

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**OLY TA'LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL
ETISH BOSH ILMIY – METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**TEXNOLOGIK MASHINALAR VA JIHOZLAR
YO'NALISHI**

**“QAYTA ISHLASH SANOATINING
ENERGOTEXNOLOGIK ASOSLARI”**

modulidan

O'QUV-UCLUBIY MAJMUUA

Toshkent – 2018

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI

**OLIY TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL
ETISH BOSH ILMIY – METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**“QAYTA ISHLASH SANOATINING ENERGOTEXNOLOGIK
ASOSLARI”
moduli bo‘yicha**

O‘QUV-UCLUBIYMAJMUA

Tuzuvchi: TDTU, t.f.d.,dots. Karimov Q.F.

Toshkent – 2018

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 201_ yil _____ -sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: TDTU, “Sovutish va kriogen texnikasi” kafedrası dotsenti,
t.f.d. Q.F.Karimov

Taqrizchi: TDTU, “Sovutish va kriogen texnikasi” kafedrası
professori,t.f.d. S.G. Zokirov

O‘quv-uclubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 201_ yil _____dagi ____-sonli qarori bilan nashrga tavsiy qilingan.

MUNDARIJA

I.	Ishchi dastur.....	5
II.	Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari ...	11
III.	Nazariy materiallar	22
IV	Amaliy mashg‘ulot materiallari.....	51
V	Keyslar banki	68
VI	Mustaqil ta’lim mavzulari	71
VII	Glossariy	73
VIII.	Adabiyotlar ro‘yxati	74

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4732-son Farmonidagi ustuvor yo‘nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunin itakomillash tirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Dastur mazmuni kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash sanoatlarida texnologik mashina hamda jihozlarni loyihalash, kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashning texnologik tizimi elementlari: mashina, jihoz, agregat, qurilmalarning zamonaviy ahvoli va ularni rivojlantirishning istiqbollari, kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashda ilg‘or texnologiyalar, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari bo‘yicha yangi bilim, ko‘nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

Ushbu dastur kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashning asosiy masalalari zamonaviy echimlarini, mahsulotniing integrallashgan ishlab chiqarish jarayonlarida loyihalash va ishlab chiqarish, jihozlar va asbob-uskunalar, ilg‘or texnologiya va jihozlarni ishlab chiqarishga joriy qilish masalalarining nazariy va amaliy asoslarini o‘rganishni o‘zida qamrab olgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

“Qayta ishlash sanoatining energo texnologik asoslari” modulining maqsadi: pedagogik faoliyatga nazariy va kasbiy tayyorgarlikni ta’minlash va yangilash, kasbiy kompetentlikni rivojlantirish asosida ta’lim-

tarbiya jarayonlarini samarali tashkilotish va boshqarish bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalarni takomillashtirishdan iborat.

“Qayta ishlash sanoatining energo texnologik asoslari” modulining vazifasi: pedagogik kadrlar tayyorgarligiga qo'yiladigan talablar, ta'lim va tarbiya haqidagi hujjatlar, ilg'or ta'lim texnologiyalarining dolzarb muammolari va zamonaviy konsepsiyalari, pedagogik mahorat asoslari, tizimli tahlil va qaror qabul qilish asoslari, kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashni optimal loyihalash, mashina va jihozlarining samaradorligini oshirish ishlari mazmunini o'rganishga yo'naltirishdan iborat.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilim, malaka va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

“Qayta ishlash sanoatining energo texnologik asoslari” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashning zamonaviy tendensiyalarini va yangiliklarini;
- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash mahsuloti sifatini ta'minlashning zamonaviy usullarini;
- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash tarmoqlarida innovatsiyalar va ilg'or texnologiyalarni;
- Mamlakatimizda hamda jahonda kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashni rivojlanish yo'nalishlari, strategiyasi masalalari va istiqbollari haqida **bilimlarga ega bo'lishi.**

Tinglovchi:

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashda mahsuldorlik va mahsulot sifatini ta'minlashning zamonaviy usullaridan foydalanish;

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashda zamonaviy texnologiyalar asosida yangi texnologik jarayonlarni loyihalash *ko‘nikmalariga* ega bo‘lishi lozim.

Tinglovchi:

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash yangiliklarini ishlab chiqarishga tatbiq etish;

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashda mahsuldorlik va mahsulot sifatini ta‘minlashning zamonaviy usullarini ishlab chiqarishga tatbiq etish;

- Innovatsion va ilg‘or texnologiyalarni amaliyotga ongli tatbiq etish *malakalariga* ega bo‘lishi zarur.

Tinglovchi:

- Har xil turdagi mashina va jixozlar tayyorlashning texnologik jarayonlarini ishlab chiqish;

- kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlashda zamonaviy yangi tipaviy texnologik jarayonlarni loyihalash hamda ularni amaliyotga joriy etish *kompetensiyalarini egallash ilozim.*

Modulning o‘quv rejadagi boshqa fanlar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

Fan mazmuni o‘quv rejadagi mutaxassislik fanlarining barcha sohalari bilan uzviy bog‘langan holda pedagoglarning umumiy tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

“Qayta ishlash sanoatining energo texnologik asoslari” moduli ma‘ruzava amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o‘qitish jarayonida ta‘limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

-ma‘ruza darslarida

-zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

-o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan,ekspress-so'rovlar, testso'rovlari, aqliy hujum, guruhliklash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish, va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazard atutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi

“Qayta ishlash sanoatining energo texnologik asoslari” moduli o'quv rejadagi quyidagi fanlar bilan bog'liq: “Texnologik mashina va jihozlarni loyihalash”, “Texnikaviy termodinamika”.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Zamonaviy kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash mahsuloti tarkibi, sifatining murakkablashuvi va ishlab chiqariladigan mahsulot nomenklaturasining tezo'zgaruvchanligi bilan xarakterlanadi. Bunday sharoitlarda ishlab chiqarishni jadallashtirish va uning samaradorligini oshirish, mahsulot raqobatbardoshligini ta'minlash uchun yuqori unumdorlik va aniqlikni ta'minlaydigan texnologik jarayonlarni loyihalayoladigan va ulardan ishlab chiqarishda samarali foydalanishni yo'lga quyishni ta'minlayoladigan mutaxassislarni tayyorlash oliy ta'limning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat					
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi				Mustaqil ta'lim
			ja'mi	jumladan			
				Nazariy	Amaliy	mashg'ulot Ko'chma mashg'ulot	
1.	Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash sanoatlarining energotexnologiya asoslari	4	2	2			2
2.	Eksergiya turlari	2	2	2			
3.	Kimyoviy jarayonlarning termodinamik tahlili	2	2	2			
4.	Azot kistotasini ishlab chiqarish	8	6	2		4	2
5.	Kaskadli sovitish mashinalarining unum dorligini oshirish	2	2		2		
6.	Sovitish mashinasi unumdorligini baholashning eksergetik kriteriyalari	4	4		4		
7.	Oqimdagi modda eksergiyasini hisoblash	2	2		2		
8.	Eksergetik balans tenglamasini tuzish	4	4		4		
9.	UFMQQ apparatining samaradorligi	2	2		2		
	Ja'mi:	30	26	8	14	4	4

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-ma’ruza. Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat, neft-gazni qayta ishlash sanoatlariining energotexnologiya asoslari

Umumiy tushunchalar. Energo-qayta ishlash-texnologik sistemalarni (QITS) termodinamik tahlil qilish usullari

2-ma’ruza. Ekssergiya turlari

Yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi. Modda oqimi termomexanik ekssergiyasi. Kimyoviy ekssergiya. Issiqlik oqimi ekssergiyasi. Nurlanish ekssergiyasi.

3-ma’ruza. Ekssergetik xarakteristikalar

Ekssergetik unumdorlik va quvvat. Termodinamik sistemalar energetik va ekssergetik xarakteristikalari o’rtasidagi bog’liqlik.

4-ma’ruza. Kimyoviy jarayonlarning termodinamik tahlili

Kimyoviy jarayonlar uchun ekssergetik tahlil maqsadi, tartibi. Kimyoi shlab chiqarish korxonasiining xarakterli sxemasi.

7-ma’ruza. Azot kistotasini ishlab chiqarish

Tabiiy gazdan azot kislotasini olish texnologiyasi. Tabiiy gazdan azot kislotasini olish texnologiyasining ekssergetik tahlili.

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg‘ulot. Kaskadli sovitish mashinalarining unumdorligini oshirish. Sovutish mashinasining ishiga issiqlik almashinish jarayonining ta’sirini o’rganish.

2-amaliy mashg‘ulot. Sovitish mashinasi unumdorligini baholashning ekssergetik kriteriyalari.

Aralash ekssergetik kriteriyning fizik mohiyatini tushunish va uni qo’llashni o’rganish.

3-amaliy mashg‘ulot. Oqimdagi modda ekssergiyasini hisoblash.

Ekssergiya turlaridan biri – oqimdagi modda ekssergiyasini hisoblashni o’rganish.

4-amaliy mashg‘ulot. Ekssergetik balans tenglamasini tuzish

Oziq-ovqat sanoatida ishlatiluvchi UFMQQ – sabzavotlarni archish apparati misolida eksergetik balans tenglamasini tuzishni o‘rganish.

5-amaliy mashg‘ulot. UFMQQ apparatining samaradorligi

Oziq-ovqat sanoatida ishlatiluvchi UFMQQ – sabzavotlarni archish apparati misolida eksergetik eksergetik samaradorlikni baholashni o‘rganish.

TA’LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI

Ta’limni tashkil etish shakllari aniq o‘quv materialni mazmuni ustida ishlayotganda o‘qituvchini tinglovchilar bilan o‘zaro harakatini tartiblashtirishni, yo‘lga qo‘yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o‘qitish jarayonida quyidagi ta’limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruza;
- amaliy mashg‘ulot;
- mustaqil ta’lim;

O‘quv ishini tashkil etish usuliga ko‘ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- yakka tartibda.

Jamoaviy ishlash – Bunda o‘qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o‘quv maqsadiga erishish uchun o‘zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

Guruhlarda ishlash – bu o‘quv topshirig‘ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o‘quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (2 tadan – 8 tagacha ishtirokchi) faol rol o‘ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta’limni tashkil etish shaklidir. O‘qitish metodiga ko‘ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo‘lish mumkin. *Bir turdagi guruhli*

isho‘quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.
Tabaqalashgan guruhli ish guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

YAkka tartibdagi shaklda - har bir ta’lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

BAHOLASHMEZONI

№	Baholashmezoni	Ball	Maksimalball
1	Keys	1.5 ball	2.5
2	Mustaqilish	1ball	

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

Oliy o‘quv yurtlarida mutaxassis kompetentligini shakllantirishda materialni sistematik o‘rganish, o‘zlashtirilgan bilimlar chuqurligi va adekvatligini davriy tekshirish, fanni faol o‘rganish metodlarining mavjudligi, talabalarni mustaqil ishlash qobiliyati muhim ahamiyatga ega. O‘qitishusulinitanlash konkret sharoitlarning turli hollariga va ta’lim-tarbiya jarayonining kechish sharoitlariga bog‘liq va injener amaliy faoliyati uchun zarur bo‘lgan talablarga javob beradi [1., 11 b.; 2., 10 b.].

Universal kompetentlik deganda, xususan, kommunikatsiyalar, individul va jamoada ishlash, professionallik etikasi, sotsial javobgarlik tushuniladi. Bularning shakllanganlik indikatori bo‘lib, masalan, kompleks injenerlik masalalarini echishda samarador individual ishlash va jamoada ishlaganda javobgarlik va vazifalarni taqsimlash hisoblanadi [3., 17 b.].

Ma’lum vazifalarni bajarish sabir bilan o‘rganishni va davomiy amaliyotni talab etadi. SHu sababli universal kompetenitsiyani rivojlantirish uchun laboratoriya ishlarini bajarishda fanni o‘qitishning interfaol usuli sifatida eng qulay strategiya bu kichik guruhlarda ishlashdir.

1.1. “Kichikguruhlar” usuli qo‘llash

Robert Merton guruhga ma’lum holda bir-biri bilan ta’sirda bo‘lgan odamlar jamlanmasi bo‘lib, ular o‘zlarining shu guruhga daxldor ekanliklarini tushunadilar va boshqa odamlar nazarida shu guruh a’zolaridir, deb ta’rif bergan. Guruhning instrumental ahamiyati biror ishni [4], masalan, fizikadan tajriba ishini o‘tkazish individual tarzda bajarish mumkin emasligi yoki qiyinligidir.

Ishdan maqsad – kichik guruhlarda fizikadan laboratoriya ishini o‘tkazishning o‘ziga xos tomonlarini aniqlash va ular potensialini zamon talablaridan kelib chiqib baholash.

Neys Smelzer ishlarida o‘zaro hamkorlik, a‘zolik va guruhdagi o‘xshashlik – bu har qanday guruhning asosiy jihatlaridir. SHu nuqtai nazardan kichik guruhni ko‘rib chiqamiz.

Kichik guruhlarda ishlash turli darajada tayorgarlikka ega talabalarga ishda ishtirok etish, hamkorlik ko‘nikmalarini shakllantirish, shaxsiy muloqot (xususan, faol eshitish, umumiy nuqtai nazarni shakllantirish, fikrlardagi yuzaga keluvchi tafovutni bartaraf qilish) imkoniyatini beradi. Ko‘pincha bularning barchasini butun o‘quv guruhi tarkibida amalga oshirib bo‘lmaydi.

Kichik guruhlarda ishni tashkil qilishda e‘tiborni qator holatlarga qaratish zarur:

- auditoriyamashg‘ulotivaqtiningkamligi;
- guruh tarkibining miqdoran chegaralanganligi;
- tarkibning stabilligi va uni o‘zgartirish mumkinligi;
- qo‘yilgan vazifani tashkil qilingan kichik guruhda bajarish uchun bilimlar va ko‘nikmalarzaruriyligi;
- shaxsiy tarkib intellektual darajasining turliligi va kreativligi;
- talabalarning o‘z-o‘zini nazorat qila bilishi;
- guruhning mashg‘ulotga mustaqil tayyorlanish qobiliyati;
- guruh tarkibining o‘zaro hamkorligi va muloqoti.

Auditoriya mashg‘ulotining vaqt bo‘yicha reglamenti guruh tarkibiga cheklov qo‘yadi. Fizikadan laboratoriya ishlarini bajarishda ikki yoki uch kishilik kichik guruhlar eng samaralidir. Ular anchagina uyushqoq, oldinga qo‘yilgan vazifalarni tezroq bajaradilar va har bir kursantga javobgarlik va funksional vazifalarni aniq taqsimlagan holda ishlash imkonini beradi, garchi boshqa sotsiologik hamkorlik uchun beshta kishidan iborat guruhlar qulay [4].

Kichik guruhlarning miqdoriy tarkibi bo‘yicha cheklovlarni ko‘rib chiqamiz:

1. A'zolar soni juft va toq sonli guruhlar. Juft sonli guruhlarda kelishmovchiliklarni a'zolari toq sonli guruhlardagiga nisbatan bartaraf qilish qiyin. Toq sonlik tarkib qo'yilgan masalani to'g'ri echishga qodir.

2. Ikki talabadan iborat guruhlar. Ularda axborot almashinuv darajasi yuqori ekanligi qayd etiladi va kelishmovchiliklar ham kam. Ammo, ko'p asabiylashuv, emotsionallik yuzaga kelish ehtimoli katta. Konkret muammoni (olingan natijalarni matematik qayta ishlashda, asboblar ko'rsatishini bir paytda qayd qilinmasligi va boshqalar) hal qilishda qiyinchiliklar yuzaga kelsa, ulardan birortasi qo'llab quvvatlanishi mumkin emas.

3. Uch talabadan iborat guruh. Bularda ham axborot bilan almashinuvning yuqori darajasi va kelishmovchiliklarning kamligi qayd etiladi. Ammo ikkita kuchliroq shaxslar guruhning zaifroq a'zosini siqib qo'yishlari mumkin. SHunga qaramay, uch kishidan iborat guruh – davriy o'zgaruvchan ittifoqli eng stabil tarkibdir. Bu holda fizik masalani echishdagi kelishmovchilikni bartaraf qilish oson.

4. Ko'p sonli odamlardan iborat guruhlar. Uch kishidan ortiq guruhlarni tashkil qilish maqsadga muvofiq emas, chunki bunday tarkib fizikadan jihoz bilan laboratoriya ishini bajarishda konkret vazifani echish imkoni yo'q.

Talabalarni kichik guruhlariga bo'lish.

Bir guruhga a'lochi, qoniqarli va yomon o'zlashtiruvchi talabalarni kiritish kerak. Turli jinsli guruhlarda faol ijodiy fikrlash, tez-tez fikr almashinuv, tushuntirish va olingan natijalarni anchagina to'liq muhokama qilish qayd etiladi. Ammo, talabalarning psixologik nomutanosibligini unutmaslik lozim. Buning ustiga, turli madaniyatga va konfessiyaga ega bo'lgan talabalar o'rtasida konstruktiv o'zaro munosabatlarni qurish maqsadida kichik guruhlar tarkibini turli jinsli qilishga intilish zarur.

Talabalarni guruhlarga bo'lishning ko'plab usullari mavjud. Eng oddiy bo'lish ixtiyoriy usuldir: talabalar "birinchi-to'rtinchi" (yoki o'quv guruhining miqdoriy tarkibiga bog'liq holda n -chi) deb sanab chiqishadi. Mos raqamlar bir guruhga tushadilar. Ammo kichik guruhlar tuzishda boshqa qoidaga rioya qilish darkor: guruhlar talabalar tomonidan tuzilishi zarur. Bu ayniqsa, harbiy bilim yurtlarida ularning kelajakdagi kasblari bilan bog'liq, chunki harbiy kuchlar birlamchi kichik guruhlarga asoslanadi. Kichik guruhlarining umumiy soni (l dan N gacha) barcha o'quv guruhlarining miqdoriy tarkibiga bog'liq.

Kichik guruhlar tarkibining stabiligi hamkorlikdagi ishning ijobiy natijalarini beradi. Etarli samarador bo'lmagan guruhlarini tarqatib yuborish ko'pincha ijobiy natija bermaydi, chunki talabalar muammoni birgalikda hal etish ko'nikmalariga ega bo'la olmaydilar. SHunga qaramay o'quv jarayonida o'quv guruhlarini tarkibini o'zgartirish mumkin. Bu guruh a'zolaridan birining betobligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin, fizika laboratoriyalarini bajarish esa, odatda, kollektiv mehnatini talab etadi.

Agaar guruh tarkibi oshirilsa, u holda imkoniyatlar, tajriba va ko'nikmalar diapazoni ham kengayadi. Guruh vazifasini bajarish uchun bilimlari foydali bo'lgan talabaning paydo bo'lish ehtimoli ortadi. Ammo, hech nima qilishni istamagan talabaning paydo bo'lish ehtimoli ortadi, bu esa kichik guruh ishiga salbiy ta'sir etadi. Demak, kichik guruhning tarkibi shunday bo'lishi kerakki, barcha talabalarga, boshqalarning orqasiga berkinmay, ishlash imkonini bersin. Bu har qanday amaliy mashg'ulotning bosh mavazifasidir.

Kichik guruhlarini tashkil etishda talabalar bilimining teng kuchliligi, o'z-o'zini nazorat qilish, mashg'ulotlarga mustaqil tayyorlanishqobiliyati e'tiborga olinadi.

Innovatsion yondashuvdagi pedagogik texnologiyalar psixologik komponenti talaba va o'qituvchi orasidagi adaptiv o'zaro muloqatni e'tiborga oladi. Kichik guruhlarda ishlashda o'qituvchining nazorati va rahbarligi talabalar tashabbusi va mustaqilligini bo'g'masligi lozim. Aks holda, talaba

shaxsini erkin namoyon qiluvchi o‘yinning mohiyati barbod bo‘ladi. Ammo, guruh etakchisining mashg‘ulotga yomon tayyorgarligida, o‘qituvchi uni almashtirishi mumkin, bu esa katta tarbiyaviy ahamiyatga ega. SHu bilan birga o‘qituvchining savol-javobda guruh etakchisiga ishonchi ijobiy samara beradi.

Fizikadan laboratoriya ishini bajarayotgan kichik guruh – bu oldiga qo‘yilgan vazifani bajarishi shart bo‘lgan jamoadir. Talabalar professional faoliyatining mazmunini ifodalovchi model bo‘lib laboartoriya ishi xizmat qiladi, qaysiki shaklan kollektiv, mohiyati esa dialoglidir.

Agar kichik guruhlarda hamkorlik va o‘zaro yordam amalga oshirilsa, u holda uning har bir a‘zosi intellektual faollikka haqli, ish bo‘yicha ishonchli natijalarni olishdan manfaatdor, ishning ma‘lum qismi uchun shaxsan javobgar (qurilmani yoqish va o‘chirish, tajriba o‘tkazishda texnika xavfsizligini ta‘minlash, natijalarga matematik ishlov berish, olingan natijalarni umumlashtirish va hakoza).

Fikrimizcha, har bir kichik guruh va o‘qituvchi muloqotining individual shakli 1.1-rasmda, kollektiv shakli esa 1.2-rasmda ko‘rsatilgan sxema bo‘yicha qurilishi zarur.

1.1-rasmga muvofiq, har bir kichik guruh a‘zolari va o‘qituvchini hamjihat harakat (inter action) birlashtiradi: har bir kishi hammani o‘qitishi kerak. Kichik guruhlarda ishlash sharoitida talaba o‘z ishining natijalari bilan boshqalarni tanishtiradi, mutaxassis va kollektiv a‘zosi sifatida o‘qiydi va tarbiyalanadi.

Kichik guruh etakchisining vazifalariga quyidagilar kiradi:

1. Laboratoriya ishini o‘tkazish uchun kichik guruh tarkibining tayyorgarligini ta‘minlash;
2. O‘z guruhi yoki boshqa guruh kursantlari hisobotlarini qabul qilish.

Etakchi tomonidan guruh shaxsiy tarkibini tayyorlash quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

1. Ma'ruzalar matnlari, darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha nazariy materialni o'rganish;
2. Konkret laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalarni o'rganish;
3. Mustaqil tayyorlanish vaqtida laboratoriya ishi hisobotlari blankini tayyorlash;
4. Maslahatlarga talabalarning borishini ta'minlash;
5. Uzrli sabab tufayli auditoriya mashg'ulotini o'tkazib yuborgan talabalarga yordam ko'rsatish.

Guruh etakchisi tomonidan talabalar hisobotini qabul qilish deganda eksperiment natijalarini tekshirish emas, balki laboratoriya ishi bo'yicha nazariy savol-javob o'tkazish tushuniladi. Talabaga guruh etakchisi tomonidan qo'yilgan bahoni o'qituvchi mashg'ulot yakunidan e'tiborga oladi, bu esa uning avtoritetini guruhda oshishiga sabab bo'ladi.

Eksperiment davomida o'quv guruhi tanlandi [1]. Anketa savollariga javob berib to'ldirishni so'rab o'quv guruhi shaxsiy tarkibining imkoniyatlari tengligini baholangan.

Anketada tadqiqotchilar har kimning intellektual imkoniyatlarini, tayyorgarlik darajasini ko'rib chiqishni taklif qilishgan. So'nra, kichik guruh etakchisi ro'yxatini tuzib, uni tanlash haqida anonim so'rov o'tkazilgan. Har bir familiya to'g'risida bo'sh katak qoldirilib, unga kichik guruh etakchisi bo'lishi mumkin bo'lgan talaba familiyasi yozilishi mumkin. Etakchining hamkorlik, kompromisslik, shaxsiy tarkibni boshqara olish, kichik guruh (KG) a'zolarining fikrlarini eshita olish, o'rtog'ining mehnatini ob'ektiv baholay olish qobiliyatlarini baholashga intilindi.

O'tkazilgan savol-javobda guruhning barcha talabalari taklif qilingan blankda besh ballik shkala bo'yicha ball qo'yib chiqqan. Javoblarga imzo qo'yilmadi, kursant o'z-o'zini baholashi ham mumkin bo'ldi. Anketadagi savol-javoblar asosida kichik guruh etakchilari tanlandi.

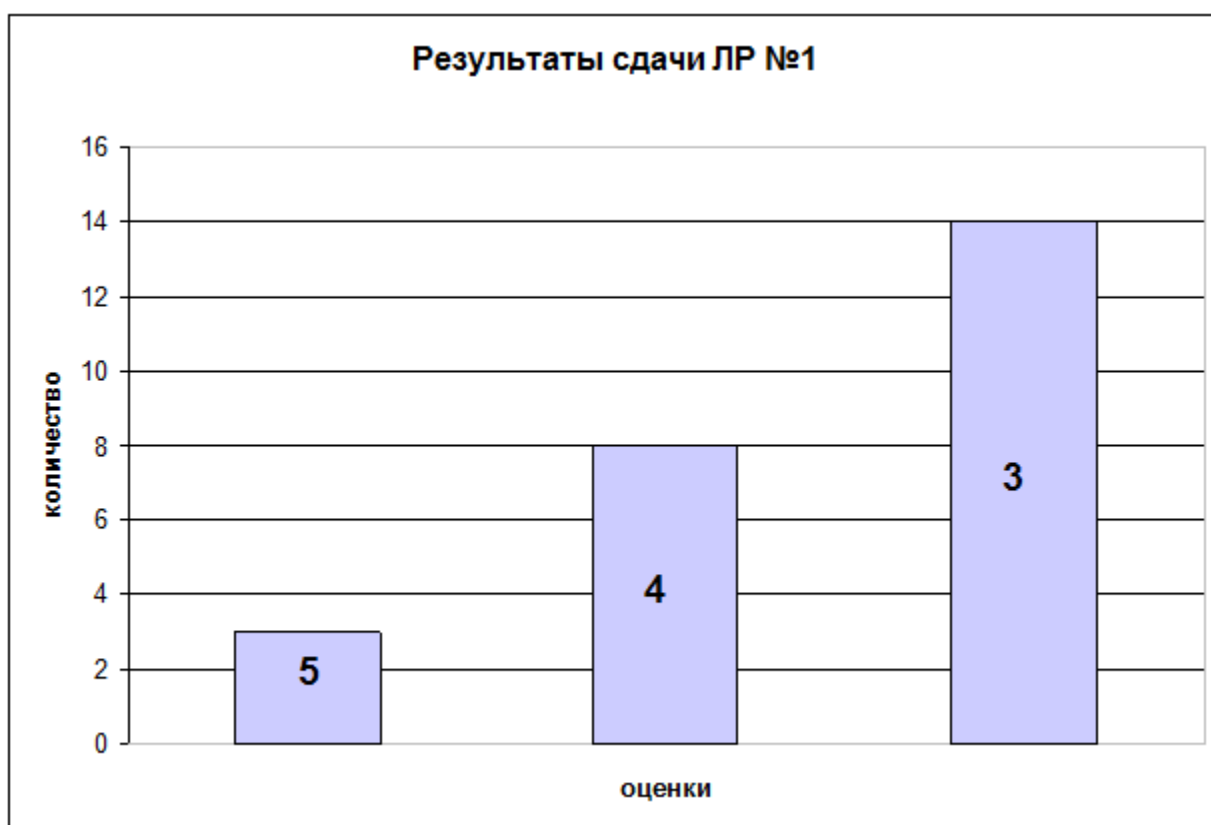
Anketa shakli 1.1-jadvalda ko'rsatilgan.

Kichikguruhetakchisinitanlashbo‘yichaanketa

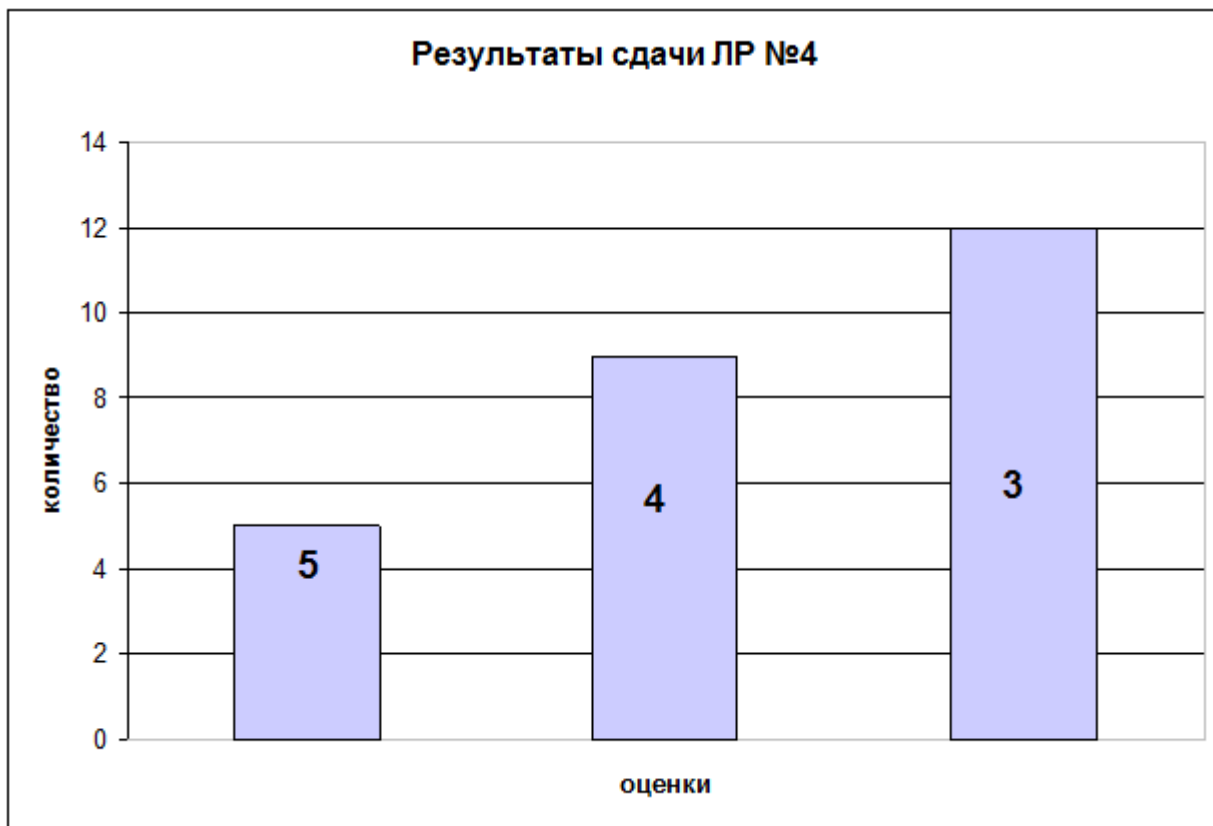
1.1-jadval

№	F.I.SH.	O‘zgalar fikriga hurmat	Kompromissga tayyorlik	Hamkorlikka tayyorlik	Intellektual darajasi	Tayyorgarlik darajasi	Rahbarlik qobiliyati	O‘zganinglash qobiliyati	Har kim ishini ob‘ektiv baholay olish qobiliyati	O‘z-o‘zini nazorat qila bilishi	Umumiy ballar
·	Toshmatov I. I.										
·	...										

Ikkita laboratoriya ishi (1-ish semestr boshida, 4-ish semestr o‘rtasida o‘tkazilgan) misolida bajarilgan tadqiqot natijalari 1.3 va 1.4- rasmlarda keltirilgan.



1.3-rasm. 1-laboratoriya ishini topshirish natijalari



1.4-rasm. 4-laboratoriya ishini topshirish natijalari.

O‘tkazilgan tadqiqotlar ta’lim va tarbiya ajralmas ekanini yana bir marta ko‘rsatdi. Xususan, kichik guruhlarda ishlashdan ma’lum bo‘ldiki, kursantlarning hamkorlikda ishlashi ularning uyushishiga, sifatli fizik natijalarni (birovning hisobiy, grafik, nazariy xatoliklari guruhning boshqa a’zolari tomonidan tuzatildi) olishga sabab bo‘ldi. Umuman olganda, fizika bo‘yicha o‘rtacha baho o‘zgardi.

1.2. “Sinkveyn” usulini qo‘llash

“Sinkveyn” atamasi fransuzcha va inglizchadan kelib chiqqan bo‘lib “beshta yo‘l” ma’nosini bildiradi. Bunday atalishiga sabab biror tushuncha,

qonun, jarayon yoki jihozni tavsiflash uchun beshta qatordan (soʻz, ibora, gapdan tashkil topgan qatorlar) foydalaniladi.

Birinchi qatorda mavzu boʻyicha taʼrifi, tavsifi berilishi zarur boʻlgan tushuncha yoki soʻz gap boʻlaklaridan – ot shaklida beriladi.

Ikkinchi qatorda otni maʼno jihatidan toʻldiruvchi ikkita sifat – soʻz beriladi.

Uchinchi qatorda yuqoridagi soʻz birikmalari bilan maʼno jihatidan bogʻliq, ularni toʻldiruvchi boʻlgan uchta feʼl – soʻzlar ishlatiladi.

Toʻrtinchi qatorda toʻrtta soʻzdan iborat, birinchi qatordagi soʻzni yanada aniqroq ifodalab beruvchi soʻz birikmasi ishlatiladi.

Beshinchi qatorga birinchi qatordagi soʻzga sinonim boʻlgan soʻz qoʻyiladi.

Sinkveyn usuli yordamida fan boʻyicha oraliq va yakuniy nazoratlarni oʻtkazish mumkin. Uning qulayligi – savolga aniq, ortiqcha soʻz, iboralarsiz javob olish mumkinligidir. Oʻqituvchi mavolga yozilgan bir necha varaq javobni oʻqib vaqt ketkazmaydi (aslida, tushunilishi qiyin yozuvda yozilgan javobni, koʻpincha, oʻqituvchi doim ham oxirigacha oʻqimaydi).

Sinkveyn yozishga oid misollar keltiramiz.

1-sinkveyn.

Sovuqlik

tabiiy

sunʼiy

olinadi

baholanadi

qoʻllaniladi

Sovuqlik

sovutish

mashinasida

olinadi

issiqlik energiyasi

2-sinkveyn.

sovutgich

freonli *kichik*
hisoblanadi *ta'mirlanadi* *taqqoslanadi*
Ammiakli *sovutgich* *katta* *saqlagichlar*
uchun
sovutish mashinasi

3-sinkveyn.

muz
quruq *suv (muzi)*
ishlab chiqariladi *ishlatiladi* *tashiladi*
Quruq *muz* *karbonat angidriddan* *olinadi*
qattiq faza

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-MA'RUZA. KIMYOTEXNOLOGIYASI VA OZIQ-OVQAT, NEFT-GAZNI QAYTA ISHLASH SANOATLARIINING ENERGO- TEKNOLOGIYA ASOSLARI

REJA:

1. Umumiy tushunchalar
2. Energo-qayta ishlash-texnologik sistemalarni (QITS) termodinamik tahlil qilish usullari

Tayanch iboralar: energotexnologiya, texnologik sistema, termodinamik taxlil, entropiya, eksergiya.

1. Umumiy tushunchalar

Yoqilg'i – energetic resurslarni tejash va material, issiqlik yo'qotilishlarisiz ishlab chiqarishni tashkil etish, texnologik va energetic jarayonlarning o'zaro bog'liqlik qonuniyatlarini o'rganuvchi energetikaning bo'limi **energotexnologiya** deb ataladi.

Xozirgi vaqtgacha kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoat korxonalarini birlamchi energoresurslarining (yoqilg'i, issiqlikvaelektrenergiya) asosiy iste'molchilari hisoblanadi. Korxonaning energotexnologik sxemasi to'g'ri loyihalanganda, nafaqat birlamchi energo resurslar sarfini kamaytirish, balki tashqaridan jalb etilayotgan issiqlik va elektr energiyaga hojat qolmaydi. Energetik jihozlar (issiqlikvabug'generatorlari, qozon-utilizatorlar, bug' va gaz turbinolari, issiqlik almashinish qurilmalari, sovitish qurilmalari, issiqlik nasoslari va transformatorlar) kimyo-texnologik jihozlarga bevosita bog'lanib, yagona sistemani hosil qiluvchi **energo-qaytaishlash– texnologikisistema**(QITS)larni yaratish eng istiqbolli hisoblanadi. Bunday QITSda texnologik parametrlar ning har bir o'zgarishiga, energetic parametrlarning tegishli o'zgarishlari mos keladi va aksincha. Shu tariqa QITSda texnologik va energetic bosqichlar orasida o'zaro bog'liqlik vujudga keladi.

Birlamchi energoresurslarni tejash, ikkilamchi energo resursla dan unumli foydalanishga bog'liq; ikkilamchi energoresurslarga o'txona va texnologik gazlar, oqavasuyuqliklar fizik issiqligi, sanoat chiqindilarining yonish issiqligi, kimyo korxonalarimahsulot va xom-ashyolarining ortiqcha bosim energiyalarikiradi. Barcha kimyo-texnologiya sistemalarida (KTS) birlamchi energo resurslardan maksimal darajada foydalanish tayyor mahsulot sifatini pasaytirmasligi zarur.

Kimyo korxonalari energotexnologiy sxemalarini yaratishda eng avval ishlab chiqarish chiqindilaridan maksimal foydalanish zarur .Buning imkonibo'lmagan hollardagina issiqlik olish maqsadida ishlab chiqarishning yonuvchan chiqindilarini yoqish maqsadga muvofiq. QITS yaratishga bunday yondosh ish sababli energiyabo'yicha ham, materialbo'yicha ham chiqindisiz texnologiyalarni yaratish mumkin .Boshqacha qilib aytganda, energotexnologiya energoresurslarni tejash va atrof muhitni himoya qilish imkonini beradi.

2. Energo-qayta ishlash-texnologik sistemalarni (QITS) termodinamik tahlil qilish usullari

QITSni yaratish uchun termodinamik tahlil qilish zarur.Bu tahlil quyidagi ikkimaqsadlarda bajariladi:

1) QITS haqida ishonchlimalumotlarni olish uchun unda gienergetik o'zgarishlarani qilanadi (sistema va uning elementlari foydaliish koeffitsiyent qiymatlari, sistemadagi yo'qotilishlar taqsimoti va xarakteri, sistema har bir elementining nisbiy massasi, elementlar aro aloqalar xarakteristikasi, atrof muhit bilan o'zaro ta`siri va boshqalar). Buma`lumot sistemani mukammallashtirish va uni sanoatning boshqa sistemalari bilan solishtirishishlariga asos bo'ladi;

2) Maksimal termodinamik va iqtisodiy unumdorlik ka erishish uchun QITS elementlarining turli xil parametrlari optimallashtiriladi. Bunda shuni nazarda tutish lozimki, ko'pincha termodinamik jihatdan unumlibo'lgan QITS iqtisodiy jihatdan unumli bo'lmaydi.

QITSni termodinamik tahlilining eng oddiy usuli termodinamikaning birinchi qonuniga asoslangan **energetic usulidir**. Bu usul QITS va uning elementlaridagi energiya yo'qotilishlarini, hamda jarayonlarning eng katta yo'qotilishlari bilan kechuvchi QITS elementlarini aniqlaydi. Energetik usulning asosiy kamchiligi, turli ko'rinishdagi energiyaning qimmati, ya'ni energyaning amaliy yaroqliligi, e'tiborga olinmaydi. Bu esa, termodinamikaning ikkinchi qonuniga ziddir.

Xaqiqiy jarayonlarda qaytmas energiya yo'qotilishlari sodir bo'ladi. Shuning uchun hozirgi vaqtda sistemalarni termodinamik tahlil qilishda jarayonlarni qaytmasligini inobatga oluvchi ikkita usuli qo'llaniladi: **entropiya** (tsikllarusuli) va **eksenergiya usullari**. Ikkala usulga ham R.K.Klauzius, D.V. Gibbs va A.Stodolailmiy ishlarida asos solingan. Undan tashqari, bu usullarning rivojiga A.I.Andryushenko, V.M.Brodyanskiy, D.P. Goxshteyn va boshqalar o'z xissalarini qo'shganlar. Ikkala usul ham termodinamikaning ikkinchi qonuniga asoslangan bo'lib, bir maqsad uchun, ya'ni haqiqiy jarayonlardagi energiya yo'qotilishlarini aniqlash uchun ishlatiladi.

Entropiya usuli. Sistemalarni termodinamik tahlil qilishning qonunlari asosidatashqi energetic oqimlar (issiqlik miqdori va ish) va sistema parametrlari, hamda ayrim ichki parametrlar orasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini beradi. Termodinamik jarayonlar borayotgan sistemaning issiqlik balansini tahlil qilish bilan sistemani xarakterlovchi koeffitsiyentlarni hisoblash va ularni ideal termodinamik jarayonlarning o'xshash koeffitsiyentlari bilan taqqoslash mumkin. Bu jarayonlar qaytmasligi tufayli berilgan sistemadagi olinayotgan va sarflanayotgan ishlarning yo'qotilishlarini aniqlash imkonini beradi. Agar bu ma'lumotlar sistemaning muxandislik tahlili uchun yetarli bo'lmasa, u holda sikllar tahlili sistemaning alohida qismlaridagi entropiya ortishi hisobi bilan to'ldiriladi.

Sistemaning unumdorligini termodinamik baholash uchun quyidagi 4 savolga javob topish zarur:

- 1) qurilma teskari isiklining foydali ish koeffitsiyenti nechaga teng, u qaysi omillar ga bog'liq va uni oshirish uchun nima qilish zarur?
- 2) Haqiqiy qurilma dajara yonlarning qaytmasligi tufayli sodir bo'luvchi yo'qotilishlar qancha?
- 3) Bu yo'qotilishlar qurilmaning elementlari bo'yicha qanday taqsimlangan?
- 4) Qaytmaslik darajasini kamaytirish, xususan tsikl foydali ish koeffitsiyentini oshirish maqsadida qurilmaning qaysi qismiga e'tabor berish zarur?

Ana shu vazifalarga binoan qurilmaning termodinamik tahlili ikki bosqichda amalga oshiriladi: avvaliga qaytarsiz tsikl tahlil qilinib, so'ngra yo'qotilishlarning asosiy manbalari e'tiborga olingan holda, qaytmassiz tsikl tahlil qilinadi. Qaytarsiz tsiklning foydali ish koeffitsiyenti ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{q_u}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = \frac{l_u}{q_1} \quad (1)$$

Va u termik foydali ish koeffitsiyenti deb nomlanadi. Xaqiqiy tsiklniki esa:

$$\eta_i = \frac{l_u^{\text{II}}}{q_1} \quad (2)$$

Ichki foydali ish koeffitsiyenti deyiladi. Ichki foydali ish koeffitsiyenti ishchi jism amalga oshirayotgan jarayonlarning mukammallik darajasini xarakterlaydi.

Berilgan tsiklning mukammallik darajasiuning termik foydali ish koeffitsiyentini Karno tsikli termik foydali ish koeffitsiyenti bilan solishtirish orqali xarakterlanadi. Solishtirish bir xil temperaturalar oraligida amalga oshiriladi va nisbiy termik foydali ish koeffitsiyenti, deb ataladi:

$$\eta_{ot} = \frac{\eta_t}{\eta_k} \quad (3)$$

Berilgan haqiqiy (qaytmassiz) tsikl nazariy (qaytarsiz) tsiklga nisbatan qancha-

lik mukammal emasligini baholash uchun nisbiy ichki foydali ish koeffitsiyenti tushunchasi kiritilgan:

$$\eta_{oi} = \frac{\eta_i}{\eta_t} = \frac{l_u^H}{l_u} \quad (4)$$

Lekin, qurilmaning haqiqiy sharoitlarda ishlashida η_{oi} bilan ifodalanuvchi qaytmas yo'qotilishlardan tashqari (ishchi jism hosil etuvchi jarayonlardagi yo'qotilishlar) issiqlik, mexanik, kimyoviy va elektrik jarayonlarning qaytmasligi tufayli paydobo'luvchi yo'qotilishlar ham sodir bo'ladi. Shuning uchun, haqiqiy qurilmaning unumdorligi tashqi iste'molchiga berilgan energiya miqdorining (issiqlik yoki ish shaklidagi) qurilmaga uzatilgan energiya miqdori (issiqlik yoki ish shaklidagi) nisbatiga tengbo'lgan **effektivfoydali ish koeffitsiyenti η** bilan xarakterlanadi. Sistema unumdorligi undagi eksergiya bilan ham ifodalanishi mumkin: har bir elementdagi eksergetik yo'qotilishlarni hisoblab, butun sistemadagi eksergetiky o'qotilishlarni topish mumkin.

Sistemaning asosiy elementi bo'lib, tash qiish hisobiga siqish jarayonlarini amalga oshiruvchi qurilmalar (kompressorlar, turbokompressorlar, nasoslarvah.) va kengayish hisobiga ish bajaruvchi qurilmalar (bug'vagazturbinalari, turbodetanderlar) hisoblanadi. Xaqiqiy siqish va kengayish jarayonlari qaytmas bo'lib, sistemaning har bir j – elementining nisbiy ichki foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

Kengaytiruvchi qurilmalar uchun

$$\eta_{oi,j}^p = \frac{l_{p,j}^H}{l_{p,j}} \quad (5)$$

bu yerda $l_{p,j}^H$ ba $l_{p,j}$ - sistemaj – elementining haqiqiy va nazariykengayish ishla-

ri;
siquvchi qurilmalar uchun

$$\eta_{oi,j}^c = \frac{l_{c,j}}{l_{c,j}^D} \quad (6)$$

bu yerda $l_{c,j}$ va $l_{c,j}^D$ - sistema j – elementining tashqi energiya hisobiga bajargan nazariyva haqiqiy ishlari; bunda haqiqiy siqishishida, nazariy jarayondagiga nisbatanko'proq energiya ($l_{c,j}^D$) sarflashga to'g'ri keladi.

Demak, qurilmadagi t siklning qaytarishi:

$$l_u = \sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} - \sum_{j=1}^{j=n} l_{c,j} \quad (7)$$

Qaytmas ishi esa:

$$l_u^D = \sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j}^D - \sum_{j=1}^{j=n} l_{c,j}^D \quad (8)$$

yoki (5) va (6) formulalarni e'tiborga olsak:

$$l_u^D = \sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} \eta_{oi,j}^P - \sum_{j=1}^{j=n} (l_{c,j} / \eta_{oi,j}^c) \quad (9)$$

U holda (4) formulani nazarga tutgan holda:

$$\eta_{oi} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} \eta_{oi,j}^P - \sum_{j=1}^{j=n} (l_{c,j} / \eta_{oi,j}^c)}{\sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} - \sum_{j=1}^{j=n} l_{c,j}} \quad (10)$$

T siklning ichki foydaliish koefitsiyenti η_j (1), (7) va (10) formulalarni e'tiborga olganholda:

$$\eta_i = \eta_{oi} \eta_t = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} \eta_{oi,j}^P - \sum_{j=1}^{j=n} (l_{c,j} / \eta_{oi,j}^c)}{l_u} \cdot \frac{l_u}{q_1} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} l_{P,j} \eta_{oi,j}^P - \sum_{j=1}^{j=n} (l_{c,j} / \eta_{oi,j}^c)}{q_1} \quad (11)$$

Sistemani har bir elementidagi yo'qotilishlar, shu elementlar effektiv foydaliishkoefitsiyenti $\eta_{e,j}$ bilan ham ifodalanadi. Cistema elementlarining barcha effektiv foydaliish koefitsiyentini t siklning absolyut ichki foydaliish koefitsiyentlariga ko'paytirib, butun sistemaning effektiv foydaliish koefitsiyentini hosil qilamiz:

$$\eta_e = \eta_{oi} \eta_t \prod_{j=1}^{j=n} \eta_{e,j} \quad (2)$$

bu yerda $\prod_{j=1}^{j=n}$ - sistemaning barcha n elementlaridagi qaytmas yo'qotilishlarni xarakterlovchi effektiv foydaliish koeffitsiyenti ko'paytmasi.

η_e foydaliish koeffitsiyenti sistemadan ajralgan issiqlikning qancha qismi tashqi iste'molchiga berilgan va undafoydaliishga aylanganini ko'rsatadi:

$$l_{no.n} = \eta_e q_1 \quad (13)$$

Ma'lumki,

$$\Delta q = (1 - \eta_e) \cdot q_1 \quad (14)$$

Kattalik ishga aylanmagan q_1 issiqlikning bir qismidir va bu qism sovuqlik manbaiga berilayotgan q_2 issiqlikdan, hamda ishqalanish, temperaturalar farqi tufayli qurilma elementlarida ro'y beruvchi qaytmas jarayonlar issiqlik yo'qotilish Δq_{II} , atrof muhitga vaboshqa yo'qotilishlardan tashkil topgan.

Ma'lumki,

$$\Delta q_{II} = l_u - l_{no.n} \quad (15)$$

bu yerda l_{ts} – qaytar jarayonda olingan ish.

(1) va (13) formulalarni nazarda tutib quyidagini olish mumkin:

$$\Delta q_{II} = \eta_t q_1 - \eta_e q_1 = (\eta_t - \eta_e) q_1 \quad (16)$$

Maksimal qaytar t sikl ishi faqat Karnotsiklida olinishi mumkinligi uchun sistemadagi eksergetik maksimal yo'qotilishla Δl_P (Δq_P ning maksimal qiymatiga teng bo'lgan) quyidagiga teng:

$$\Delta l_{II} = q_1 (\eta_k - \eta_e) \quad (17)$$

QITSlarda energetic qurilmalardan farqli, mashinalar bilan bir qatorda hech qanday ish bajarmaydigan texnologik qurilmalar mavjud. Lekin temperaturalar farqi, kimyoviy reaksiya va boshqalar omillar tufayli bu qurilmalarda katta yo'qotilishlar bo'ladi. Ular, entropiya termodinamik usulida qurilmaning effek-

tiv foydaliish koeffitsiyenti η_{ye} aniqlanayotganda e`tiborga olinadi. Ammo bu yo`qotilishlarni aniqlash judaqiyin, shuning uchun bu usuldan foydalanilganda QITSning barcha elementlari - mashina va texnologik qurilmalar unumdorligini baholash o`ta muhimdir.

QITSda gienergiya yo`qotilishlar quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta I_{\text{ééé}}^{\text{éKTC}} = T_0 \Delta S^{\text{éKTC}} \quad (18)$$

Sistema entropiyasining go`zgarishi, uning alohida elementlaridagi entropiya o`zgarishlari yig`indisiga teng, ya`ni:

$$\Delta S^{\text{éKTC}} = \sum_{i=1}^{i=n} \Delta S_i \quad (19)$$

Atrof muhit temperaturasi T_0 ga ko`paytirib quyidagi ko`rinishni olamiz:

$$\Delta I^{\text{éKTC}} = T_0 \Delta S^{\text{éKTC}} = \sum_{i=1}^{i=n} T_0 \Delta S_i = \sum_{i=1}^{i=n} \Delta I_i \quad (20)$$

ya`ni butun sistemaning energiya yo`qotilishi, uning alohida elementlaridagi energiya yo`qotilishlar yig`indisiga teng. ΔI_i ning topilgan qiymatlari QITSni qaysi elementlaridagi qaytmas jarayonlari ΔI^{QITS} ga ko`proq tasir etishini ko`rsatadi. Demak, bu elementlardagi qaysi jarayonlar birinchi navbatda mukammallashtirish zarurligini ko`rsatadi.

Eksergetik usul. QITSlarini termodinamik tahlil qilishning eksergetik usuli eksergiyadan foydalanishga asoslangan. Modda eksergiyasi bu – issiqlik manbai hisoblangan atrof muhit bilan sodirbo`luvchi qaytar jarayonda modda bajargan maksimalishdir. Bujarayon nihoyasida moddaning barcha turlari atrof muhitning hamma komponentlar ibilan termodinamik muvozanat holatiga o`tishi zarur.

Eksergetik usul energiyaning QITSda turlicha o`zgarishi jarayonlarini termodinamik tahlil qilishning universal yo`lidir. Barcha haqiqiy jarayonlar qaytmasdir va bu jarayonlar mukammalligini pasaytiruvchi omildir. Qaytmaslik energiya yo`qotilishi tufayli emas, balki uning sifati pasayishi tufaylidir, chunki qaytmas jarayonlarda energiya yo`qolmaydi. Masalan, ishchi jismning drossel-

lanishiuning energiyasini o'zgartirmaydi (i_1-i_2), balki uning ish bajarish yaroqliligini yoki issiqlik almashinish qurilmalarida ishlatish imkonini pasaytiradi. Shunday qilib, har bir qaytmas jarayon – energiya yo'qotilishidir. QITSni termodinamik tahlil qilishning eksergiya usulini universalligishundaki, tahlil qilinayotgan sistemaning xarakteri (masalan, yopiq yoki ochiq) printsiptal ahamiyatga ega emas: masalani yechishga yondashish va uni yechish usuli o'zgarmaydi. QITSni termodinamik tahlil qilishning eksergetik usulida sistemaning barcha elementlari alohida mustaqil sistema deb qaraladi. QITS har bir elementining unumdorligini baholash, bu elementga kirishdagi eksergiyani, undagi qaytmas jarayonlar tufayli sodir bo'luvchi eksergiya yo'qotilishi bilan solishtirish orqali bajariladi. Shunday qilib, tadqiqot qilinayotgan QITSning har bir elementdagi eksergiya yo'qotilishlarini aniqlashda undagij arayonlar mukammal emaslik sabablari aniqlanadi va miqdoran baholanadi. Bu esa, o'z navbatida, barcha elementlar mukammalligini oshirish imkoni haqida ma'lumot beradi va natijada eng mukammal QITS yaratiladi.

Eksergetik usulning amaliy qo'llanilishiga oid perspektiv izlanishlar ToshDTUni "Sovitish va kriogen texnikasi" kafedrasida prof. Zokirov S.G., t.f.d., dots. Karimov Q.F. va xodimlari tomonidan olib borilmoqda.

Nazorat savollari:

1. Energotexnologiya nima?
2. Energiya va qayta ishlangan maxsulot orasida qanday bog'liqlik mavjud?
3. Texnik sistemalarni termodinamik taxlil qilishning qanday usullari mavjud?
4. Energegik usul nima?
5. Entropiya usuli nima?
6. Eksergetik usul nima?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S. G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Sharq. 2015.-848 b.
2. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advances in exergy-based methods for improving energy conversion systems. // “*Optimization using exergy-based methods and computational fluid dynamics*”, G.Tsatsaronis & A.Boyano A., eds., Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger Verlag, p.1-10. 2009.
3. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advanced exergetic analysis of a novel system for generating electricity and vaporizing liquefied natural gas. *Energy – The international Journal*, 2010. 35, p.820-829.
4. Закиров С.Г., Каримов К.Ф. Эксергетический анализ двухступенчатых, каскадных холодильных установок и их теплообменных аппаратов. Методическое пособие по практическим занятиям (для магистров специальности 5А520711 «Машины и агрегаты холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования»). Т.: ТашГТУ. 2007. – 28 с.
5. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. – М.: Высш. шк. 1986. – 344 с.

2-MA’RUZA. EKSERGIYA TURLARI

REJA:

1. Yopiq hajmdagi modda eksergiyasi
2. Modda oqimi termomexanik eksergiyasi
3. Kimyoviy eksergiya
4. Issiqlik oqimi eksergiyasi
5. Nurlanish eksergiyasi

Tayanch iboralar: mexanik, elektrik, issiqlik energiyalari, sarflangan ish, eksergetik funktsiya.

Eksergiya asosan quyidagi ikki turga bo’linadi:

Entropiya bilan ifodalanmaydigan, energiyaning o’zidan iborat eksergiya,

ya`ni $ye=E$ (mexanik, elektrik va boshqa energiyalar) va entropiya bilan ifodalanuvchi ekssergiya, ya`ni yeE (ichkienergiya, nurlanishenergiyasi, termomexanik, kimyoviyekssergiyalar). Ikkinchi turekssergiya, o`z navbatida, yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi, modda oqimi ekssergiyasi va energiya oqimi ekssergiyasigabo`linadi . Yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi termomexanik (fizik), kimyoviy va nurlanish ekssergiyalaridan iborat.Modda oqimi ekssergiyasi termomexanik va kimeviy (nol) ekssergiyadan iborat. Energiya oqimi ekssergiyasi issiqlik oqimi va nurlanish ekssergiyasidan iborat.

1. Yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi

Yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi $-e_v$. Bu ekssergiya yopiq sistemalar uchunko`riladi. Yopiq hajmdagi modda termomexanik ekssergiyasini, ya`ni boshlang`ich parametrlari p, v, T, u, i, s bo`lgan moddaning atrof muhit bilan muvozanatga qaytar jarayonda o`tishidagi maksimal ishni aniqlaymiz. Muvozanat holatida atrof muhit parametrlari $p_0, v_0, T_0, u_0, i_0, s_0$ ga erishadi. Modda atrof muhit bilan muvozanat holatiga o`tishi uchun uning ichki energiyasi issiqlik olish (yoki berish) yoki tash qiish bajarishhisobiga o`zgartirilishi zarur, chunki termodinamikaning birinchi qonuniga ko`ra $du=\delta q-\delta i$.

Qaytar jarayonda moddaga issiqlik berish yoki undan issiqlikning atrof muhitgatarqalishi – muhit temperaturasiga teng bo`lgan, ya`ni $\delta q=T_0dS$ o`zgarmastemperaturada amalga oshadi. Bunda yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi dye_v ish δi va moddaning atrof muhit bosimini yengishga sarflaganishi $p_0d v$ ayirmasiga teng, ya`ni

$$de_v = \delta i - p_0dv = \delta q - du - p_0dv = T_0dS - du - p_0dv \quad (21)$$

Yoki integrallashtan so`ng

$$e_v = T_0(S_0 - S) - (u_0 - u) - p_0(v_0 - v) = (u - u_0) - T_0(S - S_0) + p_0(v - v_0) \quad (22)$$

Moddani o'rab turgan ushbu muhit uchun $p_0, \nu_0, T_0, u_0, v_0$ kattaliklar o'zgarmas bo'lgani uchun (22) tenglaman iquyidagicha yozish mumkin:

$$e_v = u - T_0 S + p_0 v + c \quad (23)$$

bu ye da $c = -u_0 + T_0 S_0 - p_0 \nu_0 = \text{const}$ va demak, e_v kattalik modda va muhit holatining parametri – **eksergetikfunksiya** ekan.

2. Modda oqimi termomexanik eksergiyasi

Modda oqimi termomexanik eksergiyasi. Bu eksergiyani aniqlash uchun moddaning p, ν, T, u, i, S parametrli holatidan $p_0, \nu_0, T_0, u_0, i_0, S_0$ parametrli atrof muhit bilan muvozanat holatiga qaytar jarayonda o'tish maksimalishini hisoblash zarur. Tabiiyki, modda oqimining eksergiyasi e yopiq hajmdagi modda eksergiyasidan e_v oqimni harakatlantirishig asarflanganish miqdoriga farq qiladi. Xolatnito'liq o'zgartirish uchunbu ish $p\nu$ ishi bilan muhit qarshiligini yengishishi $p_0\nu$ ayirmasiga teng:

$$p\nu - p_0\nu = \nu \cdot (p - p_0) \quad (24)$$

Demak, modda oqimi eksergiyasi

$$e = e_v + \nu \cdot (p - p_0) \quad (25)$$

(25) formuladagi e_v o'rniga uning (24) dagi qiymatini qo'ysak, quyidagini olamiz:

$$e = i - T_0 S + C \quad (26)$$

bu yerda e ham e_v kab ieksergetik funktsiyadir, chunki uning qiymati modda va muhitparametrlari bilan ifodalanadi.

Odatda, hisoblashlarda Δe_v va Δe kattaliklar ayirmasi sistemaning ikki holatida aniqlanadi. Bu holda Δe_v va Δe larmosravishda quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta e_v = \Delta u - T_0 \Delta S + p_0 \Delta \nu \quad (27)$$

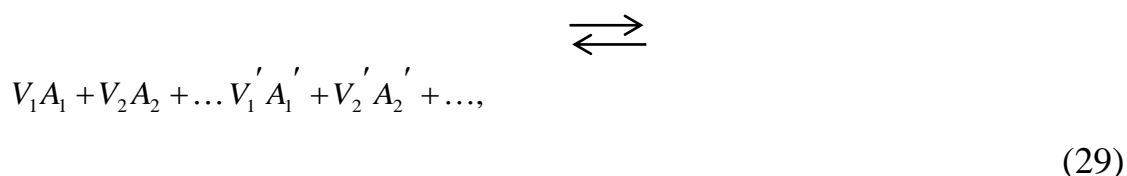
$$\Delta e = \Delta i - T_0 \Delta S \quad (28)$$

Shuni nazarda tutish lozimki, yopiq hajmdagi modda ekssergiyasi atrofmuhitgatemperatura va bosim orqali bog'liq; atrof muhit tarkib iesa, ahamiyatga ega emas.

3. Kimyoviy ekssergiya

Kimyoviy ekssergiya $-e_0$. Bu ekssergiya modda va atrofmuhitning tegishli komponentlari o'rtasidagi kimyoviy potentsiallar muvozanati bilan bog'liq bo'lib, p_0 va T_0 damuvozanat o'rnatilish qaytar jarayondagi olinishi mumkinbo'lgan ish miqdori bilan o'lchanadi. Shuni yodda tutish lozimki, moddaning atrofmuhit bilan massa almashinish jarayonlari doimo ham kimyoviy reaksiyalar vositasida bo'lavermaydi; bunga miso alajratish, aralash ish va erish jarayonlaridir. Kimyoviy reaktorlarda kimyoviy ekssergiya asosiy jarayonbo'lib hisoblanadi. y_{e_0} ni aniqlash uchun atrofmuhit tarkibini bilishzarur. Lekin atrofmuhit tarkibi ko'p jinsliliigi uchun y_{e_0} ning absolyut qiymatini hisoblash aniqligi y_e va y_{e_0} larnikidek emas. Amaliyotda y_{e_0} ni hisoblashdama`lum soddalashtirishlar qilinishi zarur.

Kimyoviy o'zgarishlardagi kimyoviy (nol) ekssergiyani hisoblaylik. Kimyoviyreaktorda quyidagi reaksiya borayotgan bo'lsin:



bu yerda, V_1, V_2, \dots va V_1', V_2', \dots dastlabki A_1, A_2, \dots moddalar va olinuvchi A_1', A_2', \dots moddalarning stexiometrik koeffitsiyentlari.

Muxandislik amaliy otida kimyoviy reaktorlarda borayotgan kimyoviy o'zgarishlar uchun nol ekssergiya modda oqimi ekssergiyasi y_e ni aniqlash formulasi (26) asosida hisoblanadi.

Agarreaksiya $T=298$ K temperaturada kechsa, u holda ekssergiya $Y E_{xp}$ (kJ/mol) quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{xp} = \Delta Z_{298}^0 - \sum_j E_{0,j} \quad (30)$$

bu yerda

$$\Delta Z_{298}^0 - \sum_i V_i (\Delta Z_{298}^0)_i - \sum_i V_i' (\Delta Z_{298}^0)'_i = \sum_i V_i (\Delta i_{298}^0)_i - \sum_i V_i' (\Delta i_{298}^0)'_i - T_0 \left[\sum_i V_i (S_{298}^0)_i - \sum_i V_i' (S_{298}^0)'_i \right]$$

bu yerda $\Delta Z_{298}^0 - T = 298K$ - standartizobar-izotermikpotensial, kJ/mol; $(\Delta H^0_{298})'$ va (ΔH^0_{298}) - reaksiyani boshlanish va oxiridagi tashkil etuvchilar entalpiyalarining standart qiymatlari, kJ/mol; $(S^0_{298})'$ va (S^0_{298}) - reaksiyani boshlanish va oxiridagi entalpiyalarning standart absolyut qiymatlari, kJ/mol; $\sum_j E_{0,j}$

- p_0 va T_0 da olingan reaksiyada ishtirok etuvchi qo'shimcha moddalar [(29) tenglamaning chap qismi] kimyoviy (nol) ekssergiyasining yig'indisi (masalan, CaCO_3 ni olish reaksiyasida $\text{Ca} + 0,5\text{O}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ tenglama bo'yicha qo'shimcha modda bo'lib O_2 va CO_2 lar hisoblanadi).

Qo'shimcha moddalar kimyoviy (nol) ekssergiyasini aniqlash uslubi va ularning eng ko'p tarqalgan noorganik birikmasining elementlari uchun qiymatlari maxsus adabiy otda berilgan.

4. Issiqlik oqimi q ekssergiyasi

Issiqlik oqimi q ekssergiyasi $-ye_q$. Bu ekssergiya quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$e_q = \sum_{i=1}^{i=n} \delta q_i \frac{T_i - T_0}{T_i} = \sum_{i=1}^{i=n} \delta q \tau e_i \quad (31)$$

bu yerda $\tau_e = 1 - (T_0/T)$ - eksergetik temperature funktsiyasi deb ataluvchi kattalik.

Xususiylar $T = idem$, $\tau_e = 1 - (T_0/T) = idem$ holda (31) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$e_q = q \cdot \tau_e \quad (32)$$

ma'lum ki τ_e funktsiya universa lahamiyatga ega: u yopiq va ochiq termodinamik

jarayonlarning maksimal eksergiyasini aniqlash uchun yaroqli.

Oqim termomexanik eksergiyasining o'zgarmas bosimdagi entalpiyabo'yicha xususiy hosilasi τ_e ga teng:

$$\left(\frac{\partial e}{\partial i}\right)_p = \tau_e \quad (33)$$

$(di)_p = \delta q_p$ yoki $(\Delta i)_p = q_p$ bo'lgan uchun (31) va (32) tenglamalardan

$$(\Delta e)_p = (\Delta i)_p \tau_e = q_p \tau_e = (e_q)_p \quad (34)$$

ekani ma'lum bo'ladi, ya'ni isobar jarayondagi ishchi jism oqimi eksergiyasining o'zgarishish u jarayon bilan bog'liq issiqlik oqimi eksergiyasiga teng. Demak, o'zgarmas bosimda sodir bo'layotgan issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlik oqimi eksergiyasini modda oqimi **eksergiyasi ayirmasi** Δe da naniqlash mumkin. Bu hisob ishlarini ancha osonlashtiradi, chunki bevosita e_q ni hisoblash, masala no'zgaruvchan temperaturada, juda murakkabdir.

5. Nurlanish eksergiyasi

Nurlanish eksergiyasi - e_ε . Bu eksergiya nurlanish atrof muhit bilan muvozan holatiga kelish (T_0) da qaytar jarayondagi maksimal ish bilan ifodalanadi. Uni quyidagi tenglamadan hisoblab topish mumkin:

$$e_\varepsilon = \varepsilon C_0 \left\{ \left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_0}{100}\right)^4 - \frac{4}{3} T_0 \left[\left(\frac{T}{100}\right)^3 - \left(\frac{T_0}{100}\right)^3 \right] \right\} \quad (35)$$

bu yerda ε - yuzaning qoralik darajasi; S_0 - absolyut qora jism nurlanish ko'effitsiyenti.

Nazorat savollari:

1. Yopiq hajmdagi modda eksergiyasi qanday hisoblanadi?
2. Modda oqimi termomexanik eksergiyasi qanday hisoblanadi?
3. Kimyoviy eksergiya qanday hisoblanadi?
4. Issiqlik oqimi eksergiyasi qanday hisoblanadi?
5. Nurlanish eksergiyasi qanday hisoblanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S. G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Sharq. 2015.-848 b.
2. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advances in exergy-based methods for improving energy conversion systems. // “*Optimization using exergy-based methods and computational fluid dynamics*”, G.Tsatsaronis & A.Boyano A., eds., Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger Verlag, p.1-10. 2009.
3. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advanced exergetic analysis of a novel system for generating electricity and vaporizing liquefied natural gas. *Energy – The international Journal*, 2010. 35, p.820-829.
4. Закиров С.Г., Каримов К.Ф. Эксергетический анализ двухступенчатых, каскадных холодильных установок и их теплообменных аппаратов. Методическое пособие по практическим занятиям (для магистров специальности 5А520711 «Машины и агрегаты холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования»). Т.: ТашГТУ. 2007. – 28 с.
5. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. – М.: Высш. шк. 1986. – 344 с.

3-ma’ruza. Kimyoviy jarayonlarning termodinamik tahlili

REJA:

1. Kimyoviy jarayonlar uchun eksergetik tahlil maqsadi, tartibi
2. Kimyo ishlab chiqarish korxonasining xarakterli sxemasi

Tayanch iboralar: kimyo ishlab chiqarish, foydali ish koeffitsienti (FIK), texnologik jarayon, endotermik reaksiya, ekzotermik reaksiya.

1. Kimyoviy jarayonlar uchun eksergetik tahlil maqsadi, tartibi

Bu ma’ruzada asosan, ayrim kimyo ishlab chiqarish korxonalarining eksergetik tahlil natijalari keltirilgan.

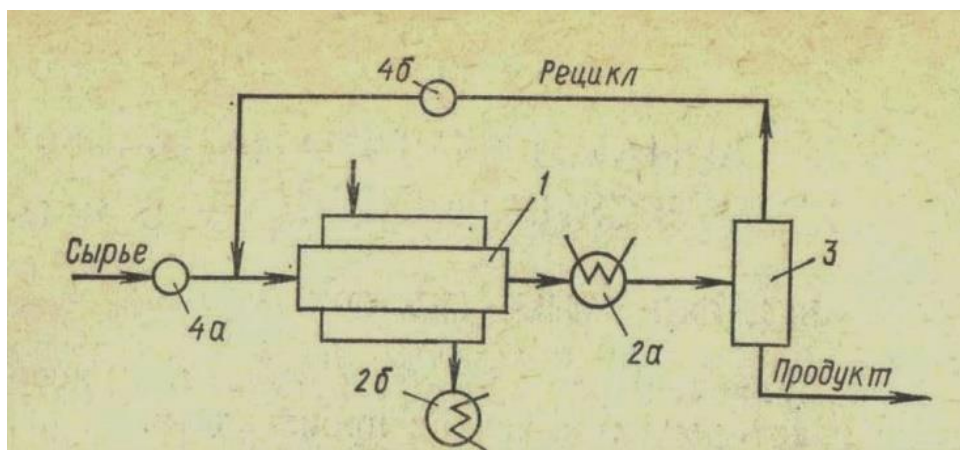
Eksergetik tahlilning birinchi vazifasi eksergetik FIKni hisoblashdan iborat. Ularning qiymati jarayon mukammallik darajasini yoki boshqacha

aytganda, jarayon mobaynida energiyadan malakali foydalanish darajasini aks ettiradi. Ammo bu taqqoslash birmuncha shartli, chunki FIK qiymati eksergiyaning sanoq boshiga hamda ma'lum sharoitda FIKning qaysi varianti topilganiga bog'liq. SHunday qilib, turli jarayonlar uchun turli mualliflar hisoblagan FIK qiymatlarini taqqoslashda ularning qiymatlari qaysi yo'l bilan topilganini e'tiborga olish lozim. Quyida turli texnik sistemalarning eksergetik FIK keltirilgan:

Bu ma'lumotlardan ko'rinadiki, kimyo ishlab chiqarish jarayonlarining termodinamik samaradorligi xar xil va 9% dan 78% gacha. Agar elektroenergiyani ishlab chiqarish ($\eta_e = 40\%$) bilan solishtirish o'rinli bo'lsa, u holda bunday yirik tonnajli ko'p energiya sarflovchi jarayonlar azot va oltingugurt kislotasi, edkiy natr va xlor ishlab chiqarish energetika nuqtai nazaridan umuman nodirmukammal. Ammo bu xulosani energetik yo'qotuvlar sababini va ularni kamaytirishning ratsional usullarini ko'rsatib beruvchi batafsil tahlil bilan tasdiqlash lozim. Buning uchun yo'qotuvlarni ishlab chiqarish bosqichlari bo'yicha (dastlabiga ular orasidagi bog'liqliklarni e'tiborga olmay) taqsimlash maqsadga muvofiq.

2. Kimyoishlabchiqarishkorxonasiningxarakterlixemasi

Kimyo ishlab chiqarish korxonasining xarakterli sxemasi 1-rasmda soddalashtirilgan ko'rinishda berilgan. Xom-ashyoni kimyoviy qayta ishlash reaktor *1* da amalga oshiriladi. Agar endotermik reaksiya borayotgan bo'lsa, u holda reaktorga issiqlik beriladi, agar reaksiya ekzotermik bo'lsa – reaksiya zonasida yoki reaktordan chiqishda issiqlik olinishi mumkin. Barcha hollarda reaktordan chiquvchi yuqori temperaturali reaksiya mahsulotlarining energiyasi *2a* apparatda ishlatiladi. Agar reaktor devor orqali isitilsa, u holda energiyani *2b* apparatda utilizatsiya qilinadi.



1-rasm

Reaksiya natijasida olinadigan mahsulotlar hamda reaksiyaga kirishmagan dastlabki moddalar ajratilish uchun 3 apparatga yuboriladi, undan mahsulot va reaksiyaga kirishmagan xom-ashyo olinadi. Real sxemalarda bunga o'xshash jarayonlar ko'p marta uchradi mumkin, shuningdek retsirkulyasiya qilinuvchi aralashmani pobochniy reaksiya mahsulotlaridan tozalashga o'xshash xom-ashyoni tayyorlash bosqichlari (tozalash, ajratish) bilan to'ldirilishi mumkin.

Keltirilgan sxemadan ko'rinadiki, kimyo sanoatining barcha jarayonlarini to'rt guruhga bo'lish mumkin: kimyoviy jarayonlar (1 apparat); issiqlikni rekuperatsiya qilish jarayonlari (2 apparatlar – utilizatsiya qozonlari, issiqlik almashinish apparatlari, qaynatgichlar, sovutgichlar va h.k.); ajratish va tozalash jarayonlari (3 apparat), masalan absorbsiya adsorbsiya, rektifikatsiya, ekstraksiya, kristalizatsiya, quritish kabi jarayonlar hamda siqish, kengayish, gaz-suyuqliklarni haydash jarayonlari (4 apparatlar – nasoslar, kompressorlar, turbinalar va boshqalar).

Tahlilning maqsadlaridan biri sanab o'tilgan to'rtta jarayonlardan qaysi biri katta yo'qotuvlarga olib kelishini aniqlashdan iborat.

Nazorat savollari:

1. Kimyo korxonalarini uchun eksergetik tahlil vazifasi nimalardan iborat?
2. Kimyo ishlab chiqarish jarayonlarining termodinamik samaradorligi qanday?
3. Kimyo ishlab chiqarish korxonasining xarakterli sxemasi (1-rasm)ni izohlang.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии. – М.: Химия, 1988. 280 с.

4-MA'RUZA. AZOT KISTOTASINI ISHLAB CHIQRISH

REJA:

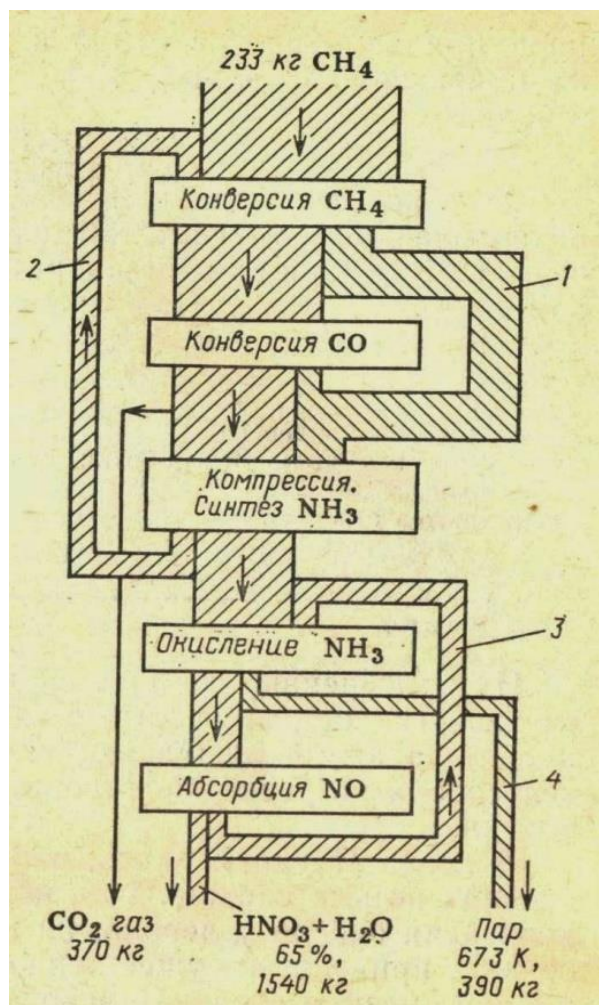
1. Tabiiygazdanazotkislotasiniolish texnologiyasi
2. Tabiiygazdanazotkislotasiniolish texnologiyasining eksergetik tahlili

Tayanchiboralar: azot kislotasi, ammiak, konversiyalash, sintez qilish, metanlashtirish, kimyoviy reaksiya.

1. Tabiiygazdanazotkislotasiniolish texnologiyasi

Tabiiy gazdan azot kislotasini olishning prinsipial sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan. sxemada energiya manb' ai ham tabiiy gazdir.

Metan va uglerod oksidi konversiyalash, gazni SO₂ dan tozalash va SO₂ metanlashtirilgandan so'ng sintez-gaz siqiladi, ammiakni sintez qilish uchun uzatiladi (sxemada bir necha bosqichlar ko'rsatilmagan). So'ngra ammiak kislorod bilan oksidlanadi, hosil bo'lgan azot oksidi suvga yutilib azot kislotasining suvdagi 65% li eritmasini hosil qiladi.



1-rasm

Kimyoviy reaksiyalar issiqligidan foydalanilganda olinuvchi va sistema ichidagi energiya sarflarini qoplash hamda tashqariga energiya berish uchun sarflanuvchi texnologik bug' oqimlari ham sxemada ko'rsatilgan. Oqim berayotgan eksergiya miqdori strelka qalinligi bilan taqriban xarakterlanadi. 1 t azot kislotasiga (aniqrog'i, uning 1,54 t suvli eritmasiga) tarkibida 93% metan bo'lgan 13,5 kmol tabiiy gaz sarflanadi. Uning eksergiyasi sarfi $1,02 \cdot 10^7$ kJ. Bunda quyidagi mahsulotlar ishlab chiqariladi:

	Miqdor, kg	Eksergiya, 10^5 kJ
HNO ₃ (65%)	1540	4,6
Suv bug'i (4,2 MPa, 670 K)	390	4,3
CO ₂ (0,2 MPa)	370	0,5
Ja'mi		9,4

2. Tabiiygazdanazotkislotasiniolish texnologiyasining eksergetik tahlili

SHu tariqa, eksergiyaning taxminan yarmi ekzotermik reaksiya issiqligi hisobiga ishlab chiqaruvchi suv bug'iga to'g'ri keladi. Jarayon davomida 670 K temperaturali va 4,2 MPa bosimli 360 kg suv bug'i tashqariga sarflanadi. Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, boshqa kimyoviy jarayonlar bilan solishtirganda azot kislotasini ishlab chiqarish FIK katta emas:

$$\eta_e = \frac{9,4 \cdot 10^6}{1,02 \cdot 10^7} = 0,09$$

Jarayon bosqichlari bo'yicha eksergiya yo'qotuvlari quyidagicha taqsimlanadi:

	1t ga nisbatan yo'qotuvlar	
	100% HNO ₃	
Bug' konversiyasi	19,0	20,5
Sintez-gaz qayta ishlashning boshqa bosqichlari	2,5	2,7
Ammiak sintezi	23,2	25,1
Ammiakni oksidlash	39,3	42,5
Azot oksidlarini absorbsiyalash	8,5	9,2
Ja'mi	92,5	100

Keltirilgan ma'lumotlardan ayon bo'ladiki, ammiakni oksidlash va sintezlash ekzotermik reaksiyalarida eksergiya yo'qotuvlari eng katta ekan. Ammo bunday xulosa yo'qotuvlar kamroq bo'lgan bosqichlarni mukammallashtirmasa bo'ladi degani emas. Turli bosqichlardagi yo'qotuvlarning o'zaro bog'liqligi juda murakkab. Masalan, yo'qotuvlarni nisbatan kam bo'lgan uglerod oksidini konversiyalash darajasini ozgina yaxshilash azotvodorod aralashmasi yo'qotuvini demakki, ammiak sintezi bosqichida eksergiya yo'qotuvlarini sezilarli kamayishiga olib keladi.

Kimyoviy qayta ishlash bosqichlaridagi umumiy yo'qotuvlar barcha yo'qotuvlarning taxminan 90% ni tashkil qiladi. YUqorida keltirilgan ma'lumotlarni taqqoslash azot kislotasini ishlab chiqarishning termodinamik

kam samarador ekanligi haqidagi xulosani bir muncha aniqlashtirishga imkon beradi. Azot kislotasini ishlab chiqarish texnologik “zanjiri” masalan, azot kislotasi ishlab chiqarishda oraliq bosqich bo‘lgan ammiak ishlab chiqarishnikiga nisbatan uzunroq.

Azot kislotasi ishlab chiqarishdagi yo‘qotuvlarning taxminan yarmini ammiak ishlab chiqarish bosqichidagi yo‘qotuvlar tashkil qiladi. SHuning uchun $\eta_{eHNO_3,um} = \eta_{eNH_3} \cdot \eta_{eHNO_3}$ ekanini e‘tiborga olib, $\eta_{eHNO_3} = 16\%$ ni olish mumkin. bu erda $\eta_{eHNO_3,um}$, η_{eNH_3} , η_{eHNO_3} - mos ravishda tabiiy gazdan azot kislota olish, ammiak olish va ammiakdan azot kislota olish FIK.

Nazorat savollari:

1. Tabiiy gazdan azot kislotasini olishning prinsipial sxemasini tushuntiring.
2. Azot kislotasini ishlab chiqarish FIK nimaga teng?
3. Azotkislotasi ishlab chiqarishdagi yo‘qotuvlarning katta qismi qaysi bosqichga tegishli?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии. – М.: Химия, 1988. 280 с.

IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-amaliy mashg‘ulot. Kaskadli sovitish mashinalarining unum dorligini oshirish

Ishdan maqsad: Sovutish mashinasining ishiga issiqlik almashinish jarayonining ta‘sirini o‘rganish.

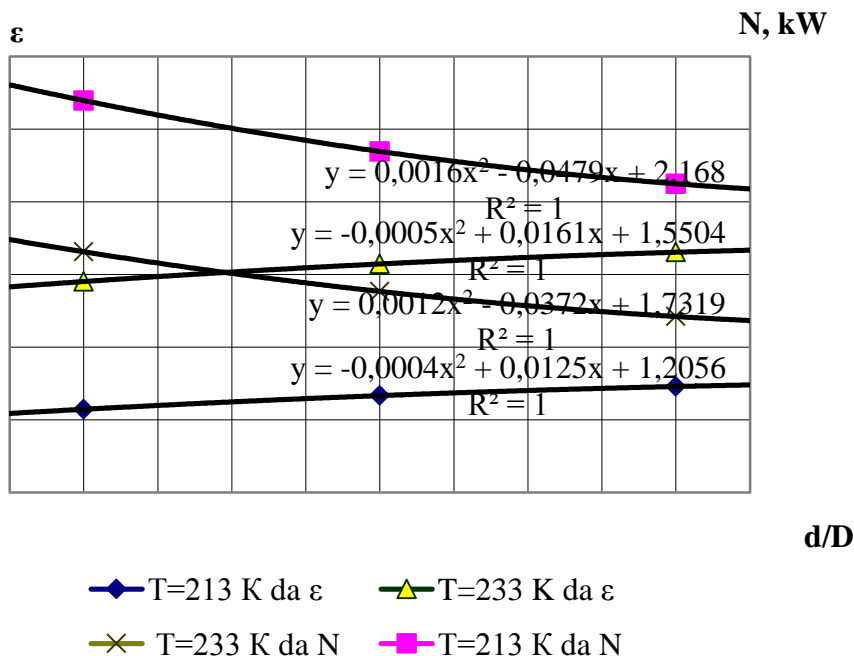
Masalaning qo‘yilishi: Sovitish mashinalarining energetik unumdorligini oshirish turli usullari mavjud: samrador sovitish eltgichlaridan foydalanish, ikki bosqichli siqish, ikki bosqichli kengayishni qo‘llash va h. ToshDTU “Sovitish va kriogen texnikasi” kafedrasida bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarida issiqlik almashinishni jadallashtirish evaziga sovitish mashinasining unumdorligini oshirishga erishildi.

Tadqiqotlarda kaskadli sovitish mashinasining quyi qismida ishchi eltgich sifatida etan (R170) ishlatilgan. Bunga sabab, past bosimda ishlaydigan kompressorning nazariy hajmi yuqori bosimda ishlaydiganiga qaraganda ancha katta. Bosim qanchalik kichik bo'lsa, kompressorlar siqish bosimlarining nisbati shunchalik katta bo'ladi. Bu esa kapital sarflarning va kompressor ishqalanish quvvatining ortishiga olib keladi. Bundan tashqari, so'rish bosimi pasayganida klapanlardagi gazodinamik yo'qotishlar kompressorning siqish ishiga yaqinlashib qoladi. Natijada, sovitish mashinasining energetik unumdorligi yanada kamayadi.

Yuqori qismning sovitish eltgichi – past bosimli uch komponentli uglevodorod gazlar aralashmasidir. Gazlar aralashmasi R290/R600a/R600 noazeotrop, gomogen bo'lib, qaynash va kondensatsiya jarayonida temperaturasi bir tekis o'zgaradi.

Kaskadli sovitish mashinasining kondensatori, bug'latkichi va kondensator-bug'latkichida tekis yuzali trubalar o'rniga [1] paragrafda bayon qilingan konstruksiyadagi samarador trubalar ishlatilgan. Masalan, kaskadli sovitish mashinasining bug'latkichida tashqi tomonida ko'ndalang botiq ariqcha va ichki tomonida bo'rtiq to'siqli trubaning qo'llanishi sovitish eltgichining qaynash temperaturasini oshiradi. Qaynash temperaturasining ortishi namokob yoki suyuqlikning issiqlik berish koeffitsiyentini o'sishi hisobiga sodir bo'ladi, qaynash jarayonidagi issiqlik berish koeffitsiyenti esa deyarli o'zgarmaydi. Har bir truba konstruksiyalari uchun qaynash temperaturasi ma'lum qiymatgacha ortib boradi. Kaskadli sovitish mashinasining unumdorligi $T_o = 233\text{ K}$ temperaturada kattaroq (1-rasm). Eksploatatsiya sharoitlari bir xil bo'lganida eng unumdor mashina – nisbiy diametri $d/D = 0,945$ o'lchamli trubadan yasalgan bug'latkichga ega mashinadir. Energetik unumdorlik sovitish unumdorligining deyarli o'zgarmasligi va kompressor quvvatining kamayishi hisobiga erishiladi.

Tashqitomonidako'ndalangbotiqariqchavaichkitomonisilliqbo'rtiqto'siqlit rubalarnisovitish mashinasining kondensator-bug'latkichida qo'llanilishi tajribalarda sovutish koeffitsiyentiga deyarli ta'sir qilmadi.



1-rasm. Sovitish koeffitsiyenti va quvvatning samarador trubaning nisbiy diametri d/D ga bog'liqligi

Topshiriqlar:

1. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini gorizontal holda majburiy konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
2. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini vertikal holda majburiy konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
3. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini gorizontal holda erkin konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
4. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini vertikal holda erkin konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
5. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini gorizontal holda majburiy konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.

6. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini vertikal holda majburiy konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
7. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini gorizontal holda erkin konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
8. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini vertikal holda erkin konvektiv issiqlik almashinishda hisoblang.
9. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini gorizontal holda kondensastiyada hisoblang.
10. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini vertikal holda kondensastiyada hisoblang.
11. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini gorizontal holda kondensastiyada hisoblang.
12. Nakatkalangan truba uchun issiqlik berish koeffitsientini vertikal holda kondensastiyada hisoblang.
13. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini gorizontal holda kondensastiyada hisoblang.
14. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini vertikal holda kondensastiyada hisoblang.
15. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini gorizontal holda kondensastiyada hisoblang.
16. Nakatkalangan truba uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini vertikal holda kondensastiyada hisoblang.

Ishni bajarish uchun tavsiyalar:

Ushbu amaliy ish (C++, Beysik) algoritmik dasturlardan foydalanib, shaxsiykompyuterlarda amalga oshiriladi.

Hisob natijalari bo'yicha grafik quriladi.

Hisobot ishi A4 format qog'ozda bajariladi.

Nazorat savollari:

1. Trubalarni nakatkalash afzalligi nimada?
2. Issiqlik almashinishni jadallashtirishning yana qanday usullari mavjud?
3. Sovutish mashinasining ishiga issiqlik almashinish qanday ta'sir ko'rsatadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Fan va texnologiya. 2015 y. – 848 b.
2. Бродянский В.М., Фратшер В.Ф., Михалек К. Эксергетический метод и его применение. – М.: Энергоатомиздат, 1988, 288 с.

2-amaliy mashg'ulot.Sovutish mashinasi unumdorligini baholashning eksergetik kriteriylari

Ishdan maqsad: Aralash eksergetik kriteriyning fizik mohiyatini tushunish va uni qo'llashni o'rganish.

Masalaning

qo'yilishi: Mashinavaqurilmalarni energetik baholashda eksergetik foydali ish koeffitsiyentidan tashqari aralash eksergetik kriteriylardan ham foydalanish mumkin: prof. Zokirov S.G. va dots. Karimov Q.F. tomonidan aralash eksergetik kriteriy taklif etilgan va ushbu ko'rinishga ega bo'lib

$$f = \frac{F}{E^n} \quad (1)$$

1 J/seksergiyagamoskeluvchi issiqlik almashinish yuzasining maydonini bildiradi.

Issiqlik almashinish qurilmalari uchun asosiy ko'rsatkichlardan biri issiqlik almashinish yuzasini massa, gabarit o'lchamlar qatori termodinamik yoki iqtisodiy parametrlarga kirmaydi. Shuning uchun, aralash eksergetik kriteriylardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ammo (1) da keltirilgan

formula amaliy hisoblashlarda qo'llash ancha noqulay. Muhandislik hisoblarida jarayon va qurilmalarni tahlil qilish va baholashda ushbu ko'rinishdagi formulani qo'llash tavsiya etiladi:

$$f = \frac{F}{Q \cdot \tau_e} = \frac{1}{\alpha \cdot \tau_e (T' - T'')} \quad (2)$$

Aralash eksergetik kriteriy f 0 dan $+\infty$ gacha oraliqda o'zgaradi. $T \rightarrow T_{o.c}$, ya'ni $\tau_e \rightarrow 0$ da eksergetik kriteriy f nolga intiladi. Issiqlik oqimining temperaturasi atrof-muhit temperaturasiga tenglashganida, ya'ni $\tau_e = 0$ da, f kriteriysi ma'noga ega emas. Issiqlik almashinish qurilmasining bunday termodinamik holati nol holat (inglizcha dead state) deb ataladi. Bu kriteriy eksergetik foydali ish koeffitsiyenti kabi ishonchli, chunki universal kattaliklarga taalluqlidir [2]. Energetik jihatdan maqbul issiqlik almashinish qurilma bu $-f$ kichik qiymatlarga ega bo'lganidir.

f kriteriysidan foydalanishni sovitish mashinasi kondensatorini hisoblash misolida ko'ramiz. Kondensator gorizontal, "truba ichida truba" konstruksiyali bo'lib, suv bilan sovutiladi.

Suvtekistrubaichidaharakatlanadi, sovitisheltkichitrubaningtashqiyuzasidakondensatsiyalanadi. Suvningo'tishharakatlanishrejimda, chunkiaynanshurejimdaissiqlikalmashinishningintensivlashishikattaqiymatlarga ega.

Ma'lumki, issiqlikberishkoeffitsiyentiniko'paytirish uchun devor yaqinida oqim harakatini intensivlash, ya'ni turbulizatsiyalash zarur. Buni esa trubani qovurg'alash, ariqchali turbulizatorlar qilish, burama trubalar va boshqa usullar qo'llab erishish mumkin.

Suvningqurilmalargakirishdatemperaturalari $T'_c = 278, 288, 298$ K. Temperaturalarningminimalfarqi $\Delta T_c = 5$ K.

Kondensatsiya jarayonida sovitish eltkichi uchun $T' - T''$ farq doim nolga teng. Formula (2) ni esa qurilmada muhitlar temperaturalarini vaqt bo'yicha o'zgargan holatda kondensatorlar uchunq o'llash mumkin.

Kondensatorning issiqlik yuklamasi Q_K ($Q_K = Q_c$). Bunday shartda E'' ning bir muncha katta qiymatlarini hosil qilamiz. Formula (2) da issiqlik berish koeffitsiyenti sovutuvchi eltkichga tegishli.

Atrof-muhit temperaturasi suvning kondensatorga kirish temperaturasiga teng. Eksergetik temperaturalar funksiyasini hisoblashda T ni suvning o'rtacha arifmetik temperaturasiga teng qilib qabul qilamiz:

$$T = \frac{T_c'' + T_c'}{2}.$$

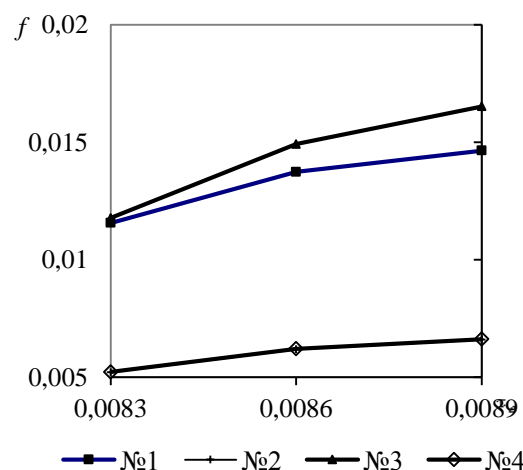
Issiqlik almashinish trubalar yuzalarining turli konstruktsiyalari geometrik xarakteristikalarini va issiqlik berish koeffitsiyenti α ni hisoblash formulalari keltirilgan (1-jadval).

1 -jadval

Issiqlik almashinish trubalari

Truba raqami	Trubalar	Issiqlik berishni hisoblash formulasi	Geometrik parametrlari
1	tekis	$Nu = 0,021Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_s}{Pr_d}\right)^{0,25}$	$d_{ichki} = 0,020m$
2	tashqarisi botiq ariqchali va ichki tomoni bo'rtiq diafragmali	$\frac{Nu}{Nu_{silliq}} = \left[100 \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right)\right]^{0,445}$	ariqchalarning nisbiy qadami $t/d = 0,5$, nisbiy diametri $d/D = 0,94$
3	plastina-spiral lentali	$\frac{Nu}{0,03Re^{0,755}} = 2,2 + 2,33 \cdot \frac{2h}{d} - \frac{1,2 + 2,3 \cdot \frac{2h}{d}}{7,6 + 5 \cdot \frac{2h}{d}}$	spiral-lentalar joylashish nisbiy qadami $H/d = 4$, nisbiy balandligi $2h/d = 0,4$
4	prujinali turbulizator	$\frac{Nu}{Nu_{silliq}} = 1,85 + 2,5 \frac{2h}{d} - \frac{0,85 + 2,5(2h/d)}{2,8 + 12,6(2h/d)}$	prujinali turbulizator nisbiy qadami $t/d = 3,1$ va balandligi $2h/d = 0,435$

2-rasmda f ni τ_e ga bog'liqlik funksiyasi orqali ko'rsatilgan. Eksperimental izlanishlar natijasidan ko'rinadiki, τ_e ni ortishi barcha issiqlik almashinish yuzalari uchun f ni ortishiga olib keladi. Demak, atrof-muhit temperaturasining pasayishi bilan birlik issiqlik almashinish yuzasidan o'tadigan eksergiya miqdori kamayadi, oqibatda qurilmaning unumdorligi pasayadi.



2-rasm. Nisbiy yuzaning eksergetik harorat funksiyasiga bog'liqligi. Chiziqlar belgilanishi 1-jadvalda gitrubalar raqamlariga mos

Bo'rtiq diafragmali va prujina turbuli zatorli issiqlik almashini shyuzalarining nisbiy maydonlari teng va tadqiq qilingan trubalar ichida eksergetik eng unumdoridir. Termodinamik jihatdan eng past ko'rsatkichga – plastina-spiral lentali truba egadir. Ular uchun f , hatto, tekis trubalarnikiga qaraganda ham katta. Suvning kirish temperaturasi ortishi bilan plastina spiral lentali truba uchun f kriteriy qiyma tikamayadi, tekstrubanikagayaqinlashadi.

Samarador trubalarning gidravlik qarshiligi tekis yuzali trubalarnikiga qaraganda yuqoriroq. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, gidravlik qarshiliklar tufayli eksergetik yo'qotishlar ulushi umumiy yo'qotishlarning juda kichik qismini tashkil etadi, qaytmas issiqlik almashinish tufayli eksergiya yo'qotuvlari ulushiga nisbatan oz miqdorni tashkil etadi.

Ma'lumki, issiqlik almashinish qurilmalarini loyihalashda issiqlik berish koeffitsiyentini hisoblash formulasini aniqlash Yetarli.

Unumdorlik kriteriysi eksergiyat ushunchasiga asoslanadi va issiqlik almashinish qurilmalarining unumdorligini aniqlash va termodinamik unumdor qurilmalarni loyihalashda qo'llash maqsadga muvofiq.

Hajm, uzunlik va boshqa parametrlarni optimallashtirishda yuqorida taklif etilganga o'xshash kriteriylarni olish mumkin.

Bug'-gaz kondensatsiyalash jarayonida issiqlik almashinishni intensivlash

Bir va ko'p komponentli bug'-gaz va qattiq fazali (mayda dispers) aralashmalarni kondensatsiyalash jarayonida issiqlik almashinishni intensivlash prof. Zokirov S.G. rahbarligidagi ilmiy guruh tomonidan o'rganilgan. Issiqlik almashinishni intensivlash uchun 4.13 [1] paragrafda bayon qilingan konstruktsiyadagi trubalar o'rganilgan va tavsiya etilgan. Bu turdagi trubani qo'llash bir komponentli bug'larni kondensatsiyalash jarayonida issiqlik almashinishni tekis trubaga nisbatan issiqlik almashinishni 1,7 – 2,0 marotabaga oshiradi, chunonchi, atseton bug'lari uchun 1,4 – 1,7; ekstraktsion benzin bug'lari uchun 1,9 ni tashkil etadi. Eksperimental tadqiqotlar asosida samarador truba turbulizatorlarining joylashish qadamit/ D ning kamayishi bilan issiqlik berish koeffitsiyenti ortib boradi.

Xuddi shunday, d/D kattalikning kamayishi bilan issiqlik berish koeffitsiyenti α ham ortadi. Bunga sabab, mayda dispers qattiq mikrozarrahalar nisbatan sovuq devorga yopishishi, qo'shimcha kondensatsiyalanish markazlari vazifasini bajaradi va oqibatda jarayon intensivlashadi. Qattiq zarralarning kontsentratsiyasi $s = 3 \div 3,5\%$ gacha kondensatsiya ortib boradi. Lekin, qattiq faza kontsentratsiyasi bu ko'rsatkichdan ortganida uning ta'siri sekinlashadi va o'sishi to'xtaydi. Issiqlik almashinish yuzasining optimal o'lchamlari deb $t/D = 0,25$ qadam va $d/D = 0,88 \div 0,91$ halqasimon ariqchalar nisbiy diametri topildi.

Ko'p komponentli qattiq fazali bug'-gaz aralashmasining samarador trubada yupqa qatlamda kondensatsiyalanish jarayoni uchun quyidagi kriterial formula keltirib chiqarilgan:

$$Nu = 0,0216 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left[\left(m \frac{t}{D} - n \right) \frac{d}{D} - b \right]$$

bu Yerdan koeffitsiyent $m = -1,895 \cdot c - 63,683$; $n = 0,434 \cdot c - 13,51$; $b = z \cdot (t/D) - \theta$; $z = -1,32 \cdot c - 56,324$; $\theta = 0,657 \cdot c - 9,24$.

Ushbu formula quyidagi rejimlar uchun o'rinli: Reynolds soni $Re = (1,2 \div 15) \cdot 10^3$; halqasimon ariqchalar nisbiy diametri $d/D = 0,88 \div 0,96$; ariqchalarning joylashish qadamit $t/D = 0,25 \div 0,5$; bug'-gaz aralashmasida qattiq faza kontsentratsiyasi $c = 0 \div 5,0\%$.

Formulaning xatoligi $\pm 12,8\%$.

Topshiriqlar:

1. Tekis (silliq) truba uchun eksergetik aralash kriteriyini hisoblang.
2. Tashqarisi botiq ariqchali va ichki tomoni bo'rtiq diafragmal truba uchun eksergetik aralash kriteriyini hisoblang.
3. Plastina-spiral lentali truba uchun eksergetik aralash kriteriyini hisoblang.
4. Prujinali turbulizator truba uchun eksergetik aralash kriteriyini hisoblang.

Ishni bajarish uchun tavsiyalar:

Ushbu amaliy ish (C++, Beysik) algoritmik dasturlardan foydalanib, shaxsiy kompyuterlarda amalga oshiriladi.

Hisob natijalari bo'yicha grafik quriladi.

Hisobot ishi A4 format qog'ozda bajariladi.

Nazorat savollari:

1. Kondensatsiya jarayonida sovitish eltkichi uchun $T' - T''$ farq nimaga teng?
2. Energetik jihatdan maqbul issiqlik almashinish qurilma bu $-f$ nimaga teng bo'lganidir?
3. Nima uchun aralash eksergetik kriteriy ishlatiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Fan va texnologiya. 2015 y. – 848 b.
4. Бродянский В.М., Фратшер В.Ф., Михалек К. Эксергетический метод и его применение. – М.: Энергоатомиздат, 1988, 288 с.

3-amaliy mashg'ulot. Oqimdagi modda eksergiyasini hiso blash.

Ishdan maqsad: Eksergiya turlaridan biri – oqimdagi modda eksergiyasini hisoblashni o'rganish.

Masalaning qo'yilishi: Uch fazali mavhum qaynash qatlami (UFMQQ) apparati uchun oqimdagi modda eksergiyasini hisoblash kerak, chunki modda almashinish – suv havoni yutish jarayoni (absorbsiya) bilan sodir bo'luvchi statsionar jarayon kechadi.

Ko'pikning turg'un oqimini – u, v, s, T va p parametrli suv va havo aralashmasini ko'ramiz. Atrof-muhit bilan muvozanat holatini ifodalovchi parametrlarni $u_{o,s}, v_{o,s}, s_{o,s}, T_{o,s}$ i $p_{o,s}$ bilan belgilaymiz. Oqim eksergiyasini e aniqlash uchun UFMQQ apparatiga kirish holatidan chiqish holatiga o'tishdagi maksimal ishni topish talab etiladi.

Muhit bosimini engishga sarflanuvchi ishni e'tiborga olgan holda modda oqimi (ko'pik)ni ko'chirishga sarflanuvchi ish pv quyidagi ifoda bilan aniqlanadi [1]:

$$pv - p_{o.c}v = v(p - p_{o.c}). \quad (1)$$

(3.5) formulani [1] e'tiborga olgan holda

$$e = i - i_{o.c} - T_{o.c}(s - s_{o.c}) = i - T_{o.c} + c \quad (2)$$

Ni hosil qilamiz yoki differensial shaklda

$$de = di - T_{o.c}ds.$$

e funksiya – eksergetikdir, chunki u modda va atrof-muhit parametrlari bilan aniqlanadi. (2) formuladan ko‘rinadiki, uning qiymati faqat atrof-muhit temperaturasi $T_{o.s}$ bilan bevosita bog‘liq, bosim $p_{o.s}$ esa additiv konstanta $c = -(i_{o.c} - T_{o.c}s_{o.c}) = -(u_{o.c} + p_{o.c}v_{o.c} - T_{o.c}s_{o.c})$ tarkibiga kiradi xolos. Bu atrof-muhit bosimi $p_{o.s}$ faqatgina e funksiyaning absolyut qiymatini hisoblashdagina e'tiborga olinishini anglatadi [1]. Bizning hisob ishimizda eksergiyalar farqini Δe qo‘llash talab etiladi, bosim $p_{o.s}$ esa ko‘rilayotgan jarayon xarakteristikasiga ta'sir etmaydi, chunki s konstanta qisqarib ketadi.

Quyida bir nechta temperatura va 0,2 MPa bosimda (kirishda) suv va havo oqimlari eksergiyasining hisoblash natijalari berilgan (1-jadval).

1-jadval

T, K	suv			havo		
	i, kJ/kg	s, kJ/(kg·K)	e, kJ/kg	i, kJ/kg	s, kJ/(kg·K)	e, kJ/kg
291	75.5	0.2677	-2.4007	291.01	6.6404	-1641.35
298	104.77	0.367	-2.027	298.08	6.6642	-1641.2
303	125.66	0.4365	-1.3615	303.1	6.6812	-1641.13

Topshiriqlar:

- 0,3 MPa bosim va 313 K temperaturada moy eksergiyasini hisoblang.
- 0,3 MPa bosim va 313 K temperaturada karbonat anhidrid eksergiyasini hisoblang.

3. 0,3 MPa bosim va 313 K temperaturada kislorod eksergiyasini hisoblang.
4. Suv eksergiyasini 0,5 MPa bosim va 323 K temperaturada hisoblang.
5. Suv eksergiyasini 0,6 MPa bosim va 323 K temperaturada hisoblang.
6. Suv eksergiyasini 0,7 MPa bosim va 323 K temperaturada hisoblang.
7. Suv eksergiyasini 0,5 MPa bosim va 333 K temperaturada hisoblang.
8. Suv eksergiyasini 0,5 MPa bosim va 343 K temperaturada hisoblang.
9. Havo eksergiyasini 0,5 MPa bosim va 323 K temperaturada hisoblang.
10. Havo eksergiyasini 0,5 MPa bosim va 323 K temperaturada hisoblang.

Ishni bajarish uchun tavsiyalar:

Ushbu amaliy ish (C++, Beysik) algoritmik dasturlardan foydalanib, shaxsiykompyuterlarda amalga oshiriladi. Hisob natijalari bo'yicha grafik quriladi. Hisobot ishi A4 format qog'ozda bajariladi.

Nazorat savollari:

1. e funksiya qaysi kattalikka bog'liq?
2. UFMQQ apparatidabajariladiganmaksimalishqanday topiladi?
3. 0,3 MPa bosim va 313 K temperaturada moy eksergiyasi nimaga teng ekan?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Дубовской С.В. и др. Эксергетические расчеты технических систем. Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук.думка, 1991. 360 с.
2. Каримов К.Ф. Критерий эффективности поверхностей теплообмена // Химическая технология. – Москва, 2009, №7. С. 425–429.

4-amaliy mashg'ulot. Eksergetik balans tenglamasini tuzish

Ishdan maqsad: Oziq-ovqat sanoatida ishlatiluvchi UFMQQ – sabzavotlarni archish apparati misolida eksergetik balans tenglamasini tuzishni o'rganish.

Masalaning qo'yilishi: UFMQQ apparatining eksergetik balans tenglamasini tuzish uchun ko'rilayotgan sistemani hayolan nazorat yuzasi bilan qoplash va kirayotgan hamda chiqayotgan eksergiya eksergiyalar oqimlarini aniqlash zarur.

Sistemaga kirayotgan va chiqayotgan modda, issiqlik, ish oqimlari eksergetik balansi umumiy holda quyidagicha yoziladi [1]:

$$\Sigma E'_i + \Sigma E'_q + \Sigma L' = E_i'' + \Sigma E''_q + \Delta E + \Sigma L'' \Sigma D \quad (3)$$

$$\Sigma E' = \Sigma E'' + \Sigma D \quad (4)$$

Real qurilmalarda energiya dissipatsiyasi bilan kechuvchi qaytmas jarayonlar (ishqalanish, issiqlik almashinish, drossellanish, kimyoviy o'zgarishlar va h.k.) sodir bo'ladi, shuning uchun quyidagi tengsizlik ular uchun o'rinalidir

$$\Sigma E' > \Sigma E'' \quad (5)$$

Bundan sistemada (qurilmada, apparatda) yo'qoluvchi eksergiyani quyidagicha aniqlash mumkin

$$\Sigma D = \Sigma E' - \Sigma E'' \quad (6)$$

Kirayotgan va chiqayotgan modda hamda energiya oqimlarining eksergiyalari ishlab turgan qurilmalarda o'lchangan yoki loyihalananayotgan qurilma uchun hisoblangan shu oqimlar parametrlari bo'yicha aniqlanadi.

UFMQQ apparati uchun eksergetik balans tenglamasini 3÷6 formulalar asosida va quyidagi soddalashtirishlarni qabul qilib tuzamiz.

- 1) UFMQQ apparatida oqish jarayoni bilan birga absorbsiya jarayoni sodir bo'ladi. Havoni suvga yutilish jarayonini to'liq qaytmas deb qabul qilamiz, ya'ni ideal gaz va suyuqlik aralashish jarayonini ko'ramiz. Bu havo absorbsiyalanganda issiqlik yutilmaydi ham, ajralmaydi ham demakdir.
- 2) Absorbsiyada eritma tepasidagi gazning parsial bosim ortish foydali ishi bajarilmaydi. Bu gazlar aralashmasini absorbsiya bilan tozalash jarayoni ko'rilmayapganini anglatadi. Havo va suv turlicha temperaturalarga ega. Aralashtirishda havo va suv o'rtasida issiqlik almashiniladi. Ammo bu issiqlik yutilish jarayoniga ta'sir qilmaydi.

- 3) Havoning uch fazali eritmadagi konsentratsiyasi kam va temperaturaga ta'sir qilmaydi, ya'ni suv hamda ko'pikning UFMQQ apparatiga kirish-chiqishdagi temperaturalarini teng.
- 4) Uch fazali oqimdagi qattiq fazaning mavjudligi u hosil qilayotgan gidravlik qarshilik p_m orqali e'tiborga olinadi.
- 5) Uch fazali oqimning apparatdan chiqishidagi ekssergiyasini seksiyalangan to'ringning eng yaxshi joylashish burchagi - 20° va oqim tezligi ~ 15 mm/s uchun, ya'ni seksiyalangan to'ringning gidravlik qarshiligi $p_r = 100$ Pa bo'lgan holda hisoblaymiz.

CHiqayotgan uch fazali eritmaning 1 kg ga nisbatan UFMQQ apparatining ekssergetik balansi

$$G_v(e_v - e_v^r) = G_{vz}(e_{vz}^r - e_{vz}) + \Sigma D \quad (7)$$

ening «v» va «vz» indeksleri mos ravishda suv yoki havoga tegishli.

Suv va havoning aralashishlari sababli UFMQQ apparatidan chiqishda ikkala agentning entropiyalari aralashish entropiyasi miqdoriga ortadi, ekssergiya esa kamayadi. SHu sabab har bir komponent uchun chiqishdagi ekssergiya hisoblanishi shart. Aralashish entropiyasiga tuzatish $\Delta s_p = \frac{8,314}{\mu_i} \ln z_i$, bu erda μ_i – aralashma (ko'pik) i - komponentining molekulyar massasi; z_i – shu komponentning molyar ulushi.

39 kg/s suv 3,9 kg/s havo bilan aralashganida havoning uch fazali aralashmadagi massaviy ulushi $g_{vz} = \frac{3,9}{39+3,9} = 0,091$, suvniki – $g_v = 0,909$. Massaviy ulushlardan molyar ulushlarga o'tib quyidagini hosil qilamiz

$$z_v = \frac{g_v/\mu_v}{g_v/\mu_v + g_{vz}/\mu_{vz}} = \frac{0,91/18}{0,91/18 + 0,091/28,84} = 0,9404.$$

Mos holda $z_{vz} = 0,0596$. U holda suv uchun $\Delta s_v^r = \frac{8,314}{18} \ln 0,9404 = -0,0284$ kJ/(kg·K) va havo uchun $\Delta s_{vz}^r = \frac{8,314}{28,84} \ln 0,0596 = -0,813$ kJ/(kg·K).

Suvning chiqishdagi ekssergiyasi

$$e_v^r = i_v^r - T_{o,s}(s_v^r - \Delta s_v^r) = 75,5 - 291(0,2677 + 0,0284) = -10,6651 \text{ kJ/kg.}$$

Bunda entalpiya i_v^r va entropiya $s_v^r p_{vblx}$ i T_{vblx} parametrlarda olinadi.

Havoning chiqishdagi entropiyasi

$$s_{vz}^r = s^r - \Delta s_{vz}^r = c_r \ln \frac{T_r}{T_{0.s}} - \frac{R}{\mu_{vz}} \ln \frac{p_{0.s}}{p^r} - \Delta s_{vz}^r$$

$c_p = 1,01 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $\mu_v = 28,84 \text{ kg/mol}$ da

$$s_{vz}^r = 1,01 \ln \frac{298}{291} - \frac{8,314}{28,84} \ln \frac{0,1}{0,19} - (0,813) = 1,022 \text{ kJ/kg.}$$

$$vae_{vz}^r = i_{vz}^r - 291 s_{vz}^r = 300,2 - 291 \cdot 1,022 = 2,798 \text{ kJ/kg.}$$

bu erda bosim $p_{vblx} \approx 0,15 \text{ MPa}$ bo'lganidagi $i_{vz}^r = 300,2 \text{ kJ/kg}$. Uch fazali suyuqlik aralashmasi ustunining $p_{st.j}$, material po'chog'ining p_m va seksiyalangan to'ring p_r gidravlik qarshiliklari tufayli eritmaning UFMQQ apparatidan chiqishidagi bosimi kirishdagiga qaraganda kichik.

$$\Delta p_{ob} = p_{st.j} + p_m + p_r = 1700 + 800 + 100 = 2600 \text{ Pa.}$$

Eksergiyaning to'liq yo'qolishi

$$\Sigma D = 39(-2,4007 + 10,6651) - 3,9(2,798 - 1699,2) = 6938 \text{ kJ/c}$$

to'raligicha ichkidir, chunki atrof-muhitga issiqlik yo'qolmaydi. Yo'qotuvlarning barchasi ichki bo'lib, texnik va shaxsiy yo'qotuvlar yig'indisidan iborat. Bu suv va havoning qaytmas aralashish jarayoni natijasidir va aralashish tufayli eksergiyani kamayishi sifatida aniqlanadi

$$D_s = T_s(G_v \Delta s_v^r + G_{vz} \Delta s_{vz}^r) = 291[39(0,0284) + 3,9(0,813)] = 1245 \text{ kJ/c.}$$

Demak, texnichik yo'qotuv $D_t = 5693 \text{ kJ/c}$. U seksiyalangan to'rni o'rnatish, archi-ladigan sabzavotlarni ortish va h.k. tufayli yuzaga keladi.

2-jadvalda eksergetik balansning suv va havo turli sarflaridagi hisoblangan natijalari berilgan.

2-jadval

G_v , kg/s	G_{vz} , kg/s	ΣD , kJ/s	D_c , kJ/s	E' , kJ/s	E'' , kJ/s
9	0.9	1604	287	1498.686	96.26854

12	1.2	2138	382	1998.248	128.3581
25	2.5	4455	797	4163.018	267.4126
39	3.9	6951	1244	6494.307	417.1637
43	4.3	7663	1372	7160.39	459.9497
59	5.9	10515	1883	9824.721	631.0938
63	6.3	11228	2010	10490.8	673.8798
77	7.7	13723	2457	12822.09	823.6308

Topshiriqlar:

1. Suv va havo uchun mos ravishda 100 kg/s hamda 10 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
2. Suv va havo uchun mos ravishda 110 kg/s hamda 15 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
3. Suv va havo uchun mos ravishda 120 kg/s hamda 20 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
4. Suv va havo uchun mos ravishda 130 kg/s hamda 25 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
5. Suv va havo uchun mos ravishda 140 kg/s hamda 30 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
6. Suv va havo uchun mos ravishda 150 kg/s hamda 35 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
7. Suv va havo uchun mos ravishda 160 kg/s hamda 40 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.
8. Suv va havo uchun mos ravishda 170 kg/s hamda 40 kg/s sarflardagi eksergetik balans tenglamasini tuzing.

Ishni bajarish uchun tavsiyalar:

Ushbu amaliy ish (C++, Beysik) algoritmik dasturlardan foydalanib, shaxsiykompyuterlarda amalga oshiriladi.

Hisob natijalari bo'yicha grafik quriladi.

Hisobot ishi A4 format qog'ozda bajariladi.

Nazorat savollari:

1. Energiyadissipatsiyasinima?
2. Realqurilmalaruchuneksergetik balans tenglamasini yozing.
3. Eksergiyaning gidravlik qarshiliklar tufayli yo'qolishi qanday hisoblanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Дубовской С.В. и др. Эксергетические расчеты технических систем. Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук.думка, 1991. 360 с.
2. Каримов К.Ф. Критерий эффективности поверхностей теплообмена // Химическая технология. – Москва, 2009, №7. С. 425–429.

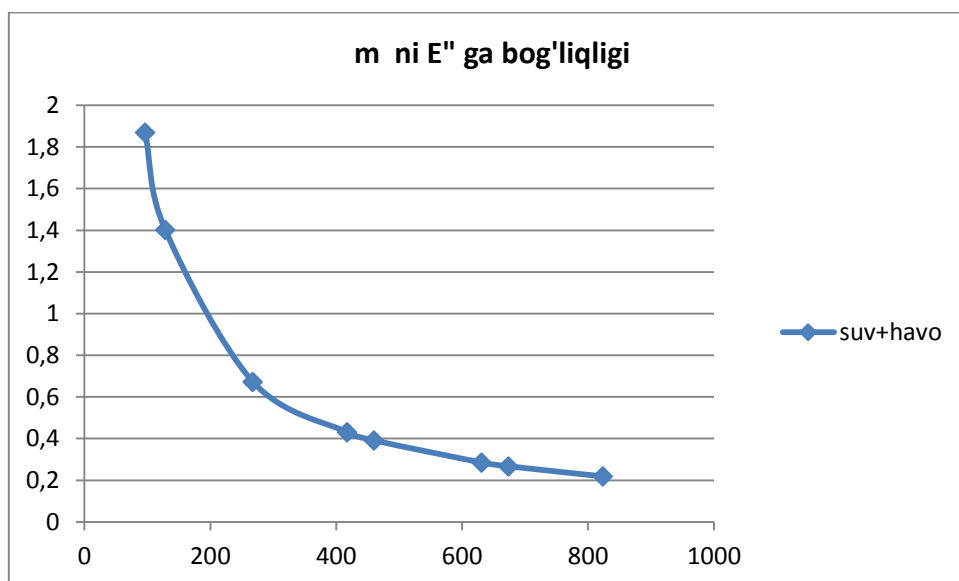
5-amaliy mashg'ulot. UFMQQ apparatining samaradorligi

Ishdan maqsad: Oziq-ovqat sanoatida ishlatiluvchi UFMQQ – sabzavotlarni archish apparati misolida eksergetik eksergetik samaradorlikni baholashni o'rganish.

Masalaning qo'yilishi: UFMQQ apparatini archilayotgan sabzavot yoki uning po'chog'i massasi bo'yicha baholanishi lozim, ular esa na termodinamik va na iqtisodiy ko'rsatgichlar bo'lib oraliq kattaliklardir. Bu holda maqsadli kriteriy sifatida aralash eksergetik ko'rsatgichlarni qo'llash qulay. Aralash eksergetik kriteriyalar massa, hajm va h.k. ning nisbiy ifodasidir [1, 2].

Vaqt birligida mahsulot – archilgan sabzavot massasi 0,18 kg (15,52 t/sut). U holda UFMQQ apparatining samaradorligi $= \frac{M}{E''}$, [kg·kJ/kg] formuladan aniqlanadi. mning qiymati qancha kam bo'lsa, apparatning ishi shuncha samarador. 1-rasmdan ko'rinadiki, $m = 0,18$ kg da suv va havo sarflari ortishi bilan UFMQQ apparatining

samaradorligi ortib boradi. m ning boshqa qiymatlarida ham shunga o'xshash egri chiziqlar olinadi.

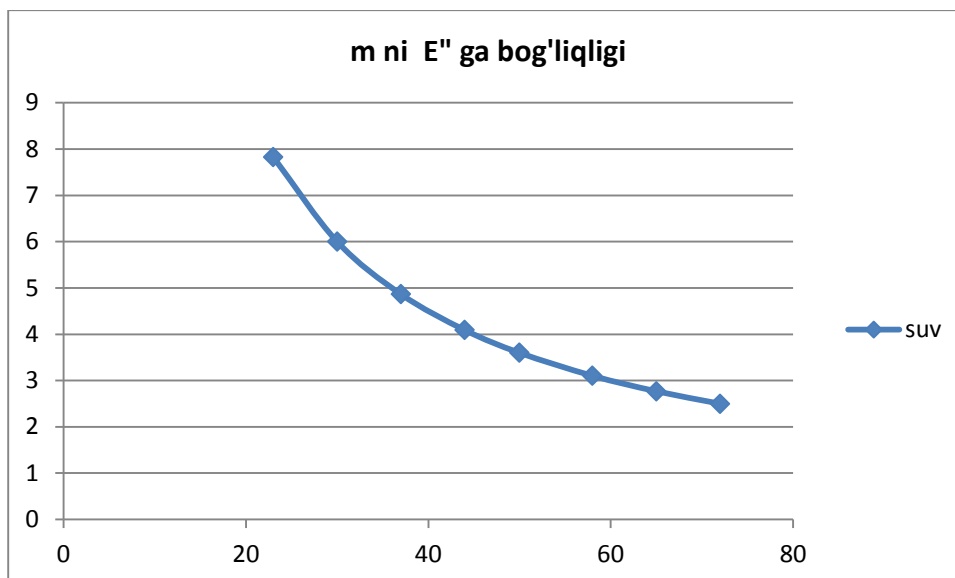


1-rasm

3-jadval va 2-rasmda UFMQQ apparatining samaradorligi archish uchun faqat suv ishlatiluvchi (havoni aralashmasdan) apparat samaradorligi bilan taqqoslangan.

3-jadval

G_v , kg/s	E' , kDj/s	E'' , kJ/s	$m, (t*kJ)/t$
10	24.007	23	7.826087
13	31.2091	30	6
16	38.4112	37	4.864865
19	45.6133	44	4.090909
22	52.8154	50	3.6
25	60.0175	58	3.103448
28	67.2196	65	2.769231
31	74.4217	72	2.5



2-rasm

Grafiklardan ko‘rinadiki, taqqoslanayotgan apparatlarda suv va ko‘pik sarflari teng bo‘lganida m koeffitsientining qiymati UFMQQ apparati uchun kichikdir, ya’ni UFMQQ apparatining samaradorligi havo aralashtirilganida bir faza – suv ishlatilganiga nisbatan samaraliroqdir. Buning sababi shundaki, havo suvga aralashtirilganida ko‘taruvchi kuch yuzaga keladi (erlift effekti), gidravlik qarshilikni kamaytiradi.

Topshiriqlar:

1. m kriteriysini ixtiyoriy boshqa kattaliklarda hisoblang.
2. Suv –havo aralashmasi uchun m ni olinayotgan eksergiyaga bog‘liqlik grafigini quring.
3. Suv uchun m ni olinayotgan eksergiyaga bog‘liqlik grafigini quring.

Ishnibajarishuchuntavsiyalar:

Ushbu amaliy ish (C++, Beysik) algoritmik dasturlardan foydalanib, shaxsiykompyuterlarda amalga oshiriladi. Hisob natijalari bo‘yicha grafik quriladi. Hisobot ishi A4 format qog‘ozda bajariladi.

Nazorat savollari:

1. *m*kriteriysi qaysi holda (faqat suv uchun yoki suv – havo aralashmasi uchun) katta? Sabab?
2. *m*kriteriysi qanday hisoblanadi?
3. Erlift effekti nima?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Дубовской С.В. и др. Эксергетические расчеты технических систем. Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук.думка, 1991. 360 с.
2. Каримов К.Ф. Критерий эффективности поверхностей теплообмена // Химическая технология. – Москва, 2009, №7. С. 425–429.

V. KEYSLAR BANKI

1. Absorberda jarayonning eksergetik FIK katta emas va ko‘pincha 4 – 6% dan oshmaydi. Eksergiya yo‘qotuvlarini kamaytirish uchun qanday chora ko‘rilishi zarur?

Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo‘llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo‘llari

2. Issiqlik almashinish apparatida uchta oqim 350 K temperaturadan 450 K temperaturagacha 530 K temperaturali suv bug'i bilan isitilmoqda. Bir vaqtning o'zida uchta oqim 600 K temperaturadan 500 K gacha sovutilmoqda. Issiqlik rekuperatsiya qilinmayapti. Issiqlikni qanday tejash mumkin?

Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

3. Rektifikatsion kolonnada ko'p komponentli havo aralashmasi ajratilyapti. 90 K temperaturada kislorod, 78 K da azot ajratib olinyapti. Qanday qilib samaradorlikni oshirish mumkin?

Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

Tinglovchining qoli jaroxatlanishini keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

VI. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

Mustaqil ishni tashkil etishning shakl va mazmuni:

Tinglovchilarning mavzular bo'yicha mustaqil ishlashlari har bir mavzu bo'yicha bilimlarini boyitishiga va mavzular ichiga chuqurroq kirib borishga xizmat qiladi. Undan tasqari ingllovchilar mavzuga doir o'z mustaqil fikrlarini ifodalay olishga va mehnat faoliyatida yani amalda bemalol qo'llashiga yordam beradi.

Mustaqil ta'lim mavzulari

1. Kislorod olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
2. Azot olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
3. Neon olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
4. Geliy olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
5. Kripton olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
6. Ksenon olish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
7. Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
8. Kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
9. Fsforli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
10. Spirt ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
11. Tomat pastasini ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
12. Qand-shakar ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
13. Olma sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
14. Nok sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
15. Gilos sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
16. Olcha sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
17. SHaftoli sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
18. O'rik sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
19. Uzum sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
20. Olxo'ri sharbati ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.

21. Benzin ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
22. Dizel yoqilg'isi ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
23. Kerosin ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
24. Atseton ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
25. Transformator moyini ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
26. Ligroin ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
27. Skipidar ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
28. Polietilen ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
29. Poliuretan ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.
30. Penoplast ishlab chiqarish texnologik jarayonini eksergetik tahlil qilish.

VII. GLOSSARIY

Eksergiya	Energiyaning ishga yaroqli qismi; tushuncha termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlariga asoslanadi.	Exergy is a workable part of energy; The concept is based on the first and second laws of thermodynamics.
Ish	Energiyaning bir turi bo'lib, sistema tomonidan bajariladi yoki sarflanadi.	Work is a kind of energy performed or spent by the system.
Texnik sistema	Apparat, mashina, agregat, qurilmalar va h.k. elementlari, qismlarining to'plami.	Technical system - a set of elements, parts of the apparatus, machine, unit, installation, etc.
Termodinamik tahlil	Texnik termodinamika masalalaridan biri bo'lib, energetik ta'sir bir turini ikkinchisiga o'tish shartlarini belgilaydi.	Thermodynamic analysis is one of the tasks of technical thermodynamics, which determines the conditions for the transformation of some types of energy impact into others.
Qayta ishlash sanoatining energo- texnologik asoslari	Qayta ishlash sanoatida mahsulot va energiyani birga ishlab chiqarish hamda energiya resurslarini tejab ishlatish haqidagi bilimlar to'plami.	Energotechnology basis of the processing industry - a set of knowledge about the joint production of products and energy in the processing industry, as well as the economical use of energy resources.
Azot kislotasi ishlab chiqarish	Tabiiy gazdan asosiy va ikkilamchi mahsulotlar olinadigan ko'p bosqichli ishlab chiqarish; energiya manb'ai ham tabiiy gazdir.	Nitric acid production is a multi-stage production in which the target product is produced from natural gas concomitantly; The source of energy is also natural gas.

VIII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S. G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Sharq. 2015.-848 b.
2. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advances in exergy-based methods for improving energy conversion systems. // “*Optimization using exergy-based methods and computational fluid dynamics*”, G.Tsatsaronis & A.Boyano A., eds., Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger Verlag, p.1-10. 2009.
3. Tsatsaronis, G. & Morosuk, T. Advanced exergetic analysis of a novel system for generating electricity and vaporizing liquefied natural gas. *Energy – The international Journal*, 2010. 35, p.820-829.
4. Закиров С.Г., Каримов К.Ф. Эксергетический анализ двухступенчатых, каскадных холодильных установок и их теплообменных аппаратов. Методическое пособие по практическим занятиям (для магистров специальности 5А520711 «Машины и агрегаты холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования»). Т.: ТашГТУ. 2007. – 28 с.
5. Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Дубовской С.В. и др. Эксергетические расчеты технических систем. Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук.думка, 1991. 360 с.
6. Каримов К.Ф. Критерий эффективности поверхностей теплообмена // *Химическая технология*. – Москва, 2009, №7. С. 425–429.