

---

---

## **1-MA'RUZA. KIRISH. ISSIQLIK VA MASSA ALMASHINUV JARAYONLARI VA QURILMALARINING ASOSIY TURLARI.**

### **REJA:**

**1.1.** “Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari” fani, maqsadi va mazmuni.

**1.2.** Jarayonlar va qurilmalar to‘g‘risidagi fanni yuzaga kelishi va rivojlanishi.

**1.3.** Asosiy jarayonlarning tasnifi.

**1.4.** Sanoat qurilmalarining tasnifi.

**1.5.** Issiqlik almashinuv va issiqlik-massa almashinuv qurilmalari.

### **1.1. “Issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari va qurilmalari” fani, maqsadi va mazmuni.**

«Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari» fanining maqsadi – energetika va unga tutash bo‘lgan sanoatlarda qo‘llaniladigan barcha issiqlik va massa almashinuv (IMA) qurilmalarida kechadigan issiqlik va massa almashinuv jarayonlarini chuqur o‘rganish va tejamkor bo‘lgan issiqlik va massa almashinuv qurilmalarini yaratish, loyihalash va takomillashtirishdan iborat.

Energetika va kimyo sanoati korxonalarida turli texnologik jarayonlar amalga oshiriladi. Bu jarayonlar davomida jarayonda ishtirok etuvchi moddalar va materiallarning ichki tuzilishi, tarkibi, agregat holatlari o‘zgaradi. Bundan tashqari ushbu texnologik jarayonlar turli fizik-kimyoviy jarayonlardan iborat. Bunday jarayonlarga quyidagilarni kiritish mumkin: gazsimon, suyuq va qattiq moddalar va materiallarni uzatish, qattiq moddalarni maydalash va saralash, gazlarni siqish va uzatish, moddalarni isitish va sovitish, suyuqliklarni aralashtirish, turli xil jinsli aralashmalarni ajratish, eritmalarni bug‘latish va kondensatsiyalash, ho‘l materiallarni quritish va boshqalar. Demak, bunday turli jarayonlar, material va mahsulotlarni ishlab chiqarish texnologiyasi umumiy qonuniyatlar bilan ifodalangan bir turdagi issiqlik-fizik va fizik-kimyoviy jarayonlardan iborat bo‘ladi. Bu texnologik jarayonlar turli ishlab chiqarishlarda ishlash prinsiplari bir xil bo‘lgan moslama va qurilmalarda olib boriladi.

Energetika sanoati va kimyo texnologiyasining turli tarmoqlari uchun umumiy bo‘lgan jarayonlar va qurilmalar *asosiy jarayonlar va qurilmalar* deb yuritiladi. Asosiy qurilmalar qatoriga energetika sanoatining ko‘pchilik tarmoqlarida ishlatiladigan issiqlik almashinuv qurilmalari, bug‘latgichlar va quritgichlar, nasos va kompressorlar, filtr va sentrifugalalar, siklon va skrubberlar asosiy qurilmalar jumlasiga kiradi.

«Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari» kursida asosiy jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlar amalga oshiriladigan moslama va

qurilmalarning tuzilishi, ishlash prinsiplari va ularni hisoblash uslublari o'rganiladi. Asosiy jarayonlarning qonuniyatlarini o'rganish va qurilmalarni hisoblash usullarini tuzishda fizika, matematika, kimyo, fizik-kimyo, issiqlik texnikasi asoslari, iqtisod kabi fanlarning fundamental qonunlari asos qilib olinadi.

«Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari» kursi energetika, kimyo, oziq-ovqat, neftni qayta ishlash va shu kabi bir qator sanoat tarmoqlari uchun muhandis-texnolog kadrlar tayyorlashda katta ahamiyatga ega. Bu fan asosida tegishli jarayonlarni hisoblash, tahlil qilish, ularning eng maqbul kattaliklarini aniqlash va ularni hisoblash mumkin. Ushbu kurs moslama va qurilmalarni samarali ishlatish, tejamkorlik muammolarini hal etish borasida ma'lumot beradi, hamda ulardagi jarayonlarni jadallashtirish va ish samaradorligini oshirish usullarini o'rgatadi.

## **1.2. Jarayonlar va qurilmalar to'g'risidagi fanni yuzaga kelishi va rivojlanishi.**

«Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari» fanining kelib chiqish tarixi kimyo sanoatining rivojlanish bilan bog'liq. Kimyo sanoati XVIII asrning oxiri va XIX asrning boshlarida paydo bo'la boshladi va qisqa davr ichida rivojlangan mamlakatlarda xalq ho'jaligining eng muhim tarmoqlaridan biriga aylandi. Kimyo sanoatining rivojlanishi bilan ishlab chiqarish jarayonlarini umumlashtiruvchi va qurilmalar hisobini samarali hal etuvchi fanga ehtiyoj kuchaydi.

Rossiyada "Asosiy jarayonlar va qurilmalar" fani haqidagi fikrni birinchi bo'lib prof. V.A. Denisov 1828 yilda ilgari surdi. Keyinchalik D.I. Mendeleev kimyo texnologiyasi asosiy jarayonlarining sinflarini tuzib chiqdi. XIX asrning 90-yillari oxirida prof. A.K. Krupskiy Peterburg texnologiya institutida yangi o'quv fani - "Asosiy jarayonlar va qurilmalarni hisoblash va loyihalash" bo'yicha ma'ruza o'qiy boshladi. Biroz keyinroq Moskva oliy texnika o'quv yurtlarida prof. I.A. Tishchenko shu yangi fan bo'yicha ma'ruzalar o'qiy boshladi. Shu sababli A.K. Krupskiy va I.A. Tishchenko "Asosiy jarayonlar va qurilmalar" fanining asoschilaridan hisoblanadi. 1935 yilda A.G. Kasatkin tomonidan "Kimyo texnologiyasining asosiy jarayon va qurilmalari" darsligi chop etildi. Bu kitob ushbu fanning rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi.

So'nggi yillarda «Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari» fani uzluksiz rivojlanib kelmoqda. Ilmiy-texnikaviy taraqqiyot issiqlik va massa almashinuv qurilmalarini mukammallashtirishni talab qildi. Bu borada I.A. Tishchenko, A.G. Kasatkin, M.A. Kichigin, A.V. Lkov, N.I. Gelperin, A.N. Planovskiy, G.K. Filonenko, P.G. Romankov, V.V. Kafarov, I.I. Chernobilskiy, G.N. Kostenko, P.D. Lebedev va A.M. Baklastovlarning ilmiy ishlari hamda ilmiy xodim va muhandis-texniklarning ko'p ilmiy ta'xislarida o'zlarining ko'rsatkichlari bilan chet el qurilmalaridan afzal bo'lgan ko'p miqdordagi

unumdorli va iqtisodiyligi yuqori bo'lgan quritgichlar, rektifikatsiya, bug'latgich qurilmalari va issiqlik transformatorlari yaratildi.

O'zbekistonda ushbu fanning tarixi hozirgi Toshkent Davlat texnika universiteti qoshidagi "Issiqlik texnikasining nazariy asoslari" kafedrasini negizida professor D.N. Muhiddinov tashabbusi bilan 1986 yilda "Sanoat issiqlik energetikasi" kafedrasini ochilishi bilan bog'liq. Ushbu kafedraga prof. D.N. Muhiddinov rahbarlik qildi va "Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari" fani ikki qismga "Issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalari" va "Issiqlik va massa almashinuv qurilmalarini loyihalash, montaj va ekspluatatsiya qilish" qismlariga bo'lingan holda prof. D.N. Muhiddinov tomonidan ma'ruzalar o'qildi. Keyinchalik ushbu fanni rivojlanishiga dosentlar A.U. Alimbaev, B.V. Yusupov, R.P. Boboxodjaev, A.Sh. Shoislomov, A.A. Badalovlar, xususan Qarshi muhandislik iqtisodiyoti institutida professor G'.N. Uzoqov va dosent U.X. Ibragimovlarning hissalarini beqiyosdir.

Hozirgi kunda yuqorida nomlari keltirilgan o'zbek olimlarining rahbarligi ostida issiqlik va massa almashinuv jarayonlari va qurilmalarida issiqlik va massa almashinuv jarayonini jadallashtirish, energetik tejamkor quritish qurilmalarini yaratish, mahsulotlarni saqlash va ishlov berishda issiqlik va massa almashinuv jarayonlarining nazariy asoslari, gradirnyalarda issiqlik va massa almashinuv jarayonini tadqiqot qilish, bug'latish va rektifikatsiya qurilmalarida energetik samaradorlikni oshirish va iqtisodiy samarador bo'lgan moslama va qurilmalarni yaratish va ishlab chiqish bo'yicha chuqur ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

### **1.3. Asosiy jarayonlarning tasnifi.**

Jarayon va qurilmalar fanining rivojlanishi texnologik jarayonlarning ilmiy asoslangan klassifikatsiyasi va tushunchalar tizimini yaratish imkonini berdi.

*Sanoat jarayoni* – ma'lum natijaga erishish uchun amalga oshiriladigan ketma-ket harakatlarning majmuasi va yig'indisi.

*Texnologiya* – bu xom-ashyodan avvaldan belgilangan xossalarga ega mahsulot olish maqsadida o'tkaziladigan bir qator usullardir. Texnologiyaning fan sifatidagi maqsadi eng samarador va tejamkor texnologik jarayonlarni aniqlash va amaliyotda qo'llash uchun fizik, kimyoviy, issiqlik, mexanik va boshqa qonuniyatlarni o'rganishdir.

*Texnologik qurilma* – texnologik jarayonlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan qurilma, uskuna, moslama yoki jihoz.

*Mashina* – energiya yoki materialni o'zgartirish uchun mexanik harakat qiladigan uskuna yoki moslama.

Energetika, kimyo, oziq-ovqat, neftni qayta ishlash va boshqa sanoatlarda turli-tuman texnologiya jarayonlari ishlatiladi. Bunday jarayonlar ayrim belgilariga asosan bir necha sinflarga bo'linadi. Texnologiya jarayonlarini

ularning harakatlantiruvchi kuchiga ko‘ra turlarga bo‘lish maqsadga muvofiq. Shunga ko‘ra asosiy jarayonlar 5 guruhga bo‘linadi:

1. Mexanik jarayonlar.
2. Hidromexanik jarayonlar.
3. Issiqlik almashinuv jarayonlari.
4. Massa almashinuv jarayonlari.
5. Kimyoviy jarayonlar.

*Mexanik jarayonlar* qattiq materiallarni mexanik kuch ta’sirida qayta ishlash bilan bog‘liq. Bunday jarayonlar qatoriga maydalash, saralash, uzatish, aralashtirish va shu kabilar kiradi. Bu jarayonlarning tezligi qattiq jismlarning mexanik qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Bunda harakatlantiruvchi kuch vazifasini mexanik bosim kuchi yoki markazdan qochma kuch bajaradi.

Suyuq va gazsimon tizimlardagi harakat (aralashtirish, filtrlar, cho‘ktirish) bilan bog‘liq jarayonlar *gidromexanik jarayonlarni* tashkil etadi. Bunday jarayonlarning tezligi gidromexanika qonunlari bilan aniqlanadi. Hidromexanik jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi – gidrostatik va gidrodinamik bosimdir.

*Issiqlik almashinuv jarayoni* – haroratlar farqi mavjud bo‘lganda bir (harorati yuqori) jismdan ikkinchi (harorati past) jismga issiqlikning uzatilishidir. Bu guruhga isitish, sovitish, bug‘latish, kondensatsiyalash va sun’iy sovuqlik hosil qilish jarayonlari kiradi. Jarayonning tezligi gidrodinamik rejimga bog‘liq holda issiqlik uzatish qonunlari bilan ifodalanadi. Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi – issiqlik va sovuq issiqlik tashuvchilar o‘rtasidagi haroratlar farqidir.

*Massa almashinuv jarayonlari* – bir yoki bir nechta komponentlarning bir fazadan fazalarni ajratuvchi yuza orqali ikkinchi fazaga o‘tishidir. Komponentlar bir fazadan ikkinchi fazaga molekulyar va turbulent diffuziyalar yordamida o‘tadi. Shu sababli bu jarayonlar *diffuzion jarayonlar* ham deyiladi. Bu guruhga absorbsiya, adsorbsiya, suyuqliklarni haydash va quritish jarayonlari kiradi. Jarayonlarning tezligi fazalarning gidrodinamik harakatiga bog‘liq bo‘lib, massa uzatish qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Masa almashinuv jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi – fazalardagi konsentratsiyalarning farqidir.

*Kimyoviy jarayonlar* moddalarning o‘zaro ta’siri natijasida yangi birikmalarning hosil bo‘lishidir. Kimyoviy reaksiyalarda issiqlik va massa almashinuv jarayonlari ham sodir bo‘ladi. Bu guruhdagi jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetika qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Kimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi - reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasidir.

Energetika sanoatidagi texnologiya jarayonlari *davriy* va *uzluksiz* ishlaydi. Jarayonlar vaqt davomida parametrlarning o‘zgarishiga qarab *barqaror* va *nobarqaror* bo‘ladi. Tezlik, konsentratsiya, harorat kabi

parametrlar vaqt davomida o'zgarsa, jarayon nobarqaror, aksincha, agar bu parametrlar o'zgarmasa jarayon barqaror deyiladi. Energetika, kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida asosan uzluksiz texnologiya jaayonlaridan foydalaniladi.

#### **1.4. Sanoat qurilmalarining tasnifi.**

Zamonaviy sanoat korxonasiining energetik va energotexnologik ho'jaligi murakkab bo'lgan majmuani tashkil etadi va quyidagi qurilmalarni o'z ichiga oladi.

Turli ko'rinishdagi energiya ishlab chiqarish va o'zgartirish qurilmalari, yoqilg'i, energiya, hom-ashyo mahsulotlarini tashish uchun quvurlar va kommunikasiyalar (elektr uzatish simlari, siqilgan havo, gidravlik va pnevmatik tashish yo'llari quvurlari va hokazo); isitish, shamollatish va havoni maromlash qurilmalari va tizimlari, texnologik mahsulot ishlab chiqarish uchun energiyadan foydalanuvchi qurilmalar; chiqindilarni zararsizlantirish uchun qayta ishlovchi qurilmalar; korxonaning ikkilamchi va yo'ldosh energiya manbalari (chiqindilarning fizik va kimyoviy issiqligi, chiqib ketuvchi gazlar issiqligi, kondensat va qayta ishlangan bug'ning issiqligi, siqilgan havo va boshqa gazlarning mexanik energiyasi va hok.) dan foydalanuvchi qurilmalar va hokazo. Eng murakkab va turli-tuman energotexnologik qurilmalarni qo'llaydigan bo'lib energetika, kimyo, neft kimyosi, metallurgiya, oziq-ovqat, qog'oz ishlab chiqarish va qurilish materiallari sanoati korxonalari xisoblanadi.

Hozirgi sharoitda ishlab turgan va qurilayotgan sanoat korxonalarida yoqilg'i-energetik va xom-ashyo mahsulotlaridan oqilona foydalanib energiya tejash, kam chiqitli va chiqindisiz texnologiyalar va energotexnologiyalarning qurama usuli tamoyillari asosida amalga oshiriladi.

Barcha issiqlik-massa almashinuvi qurilmalari yuqori haroratli, *o'rta haroratli, past haroratli va kriogen haroratli* jarayonlarda ishlaydi. Yuqori haroratli jarayonlarga olovli texnika jarayonlari va qurilmalari, xususan sanoat pechlari kiritiladi. Ularga 700-2000°C oraliqdagi ishchi haroratlar mos keladi. O'rta haroratli jarayonlar va qurilmalarga bug'latish, rektifikatsiya (ajratish) va quritishlar kiritiladi, ularning ishlash ko'lami 150-700°C oraliqda joylashgan. Past haroratli tizimlarga isitish, shamollatish, maromlagichlar, issiqlik nasoslari va sovitish qurilmalari kiradi, ularning ishlash ko'lami -150 dan +150°C gacha. Yanada pastroq haroratli jarayonlar kriogen (masalan havoni ajratish) haroratli jarayon deb ataladi.

Eng ko'p tarqalgan jarayonlarga quyidagilarni kiritish mumkin: qizdirish, sovitish, kondensatsiyalash, bug'latish, quritish, distillyatsiya, rektifikatsiya, eritish, kristallash, qotirish. Bularning ayrimlari ko'pincha nafaqat issiqlik, balki massa almashinuv (yutilish, diffuziya va boshqalar) bilan birga kechadi.

Issiqlik va massa almashinuv qurilmalarining asosiy elementlari bo'lib, issiqlik almashinuv va issiqlik-massa almashinuv qurilmalari, kameralar va boshqa qurilmalar hisoblanadi.

Bir issiqlik tashuvchidan ikkinchi issiqlik tashuvchiga issiqlikni uzatib berish uchun mo'ljallangan qurilma *issiqlik almashinuv qurilmasi* deb ataladi. Demak, issiqlik almashinuv qurilmasi (issiqlik almashirgich) ikki yoki bir nechta issiqlik tashuvchilar (moddalar) orasida issiqlik almashinuv olib boriladigan qurilmadir.

Ikki yoki bir nechta moddalar o'rtasida massa almashinuv olib boriladigan qurilmalarga *massa almashinuv qurilmalari* deyiladi. Qurilmalarda bir vaqtning o'zida issiqlik va massa almashinuv sodir bo'lsa, bunday qurilmalar *issiqlik va massa almashinuv qurilmalari* deyiladi. Ularda issiqlik uzatilishi gazzimon, suyuq va qattiq moddalarning fazaviy va kimyoviy o'zgarishlari hisobiga konvektiv, konduktiv va nurlanish orqali amalga oshirilishi mumkin. Issiqlik almashinuvida yoki ko'proq qizdirilgan jism va moddalardan kamroq qizdirilganlariga issiqlikni uzatish uchun qo'llaniladigan harakatlanuvchi moddalar *issiqlik tashuvchilar* deb ataladi.

Qurilmalar issiqlik tashuvchi muhitlarning harakat yo'nalishiga ko'ra-to'g'ri, qarama-qarshi, kesishgan va murakkab oqimli turlarga bo'linadi. Issiqlik va massa almashinuv jarayonida ishtirok etayotgan issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar qizdirish yuzasi bo'yicha bir tomonga harakatlansa to'g'ri oqimli, qarama-qarshi tomonga harakatlansa qarama-qarshi oqimli, o'zaro kesishuvchi bo'lsa kesishgan oqimli, agar biror oqim o'z harakatini o'zgartirsa bunday oqimga murakkab oqimli deb yuritiladi.

Issiqlik va massa almashinuv qurilmasida issiqlik tashuvchi o'z harakat yo'nalishini o'zgartirmasdan o'tgan masofasi *yo'l* deb ataladi. Issiqlik va massa almashinuv qurilmalarida oqimlardan birortasi yo'nalishini 1, 2, 3 ...  $n$  marta o'zgartirsa, u holda 2, 3, 4 va  $(n+1)$  yo'lli qurilma deyiladi. Agar qurilmada ikkita oqim o'rtasida issiqlik va massa almashinuvi sodir bo'lsa, u ikki oqimli, agar uchta oqim bo'lsa uch oqimli deb yuritiladi.

*Issiqlik tashuvchilarning turi bo'yicha* issiqlik almashinuv qurilmalari quyidagilarga ajratiladi: suyuqlik-suyuqlik; bug'-suyuqlik; bug'-bug'; bug'-gaz; gaz-gaz.

*Issiqlik tashuvchilarning agregat holatini o'zgarishiga bog'liq* holda issiqlik almashinuv qurilmalari quyidagicha: agregat holati o'zgarmaydigan; bir issiqlik tashuvchining agregat holati o'zgaruvchan; ikkala issiqlik tashuvchining ham agregat holati o'zgaruvchan.

Issiqlik tashuvchilarning harakat tavsifiga ko'ra issiqlik almashinuv qurilmasining issiqlik uzatish yuzasi uchta turga bo'linadi: tabiiy sirkulyatsiyali; majburiy sirkulyatsiyali; suyuqlikni gravitasiya kuchi ta'siri ostidagi harakati.

*Issiqlik rejimining turiga bog'liq* holda issiqlik almashinuv qurilmalaridagi issiqlik almashinuv jarayoni *barqaror* va *nobarqaror* bo'lishi mumkin. Rekuperativ issiqlik almashinuv qurilmalari asosan o'rnatilgan barqaror rejimda ishlaydi, regenerativ qurilmalar esa nobarqaror rejimda.

### **1.5. Issiqlik almashinuv va issiqlik-massa almashinuv qurilmalari.**

Issiqlik almashinuv qurilmalari maqsadi, ishlash prinsipi, issiqlik tashuvchilarni fazaviy holati, konstruktiv va boshqa belgilariga ko'ra farqlanadi.

Issiqlik almashinuv qurilmalari ishlatilish maqsadiga ko'ra qizdirgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar, sovitgichlar, radiatorlar deb yuritiladi. Issiqlik va massa almashinuv qurilmalariga quyidagilarni kiritish mumkin: havoni quritish, namlantirish va uni zaharli chang va gazlardan tozalash uchun qo'llaniladigan skrubberlar, rektifikatsiya (ajratish) kolonnalari, absorpsion sovitish qurilmalarining absorberlari, quritish kameralari, suvni sovituvchi gradirniyalar va hok. Alohida guruhga kimyoviy reaktorlarni kiritish mumkin. Ularda kimyoviy reaksiya issiqlik va massa almashinuv bilan kechadi.

Ishlash prinsipiga ko'ra *yuzali* va *kontaktli* qurilmalarga bo'linadi. Yuzaviy issiqlik almashinuv qurilmalarida issiqlik yuqori haroratli muhitdan qattiq devorga (nasadka), undan esa-sovuq muhitga uzatiladi. Kontaktli qurilmalarda (1.1, d-rasm) issiqlik almashinuvi issiqlik tashuvchilarning o'zaro to'qnashuvida amalga oshadi, bunda massa uzatilishi ham kuzatiladi. Boshqa turdagi kontaktli qurilmalarda, masalan aralashirgichlarda, issiqlik tashuvchilarning oqimini qisman yoki to'liq aralashishi sodir bo'ladi.

Issiqlik almashinuvi amalga oshirilayotgan qattiq devorning yuzasi va to'qnashayotgan (kontaktlashayotgan) muhitlarning o'zaro ajralish chegaralari *issiqlik almashinuv yuzasi* yoki *qizdirish yuzasi* deyiladi, agarda issiqlik almashinuvi massa uzatish bilan kechsa, unda *issiqlik va massa almashinuv yuzasi* deyiladi.

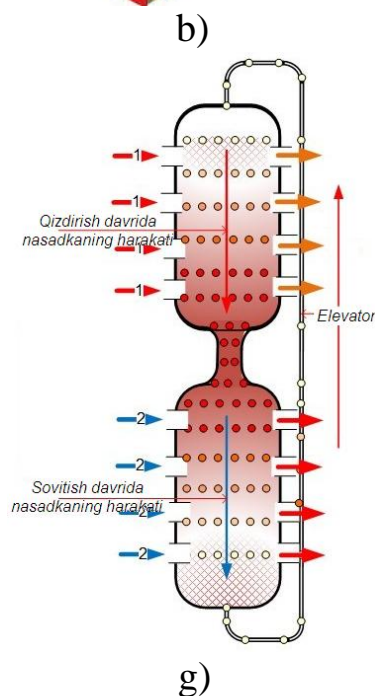
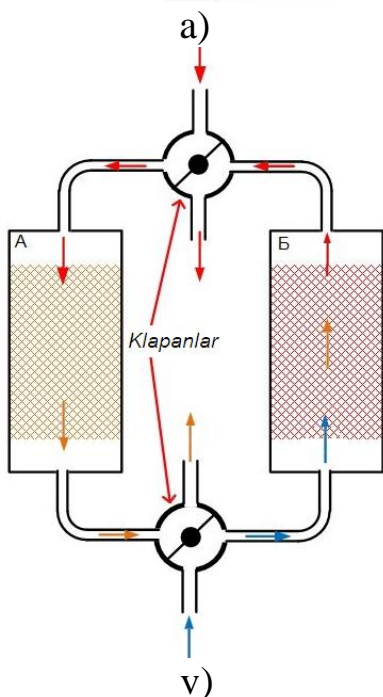
Yuzaviy issiqlik almashinuv qurilmalari *rekuperativ* va *regenerativ* qurilmalarga bo'linadi. Rekuperativ issiqlik almashinuv qurilmalarida bir issiqlik tashuvchidan boshqasiga issiqlikni uzatish ularni ajratib turuvchi devor orqali amalga oshiriladi. Regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalarida qizdiruvchi va qiziyotgan issiqlik tashuvchilar navbati bilan qizdiruvchi yuzani (nasadka) yuvib turadi. Devor qizdiruvchi issiqlik tashuvchi bilan to'qnashganda qiziydi, ya'ni issiqlikni o'zida jamlaydi (akkumulyatsiya), so'ngra devor qiziyotgan issiqlik tashuvchilar bilan to'qnashganda devor o'zining issiqligini issiqlik tashuvchilarga beradi va soviydi.

Rekuperativ issiqlik almashinuv qurilmalari *davriy* (1.1, a-rasm) yoki *uzluksiz* (1.1, b-rasm) issiqlik rejimlarida ishlaydi. Davriy ravishda ishlovchi issiqlik almashinuv qurilmalari odatda katta hajmga ega bo'lgan idishlardan iborat bo'lib, ma'lum bir vaqt oralig'ida ishlov berilayotgan modda yoki issiqlik tashuvchilardan biri bilan to'ldiriladi va qizdiriladi yoki sovitiladi, so'ng esa bo'shatib olinadi. Uzluksiz rejimda qoidaga binoan uzluksiz ishlaydigan qurilmalar ishlaydi. Bunda ular vaqt davomida sarflar, konsentratsiyalar, muhitlarning qurilmaga kirish va undan chiqishdagi haroratlari doimiy ushlab turiladi. Uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda issiqlik tashuvchilarning sarfi va

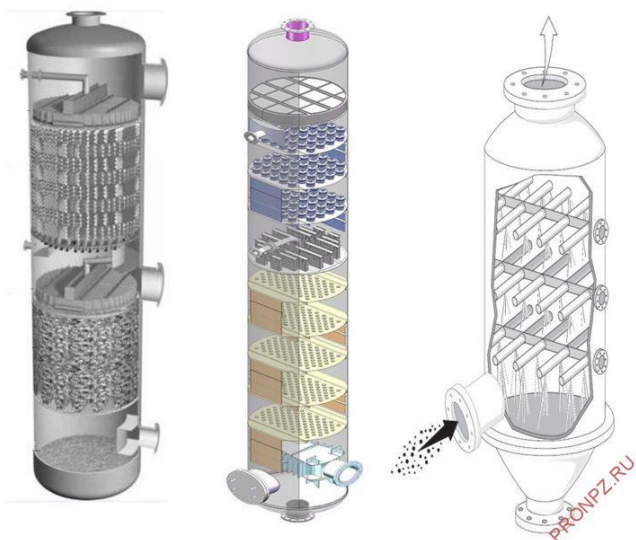
parametrlari ularning ishga tushish va to'xtashida hamda bir uzluksiz rejimdan boshqasiga o'tganda o'zgaradi.

Regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalarida bir issiqlik almashinuv yuzasi navbatma-navbat issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar bilan yuvilib turadi. Agar issiqlik almashinuv yuzasi issiq issiqlik tashuvchi bilan yuvilib tursa, muhitning issiqligi hisobiga qiziydi, sovuq issiqlik tashuvchi bilan yuvilganda esa o'z issiqligini beradi. Shunday qilib, issiqlik almashinuv yuzasi issiqlik tashuvchining issiqligini yig'ib oladi, so'ng esa issiqlik tashuvchiga beradi.

Regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalari ham *davriy* (1.1, v-rasm) va *uzluksiz* (1.1, g-rasm) rejimlarda ishlashi mumkin. Davriy ravishda ishlovchi regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalarida issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar navbatma-navbat qo'zg'almas nasadkani yuvib o'tadi. Uzluksiz ishlaydigan regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalarida qo'zg'aluvchan issiqlik almashinuv yuzasi bilan ajratilgan issiqlik tashuvchilar navbati bilan goh qizdiruvchi, goh qizdirayotgan issiqlik tashuvchilar bilan to'qnashadi. Regenerativ issiqlik almashinuv qurilmalariga marten va domna pechlarining havo qizdirgichlarini, havo ajratish va sovuq-gazli qurilmalarni kiritish mumkin.







d)

**1.1-rasm. Rekuperativ, regenerativ va kontaktli issiqlik almashinuv qurilmalari:**  
*a*-rekuperativ uzluksiz ishlaydigan;  
*b*-rekuperativ davriy ravishda ishlaydigan; *v*-regenerativ davriy ravishda ishlaydigan; *g*-regenerativ uzluksiz ishlaydigan; *d*-kontaktli qurilma.