0°F
0
Xalqaro temperatura shkalasida temperatura shkalasi
$t^{\circ}\text{C}$
$^{\circ}\text{T}$
$^{\circ}\text{F}$
$^{\circ}\text{R}$
Xalqaro temperatura shkalasida $t^{\circ}\text{C}$ nima
-100°
-273
-300
-50
Farangeyt shkalasi qaysi davlatda ishlatilindi
Angliya, Amerika
Fransiya, Yaponiya
O'zbekiston, Qozog'iston
Bolgariya, Koreya
Farengeytda muzning erish temperaturasi
$+32^{\circ}\text{F}$
$+32^{\circ}\text{K}$
$+32^{\circ}\text{T}$
$+32^{\circ}\text{S}$
Kelvinda absolyut nol temperatura
273,16
173,16
100,16
373,16
Si sistemasida bosim birligi
Pa
A
N_A
M
Bir Paskal qancha

$\frac{H}{M^2}$
$\frac{K^2}{CM}$
$\frac{H}{M}$
NM
Selsiy shkalasi qachon kashf qilingan?
1742 y
1842 y
1642 y
1942 y
Selsiy kim?
SHved olimi
Fransuz
Nemis
O'zbek
Selsiyda 100° S bo'lsa, Kelvinda qancha?
373°S
273°S
173°S
73°S
Selsiyda 10° S bo'lsa, Kelvinda qancha?
283°S
263°S
273°S
100°S
Selsiyda 27° S bo'lsa, Kelvinda qancha?
300°S
327°S
227°S
127°S
Kelvinda 73° S bo'lsa, Selsiyda qancha?
200°S
346°S
173°S
273°S
Kelvinda 273° S bo'lsa, Selsiyda qancha?
0°S
546°S
100°S
173°S
Havoning atmosfera bosimi
$P_{abc} = P_{бар} + P_{ман}$

$P_{abc} = P_{бар} - P_{ман}$
$P_{abc} = P_{бар} + 2P_{ман}$
$P_{abc} = 2P_{бар} + P_{ман}$
Normal atmosfera bosimi
760 mm s. ust.
740 mm s. ust.
770 mm s.ust.
750 mm s. ust.
Bir millimetr simob ustuni nimaga teng?
133,3
123,3
113,3
143,3
Texnik atmosfera bosimi birligi
$\frac{кг}{см^2}$
$\frac{кг}{см}$
$\frac{Н}{см}$
$\frac{Н}{см^2}$
Solishtirma hajm birligi
$\frac{М^3}{кг}$
$\frac{М^2}{кг}$
$\frac{см^3}{кг}$
$\frac{см}{кг}$
Solishtirma og'irlik birligi
$\frac{кг}{М^3}$
$\frac{кг}{М^2}$
$\frac{кг}{М}$
$\frac{кг}{см^2}$
Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi
$\frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2}$
$\frac{mv^2}{4}$
$\frac{mv^2}{10}$
Boyl-Marriot qonunning ifodasi
$PV = const$
$\frac{P}{V} = const$
$\frac{V}{P} = const$
$2PV = const$
Gey-Lyussak qonunining ifodasi
$\frac{V}{T} = const$
$PV = const$
$TV = const$
$\frac{T}{V} = const$
Avagadro qonunining ifodasi
$\mu V = const$
$PV = const$
$TV = const$
$\frac{V}{T} = const$
Molekulyar og'irlik ifodasi
μ
π
N
A
Normal sharoitda mol hajmi qancha
22,4 nm ³
32,4 nm ³
12,4 nm ³
2,4 nm ³
Gazlar uchun holat tenglamasi
$\frac{PV}{T} = const$
$\frac{PV}{2T} = const$
$TPV = const$
$PV = T$
Bir mol uchun holat tenglamasi

$PV = \mu RT$
$PV = RT$
$PV = \mu R$
$PV = \mu T$
Bir mol uchun holat tenglamasini kim aniqlagan?
Mendeleev
Lomonosov
Marriot
SHarl
Universal gaz doimiysi qanchaga teng?
848
748
648
948
Universal gaz doimiysini belgisi
μR
μP
μT
μV
Universal gaz doimiysini ifodasi
$R = \frac{848}{\mu}$
$R = \frac{748}{\mu}$
$R = \frac{948}{\mu}$
$R = \frac{648}{\mu}$
Metanning molekulyar og'irligi qancha?
16 kg
26 kg
10 kg
6 kg
Boyl qonunini qachon kashf qilgan?
1662 y.
1762 y.
1862 y.
1962 y.
Marriaot qonuni qachon kashf qilingan?
1676 y.
1776 y.
1876 y.
1976 y.
Gey-Lyussak qonuni qachon kashf qilingan?

1802 y.
1702 y.
1902 y.
2002 y.
Karno sikli qachon kashf qilingan?
1824 y.
1724 y.
1624 y.
1924 y.
T temperaturani kim kashf qilgan?
Kelvin
Selsiy
Farengeyt
Renkin
Kelvin 300 K bo'lsa, selsiyda qancha?
27 °S
0°S
200°S
327°S
Kislorodning molekulyar og'irligi qancha?
32
16
48
24
Suvning zichligi qancha?
1000 kg/m ³
100 kg
10 t
10000 n
Suvning 1m³ massasi qancha?
1000 kg
100 gr
10 n
10000 kg
Gaz holatining tenglamasi nimani bildiradi?
Hajm, bosim va temperaturaning o'zaro bog'lanishini
Temperaturasini
Hajmini
Bosimini
Gaz joimiysini birligi
$\frac{KJ}{kg}$
$\frac{KJ}{kg \cdot K}$
$\frac{KJ}{kg}$
$\frac{KJ}{kg \cdot K}$

<i>кзм.эрад.</i>
Dalton qonuni nimani ifodalaydi?
Gaz aralashmasining hasusiyatlarini
Ideal gaz hasusiyatlarini
Real gaz hasusiyatlarini
Suvning hasusiyatlarini
Aralashmaning bosimi nimaga teng?
$P_{ap} = P_1 + P_2 + + P_n$
$P_{ap} = 2P_1 + P_2 + + P_n$
$P_{ap} = 5P_1 + P_2 + + P_n$
$P_{ap} = 10P_1 + P_2 + + P_n$
Parsial bosimga bog'liq holda holat tenglamasi.
$P_i V_{ap} = G_i \cdot R_i T$
$2P_i V_{ap} = G_i \cdot R_i T$
$P_i V_{ap} = 2G_i \cdot R_i T$
$5P_i V_{ap} = R_i T \cdot G_i$
Termodinamikaning birinchi qonuni ifodasi
$Q = (U_2 - U_1) + A$
$Q = U_2 + A$
$Q = U_1 + A$
$Q = A$
Davriy ishlovchi mashina tashqaridan issiqlik olmasa...
$A = U_2 - U_1$
$A = U_2 + U_1$
$A = U_2$
$A = U_1$
Izotermik jarayonda termodinamikaning birinchi qonuni.
$Q = A$
$Q = U_2 - U_1$
$Q = U_2$
$Q = U_1$
Izobarik jarayonda termodinamikaning birinchi qonuni.
$Q = \Delta U + P \cdot \Delta V$
$Q = \Delta U$
$Q = P \Delta V$
$Q = P \Delta U - P$
Izoxorik jarayonda termodinamikaning birinchi qonuni.
$Q = \Delta U$
$Q = \Delta A$
$Q = U_2$
$Q = P$
Real gazlarda potentsial energiya.

$U = U_k + U_h$
$U = 2U_k + U_h$
$U = 2U_k$
$U = 2(U_k + U_h)$
Gaz issiqlik sig'imi necha xil bo'ladi?
3
5
2
1
Gazning issiqlik sig'imi qanday bo'ladi?
Gazning massa, hajm va kilamol bo'yicha issiqlik sig'imi
Gazning massaviy issiqlik sig'imi
Gazning hajmiy issiqlik sig'imi
Gazning kilamol issiqlik sig'imi
1 kkal issiqlik miqdori qancha ish bajaradi?
427 kJ
527 kJ
627 kJ
327 kJ
1 kgm ish qancha issiqlik beradi?
$\frac{1}{427}$
$\frac{1}{527}$
$\frac{1}{627}$
$\frac{1}{327}$
Issiqlik miqdorini ifodasi
$Q = C \cdot m(t_2 - t_1)$
$Q = \frac{C}{2} \cdot m(t_2 - t_1)$
$Q = Cm(t_2 + t_1)$
$Q = Cm \frac{t_2}{t_1}$
Solishtirma issiqlik sig'imi o'lchov birligi
Joul
KJ
Kg
N
Gazning mol bo'yicha issiqlik sig'imi
$C_\mu = \frac{Q}{M(t_2 - t_1)}$

$C_{\mu} = \frac{2Q}{M(t_2 - t_1)}$
$C_{\mu} = \frac{5Q}{M(t_2 - t_1)}$
$C_{\mu} = \frac{10Q}{M(t_2 - t_1)}$
Gazni massa bo'yicha issiqlik sig'imi
$C = \frac{C_{\mu}}{\mu}$
$C = C_{\mu} + \mu$
$C = C_{\mu} \cdot \mu$
$C = C_{\mu} - \mu$
Gazning massa bo'yicha issiqlik sig'imining o'lchov birligi
$\frac{\text{ккал}}{\text{нм}^3 \cdot \text{град}}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{нм}^2 \cdot \text{град}}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{нм} \cdot \text{град}}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{град}}$
Gazning mol bo'yicha issiqlik sig'imi birligi
$\frac{\text{ккал}}{\text{мол} \cdot \text{град}}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{град}}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{мол} \cdot \text{град}^2}$
$\frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$
Gazning solishtirma og'irligi birligi
$\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}$
$\frac{\text{кг}}{\text{нм}^2}$
$\frac{\text{кг}}{\text{нм}}$
$\frac{\text{кг}}{2\text{нм}}$
Gazning solishtirma hajmi birligi
$\frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}$
$\frac{\text{нм}}{\text{кг}}$

$\frac{HM^2}{K\mathcal{Z}}$
HM
Solishtirma hajmda 1 kg gazni isitish
$q_V = C_V(t_2 - t_1)$
$q_V = C_V(t_2 + t_1)$
$q_V = 2C_V(t_2 - t_1)$
$q_V = \frac{C_V(t_2 - t_1)}{2}$
O'zgaras bosimda 1 kg gazni isitish
$q_P = C_p(t_2 - t_1)$
$q_P = C_p(t_2 + t_1)$
$q_P = 2C_p(t_2 - t_1)$
$q_P = \frac{C_p(t_2 - t_1)}{2}$
Massa bo'yicha issiqlik sig'imi
$C_m = \frac{q}{t_2 - t_1}$
$C_m = \frac{q}{t_2 + t_1}$
$C_m = \frac{2q}{t_2 - t_1}$
$C_m = 2q(t_2 - t_1)$
1 kg gaz aralashmasining issiqlik sig'imi
$C_{ap} = \sum C_k q_k$
$C_{ap} = 2 \sum C_k q_k$
$C_{ap} = C_k q_k$
$C_{ap} = 2C_k q_k$
1 m³ aralashma uchun hajmiy issiqlik sig'imi
$C_{ap}^1 = \sum C_k^1 \cdot r_k$
$C_{ap}^1 = 2 \sum C_k^1 \cdot r_k$
$C^1 = \sum C_k^1 \cdot \frac{r_k}{2}$
$C^1 = \sum C_k^1 \cdot r_k$
Ichki energiyaning absolyut qiymati
$U = C_V \cdot T$
$U = \frac{C_V \cdot T}{T}$
$U = 2C_V \cdot T$
$U = 3C_V T$
Gaz entalpiyasi nima?

Gaz holati ko'rsatkichi funksiyasi
Gaz temperaturasi
Gaz bosimi
Gaz hajmi
Gaz entalpiyasining birligi
j/kg
j+kg
j*kg
j-kg
Gaz entropiyasi nima?
Issiqlik dinamikasining holatini ko'rsatkichi
Temperatura ko'rsatkichi
Bosim ko'rsatkichi
Xajm ko'rsatkichi
Gaz entropiyasi belgilanishi
dS
dA
dU
dQ
Gaz entalpiyasi belgilanishi
i
α
β
γ
Adiabatik jarayon nima?
Tashqi muhit bilan issiqlik almashilmaydi
Issiqlik almashadi
Issiqlik beruvchi
Issiqlik oluvchi
Adiabatik jarayonida bajarilgan ish
$A = \frac{u_1 - u_2}{A_T}$
$A = \frac{u_1}{A_T}$
$A = \frac{u_1 + u_2}{A_T}$
$A = \frac{u_2}{A_T}$
Adiabatik ko'rsatkich nimaga teng?
$K = \frac{C_p}{C_v}$
$K = C_p \cdot C_v$

$K = \frac{C_v}{C_p}$
$K = C_p + C_v$
Adiabatik kengayishda nima bo‘ladi?
$P, T - \text{kamayadi}$
$P = \text{const}$
$P, T - \text{qunayadi}$
$T = \text{const}$
Adiabatik tenglama
$TV^{k-1} = \text{const}$
$PV^{k-1} = \text{const}$
$T = \text{const}$
$PV = \text{const}$
Adiabatik jarayonida bajariladigan ish
$A = \frac{C_v}{A_T} (T_1 - T_2)$
$A = C_v (T_1 - T_2)$
$A = A_T (T_1 - T_2)$
$A = C_v A_T$
Politron nima?
Ko‘p xususiyatli
Ko‘p temperaturali
Har xil bosimli
Har xil hajimli
Politron jarayonda issiqlik miqdori
$q = U_2 - U_1 + A_T A$
$q = U_2 + A_T A$
$q = U_1 + A_T A$
$q = A_T A$
Politron jarayon tenglamasi
$PV^n = \text{const}$
$PV = \text{const}$
$T = \text{const}$
$TV = \text{const}$
Politron jarayonda bajarilgan ish
$A = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2)$
$A = n-1 (T_1 - T_2)$
$A = (T_1 - T_2) R$
$A = n-1 (T_1 + T_2)$
Politron jarayonda issiqlik sig‘imi
$C = C_v - \frac{A_T \cdot R}{n-1}$

$C = C_v + \frac{A_T \cdot R}{n+1}$
$C = C_v + \frac{A_T \cdot R}{n-1}$
$C = C_v - A_T \cdot R$
Termodinamikaning birinchi qonuni xususiyati
Issiqlik va ish orasidagi miqdoriy bog‘lanishni ifodalaydi
Issiqlikni ifodalaydi
Potensial energiyani ifodalaydi
Hajmni ifodalaydi
Termodinamikaning ikkinchi qonuni nimani ifodalaydi?
Issiqlikni mexanik energiyaga aylanish shart-sharoitlarini
Issiqlikni kinetik energiyaga aylanishi
Issiqlikni potensial energiyaga aylanishi
Issiqlikning ichki energiyaga aylanishi
Bir gaz uchun issiqlik kaloriyasi
$q = q_1 - q_2$
$q = q_1 + q_2$
$q = q_1 \cdot q_2$
$q = \frac{q_1}{q_2}$
Karno siklining termik foydali ish koeffitsienti
$\eta_t = \frac{A_T \cdot A_0}{q_1}$
$\eta_t = \frac{A_T}{q_1}$
$\eta_t = \frac{A_0}{q_1}$
$\eta_t = A_T \cdot A_0$
Karno siklining temperatura orqali f.i.k.
$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = 1 + \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2}$
Ichki yonuv dvigateli yoqilg‘i turiga qarab necha xil bo‘ladi?
3 xil
4 xil
5 xil

2 xil
Ichki yonuv dvigateli yoqilg'i turiga qarab qanday bo'ladi?
Gaz, suyuq, binar
Gaz
Suyuq
Binar
Ish sikliga qarab i.yo.d. necha xil?
2
3
4
5
Ichki yonuv dvigateli ish sikliga qarab qanday bo'ladi?
Ikki va to'rt taktli
Ikki
To'rt
Bir
Ichki yonuv dvigatellari necha xil bo'ladi?
4
3
2
5
Ichki yonuv dvigatellari qanday bo'ladi?
Avtomobil, aviatsiya, gaz trubinali, reaktiv dvigatellarda
Aviatsiyada
Gaz trubinalari
Avtomobillarda
Ichki yonuv dvigatellarida issiqlikni uzatish necha xil?
3
4
5
2
Ichki yonuv dvigatellarida issiqlikni berish qanday?
Izaxor, izobar, aralash
Izobar
Izoterma
Adiabata
To'rt taktli dvigatelni kim kashf qilgan?
Otto
Karno
Marriot
Avagadro
To'rt taktli dvigatel qachon kashf qilingan?
1867 y.
1767 y.

1967 y.
1667 y.
Dvigatelda izoxorada f.i.k.
$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$
$\eta_t = 1 + \frac{q_2}{q_1}$
$\eta_t = 2 - \frac{q_2}{q_1}$
$\eta_t = 1 + \frac{q_2}{q_1}$
Dizel siklini kim yaratgan?
Dizel
Otto
Karno
SHarl
Dizel sikli qachon kashf qilingan?
1897 y.
1797 y.
1997 y.
1665 y.
Suv bug'i uchun qanday sikl bor?
Karno
Dizel
Boyl
Marriot
Nam bug' uchun termik f.i.k.
$\eta_t = \frac{q_0}{q_1}$
$\eta_t = 2q_0$
$\eta_t = \frac{q_1}{q_0}$
$\eta_t = 2q_1$
Suv bug'i uchun termik f.i.k.
$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = 1 + \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = \frac{T_1}{T_2}$

Renkin siklini termik f.i.k.
$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_2^1}$
$\eta_t = \frac{i_2}{i_1}$
$\eta_t = \frac{i_1}{i_2}$
$\eta_t = \frac{i_1}{i_2^1}$
1 kvt. Soat elektr energiyasi olish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori
$q_0 = \frac{3,6 \cdot 10^6}{\eta_t}$
$q_0 = 3,6 \cdot \eta_t$
$q_0 = 3,6 \cdot 10^6$
$q_0 = 2\eta_t$
Gaz trubinali qurilmalarni yonish jarayoni necha xil?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Gaz trubinali qurilmalarni yonish jarayoni qanday?
$P = const, \quad V = const$
$T = const,$
$V = const$
$P = const,$
Gaz trubinali qurilmaning f.i.k.
$\eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2}$
$\eta_t = \frac{T_1}{T_2}$
$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
$\eta_t = \frac{T_2}{T_1}$
yonish jarayonida bosimning ortishi
$\lambda = \frac{P_3}{P_2}$
$\lambda = P_3 - P_2$
$\lambda = \frac{P_2}{P_3}$
$\lambda = P_3 + P_2$
Reaktiv qurilmaning termik f.i.k.

$\eta_t = \frac{W^2}{2H_{ap}}$
$\eta_t = W^2$
$\eta_t = 2W + H$
$\eta_t = \frac{2H_{ap}}{W^2}$
Reaktiv dvigatelda gazning tezligi qancha?
9000 km/soat
10000 km/soat
5000 km/soat
3000 km/soat
Gaz aralashmasining issiqlik berishi qancha?
10000 kj/kg
1000 kj/kg
100 kj/kg
10 kj/kg
Reaktiv dvigatellari necha xil bo‘ladi?
4 xil
3 xil
2 xil
5 xil
Reaktiv dvigatellari qanday bo‘ladi?
Qattiq, suyuq, kimyoviy va yadro raketa dvigatellari
Qattiq
Suyuq
Kimyoviy
Raketa dvigatellari necha xil bo‘ladi?
3 xil
2 xil
4 xil
5 xil
Raketa dvigatellari qanday?
Hr dvig. TR dvig., kompressorsiz
Havo reaktiv
Turbo reaktiv
Kompressorsiz
Adiabatada reaktiv dvigatel sikli
$a_y = i_3 - i_4$
$a_y = i_3 + i_4$
$a_y = i_4 - i_3$
$a_y = i_4 - 2i_3$
Reaktiv dvigatel sikli f.i.k.

$\eta_t = \frac{a_y}{q_1}$
$\eta_t = 2q_1$
$\eta_t = a_y$
$\eta_t = q_1 - a_y$
Suvning bug‘ga aylanishi necha xil?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Suvning bug‘ga aylanishi qanday?
Bug‘lanish, qaynash
Bug‘lanish
Qaynash
Kondensatsiya
Bug‘ning suyuqlikka aylanish jarayoni
Kondensatsiya dit
Sovutish
Qaynash
Bug‘lanish
Bug‘lanishda entalpiya
$i_2 = u + A_T \cdot P_V$
$i_2 = u_2 + A_T \cdot P_V$
$i_2 = A_T \cdot P_V$
$i_2 = u + P_V$
Izobar jarayonda entalpiya
$q_p = i_2 - i_1$
$q_p = i_2$
$q_p = i_1$
$q_p = i_2 + i_1$
Suyuqlik issiqligi qanday?
$\lambda^1 = C_c - t_s$
$\lambda^1 = C_c$
$\lambda^1 = t_s$
$\lambda^1 = 2C_c$
Ishning termik ekvivalenti
$A_T = \frac{1}{427}$
$A_T = 427$
$A_T = 527$
$A_T = \frac{1}{527}$

Nisbiy namlik
$\varphi = \frac{P_{\delta}}{P_T}$
$\varphi = 2P_{\delta}$
$\varphi = P_T$
$\varphi = \frac{P_T}{P_{\delta}}$
Namlik miqdori
$d = \frac{m_{\delta}}{m_x}$
$d = m_{\delta} + m_x$
$d = m_{\delta} - m_x$
$d = \frac{m_x}{m_{\delta}}$
Nam havoning entalpiyasi
$i = i_x + d \cdot i_{\delta}$
$i = i_y + d \cdot i_2$
$i = i_z + d \cdot i_1$
$i = i + d \cdot i_{\delta}$
Issiqlik almashinuvi qanday
Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish
Konveksiya
Nurlanish
Statsionar
Issiqlik almashinuvining usuli nechta?
3 xil
2 xil
4 xil
5 xil
Nurlanish qanday amalga oshiriladi?
Elektromagnit to'lqinlari fazoda
Fazoda
Tekislikda
Havoda
Issiqlik o'tkazuvchanlik necha xil?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Issiqlik o'tkazuvchanlik qanday amalga oshiriladi?
Statsionar, nostatsionar
Statsionar

Nostatsionar
Havoda
Nur energiyasini tashuvchi sifvtida nima qabul qilingan?
Foton
Suv
Havo
Kislorod
Laminar oqim nima?
Parallel traektoriyada harakat
Notekis
To'liqsimon
Aylanma
Turbulent oqim nima?
Tartibsiz to'liqsimon harakat
parallel
Aylanma
To'g'ri oqim bo'yicha
Issiqlik izolyasion materiallarga nimalar kiradi?
Asbest, mineral molets, penoplast
Qozon
Fanera
G'isht
Nam havo nima?
Suv bug'i bilan havoning mexanik aralashmasi
Suv bug'i
Havo
Gaz
YOqilg'ini asosiy tarkibi nimadan iborat?
Uglerod
Azot
Kislorod
Metan
YOqilg'i necha xil bo'ladi?
3 xil
4 xil
2 xil
5 xil
YOqilg'i qanday bo'ladi?
Qattiq, suyuq, gaz
Qattiq
Suyuq
Gaz
YOqilg'i tarkibi nimalardan iborat?
Organik va mineral moddalardan

Oltingugurt
Azot
Kislород
Qattiq yoqilg'ining yoqilg'i massasi nima?
YOnuvchi qismi
O'zagi
Massasi
Quruqligi
Neft mahsulotlariga nimalar kiradi?
Benzin, kerosin, dizel
Kerosin
Dizel
Mazut
Qattiq yoqilg'ilarga nimalar kiradi?
YOg'och, torf, ko'mir, antrotsit
Torf
Ko'mir
Antrotsit
YOnish jarayonini nima ta'minlaydi?
O'txona
Qozon
Gorelka
Forsunka
Bug' trubinasi nima?
Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi mashina
Kinetik energiyaga aylantiradi
Potensial energiyaga aylantiradi
Ichki energiyaga aylantiradi
Bug' trubinasining f.i.k.
$\eta = \frac{N_{\text{эф.}}}{N_i}$
$\eta = \frac{N_{\text{эф.}}}{2N_i}$
$\eta = \frac{2N_{\text{эф.}}}{N_i}$
$\eta = 2N_{\text{эф.}} - N_i$
Gaz trubinalari necha xil?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Gaz trubinalari qanday?
Aktiv, reaktiv

Statsionar
Nostatsionar
Reaktiv
Issqlik elektr stansiyasi nima?
Issiqlik energiyasini oʻzgarishida issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaradigan inshoot
Elektr energiya ishlab chiqaradi
Issiqlik energiyasi ishlab chiqaradi
Bugʻ ishlab chiqaradi
Organik yoqilgʻi tarkibiga nimalar kiradi?
YOnuvchi va yonmaydigan element birikmalari
YOnuvchi elementlar
YOnmaydigan elementlar
Kul
Organik yoqilgʻiga nechta element kiradi?
2 ta
3 ta
4 ta
5 ta
Gazlar necha xil boʻladi?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Gazlar qanday boʻladi?
Tabiiy, sunʻiy
Tabiiy
Sunʻiy
yoʻlovchi
Tabiiy gazlar necha xil?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Tabiiy gazlarga nimalar kiradi?
Tabiiy, yoʻlovchi
Yoʻlovchi
Tabiiy
Biogaz
Sunʻiy gazlar
Generator, domna, biogaz
Metan
Protan
Butan

Suyuqlik necha xil bo‘ladi?
2 xil
3 xil
4 xil
5 xil
Suyuqlik yoqilg‘i qanday bo‘ladi?
Neft, sun‘iy
Neft
Tabiiy
Sun‘iy
Sun‘iy suyuq yoqilg‘ilarga nimalar kiradi?
Mazut, kerosin, dizel, benzin
Mazut
Kerosin
Benzin
1 kg suvni bug‘latish uchun qancha issiqlik sarf bo‘ladi?
2500 kj
2000 kj
1500 kj
1000 kj
Generator gazi qerda olinadi?
60 % havosiz muhitda gaz generatorlarida olinadi
Ichki yonuv dvigateliga
Gaz trubinali qurilmada
Dvigatelda
Biogaz qerda olinadi?
CHorva chiqindilaridan
Neftdan
YOg‘ochdan
Antrotsitdan
A-72 nima?
Benzil avtomobil uchun 72 oktant soni
72 benzin nomeri
72 tarkibi
72 raqamli
Uy-ro‘zg‘or iste‘moli uchun necha xil gaz markasi ishlab chiqiladi?
3 xil
4 xil
5 xil
2 xil
Uy-ro‘zg‘or iste‘moi uchun necha xil gaz markasi ishlab chiqiladi?
SPBTZ, SPBTL, BT
SPBTZ
SPBTL

BT
Generator gazining yonishi
65000 kJ/m ³
25000 kJ/m ³
15000 kJ/m ³
10000 kJ/m ³
Gomogen yonish nima?
Gaz-gaz tizimi
Suyuqlik t gaz
Qattiq jism+gaz
To'la tizim
Geterogen yonish
Suyuqlik+gaz,qattiq jism+gaz
Gaz-gaz
To'liqmas
To'la
Gazlarni yonishining qanday usuli bor?
Kinetik, diffuzion
Front
Aralash
Diffuzion