

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА УРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ КИМЕ ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

"ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЕН ВА КУРИЛМАЛАРИ" кафедраси

"Т А С Д И К Л А Й М А Н"
Укув ишлар буйича проректор
Доц.Исмоилова Л.А.

" _____ " _____ 2005 й.

"И С С И ³ Л И К Т Е Х Н И К А С И"
фанидан маъруза матнлари

Кафедра мудири
т.ф.д., проф.НУРМУХАМЕДОВ Х.С.

Тошкент - 2005

А Н Н О Т А Ц И Я

"Исиклик техникаси" фани буйича намунавий дастур куйидаги йуналишлар буйича бакалаврларни тайерлаш учун мулжалланган:

- B522700 - Кимевий технология ва биотехнология
- B522900 - Силикат ва зурга суюлувчан материаллар технологияси
- B523000 - Нефт ва нефтни кайта ишлаш технологияси
- B523100 - Синтетик ва табиий юкоримолекуляр бирикмаларнинг кимевий технологияси
- B523200 - Камеб, нодар ва таркок металллар технологияси
- B620900 - Еглар ва мойлар технологияси
- B621000 - Шакар ва ачитки ишлаб чиқариш технологияси
- B621100 - Гушт, сут, балик махсулотларини ишлаб чиқариш ва консервация технологияси
- B621200 - Дон ва дон махсулотлари технологияси
- B850100 - Атроф-мухит муҳофазаси (сохалар буйича)

Укув режасига асосан фан буйича 127 соат ажратилган, шулардан маъруза 36 соат, амалий 18 ва лаборатория машгулот дarsi 18 соат булиб, 38 соат талаба узи урганиши учун, мустикил урганиш учун 52 соат ажратилган.

Курсни чукур узлаштириш учун талабанинг узи урганишига маълум мавзулар тавсия этилиб, уларга асосий ва қушимча адабиетлар берилган.

Курснинг дастури юкорида кайд этилган йуналишлар буйича техника фанлари бакалаврлар учун мулжалланган булиб, уларни техника фанлари бакалаврлари булиб шакллантириб тайерланишида, турли хил саноатларнинг технологияларини урганишда мухим рол уйнайди.

"Исиклик техникаси" фани урганишига талаб килинган саволга тулик жавоб беради. Баъзи мутахассисликлар учун ихтисосликни хисоб олган холда курснинг айрим қисмларига узгартиришлар киритилиши мумкин.

Маъруза матнлари "Кимевий технология жараенлари ва қурилмалари" кафедрасининг услубий семинарида муҳокама килинган, 1 - сон мажлис баени, 30 август 2005 й, ва институт услубий кенгашида тасдиқланган, _____ сон баеннома, сентябр 2005 й.

Тузувчилар: проф.НУРМУХАМЕДОВ Х.С.
доц.НИГМАДЖОНОВ С.К.

Такризчи: проф.ОТАКУЗИЕВ Т.А.
доц. РИЗАЕВ Т.Р.

1. К И Р И Ш

ФАННИНГ АСОСИЙ МАКСАДИ, ВАЗИФАСИ ВА УРНИ

Ушбу курс умуммутахассислик фанлар блокига карашли фанлардан биридир. Бу фанда иссиқлик машиналари, қурилмалари ва агрегатлари ердамида иссиқлик ҳосил қилиш, уни бошқа турдаги энергияга айлантириб бериш, тақсимлаш, узатиш усулларини назарий ва амалий жиҳатдан қамраб олган ва урганадиган умумтехника фанидир. Ундан ташқари, техник термодинамика, иссиқлик ва модда алмашилиш жараёнларининг асослари ва еқилгиларнинг ениш назарияси урганилади. Ушбу дастур қиме ва озик-овқат саноатларининг ривожланиш ва таракқиет йуналишларини уз ичига қамраб олган.

ТАЛАВАНИНГ БИЛИМИ, БИЛИШИ ВА МАҲОРАТИГА БУЛГАН ТАЛАВАЛАР

Қиме, озик-овқат маҳсулотларни ишлаб чиқариш технологияси умумий қонунлар билан ифодаланган бир типдаги иссиқлик жараёнларидан иборатдир. Бу технологик жараёнлар турли ишлаб чиқаришларда ишлаш принципи бир хил машина ва қурилмаларда олиб борилади.

Бу фан иссиқлик техникаси соҳаси бўйича билим базасини яратиди, ҳамда теплотехник қурилмаларни самарадор ишлатиш ва иққиламчи энергия манбаларни аниқлаш ва қуллаш бўйича билим беради. Ундан ташқари, ушбу курс қурилмаларнинг қувватини ошириш ва интенсивлаш маҳоратини ургатади.

УШБУ ФАНИНИ УРГАНИШ УЧУН ҚЕРАҚЛИ ФАНЛАР ВА БУЛИМЛАР РЎЙҲАТИ.

Асосий жараёнларнинг қонуниятларини урганиш ва қурилмаларни ҳисоблаш усулларини тузишда физика, математика, органик, физика ва қоллоид қимелар, амалий механика, электротехника ва қимевий технологиянинг назарий асослари қабӣ фанлар асос қилиб олинади.

УҚУВ ЖАРАЕНИДА ҚОМПЬЮТЕР, ИНФОРМАЦИОН ВА БОШҚА ҚАМОНАВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ҚУЛЛАШ.

Ушбу фанни урганиш жараенида қом্পьютер ва лаборатория ишларини, жараёнларни ҳисоблаш учун тузилган қограммалар қулланилади.

МАЪРУЗА МАТНЛАРИНИНГ МАВЗУСИ

Мавзу: Мавзу номи ва уларнинг бў- :Муқтақил урганиш :Уз устида ишлаш
рақам: лимлар бўйича матни :учун берилган мавз учун мавзу

- | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Иссиқлик техникаси фани, унинг мақсади ва вазиқалари. Ишчи жисм ва уларнинг асосий параметрлари. | Энергосбережение. Экология масалалари | Энергетика ва унинг ривожи |
| 2. Термодинамик системанинг ҳолат тенгламаси. Модданинг бақарган иши. Иссиқлик сиқими. | | |

3.	Термодинамиканинг 1-конуни. Газларнинг энтальпияси	Очик системалар ва 1-конун тенглама тадбири.	Энтальпия ва иш
4.	Карно цикли ва теоремаси. Термодинамиканинг 2-конуни Термодинамиканинг 3-конуни		
5.	Термодинамик мувозанатнинг умумий шarti. Ички энергия Энтропия.	Фазадан-фазага утишнинг 1 ва 2- турлари	Идеал газ аралашмалари
6.	Адиабат, изохор, изотермик ва политроп жараёнлар. Реал газлар ва уларнинг сифат хусусиятлари.	Ван-дер-Ваальс тенгламаси.	P-pv диаграмма нам хаво учун
7.	Компрессорлар ва уларнинг турлари. Компрессор иш жараёни, унинг ф.и.к., кувват сарфи. Ротацион, марказдан кочма укли турбокомпрессорлар. Компрессорларни бошқариш.	Махсус тузилишга эга компрессорлар	
8.	Реал газлар ва бугларда руй берадиган жараёнлар. Нам хавонинг асосий параметрлари	Тормозланиш параметрлари. Эжекторлардаги жараёнлар	Ишқаланиш ва иссиқлик алмашилишида газлар
9.	Оқувчи системалар учун термодинамиканинг 1-конуни. Чекланган хажмли идишдан оқиб чиқиш.		
10.	Буг қурилма цикллари. Карно ва Ренкин цикллари. Иссиқлик ташувчилар. Иссиқлик машиналари солиштирма анализи. Энергия сарфи тикланиши.	Бугтурбина цикли ва ядро қурилмаси Екилги элементлари	Иссиқлик насослари
11.	Энергияни қайта ҳосил бўлиш самарадорлиги. Эксергия. Ф.и.к. ва энергияни йўқотилиши. Ла-Шателье принципи	Газ совутиш машиналари.	
12.	Иссиқлик ва модда алмашилиш асослари. Иссиқлик ўтказувчанликнинг асосий қонуни. Чегаравий шартлар. Бир қатламли текис девор орқали иссиқлик ўтказиш. Конвекция Умумий тушунчалар. Суюқликни мажбурий ҳаракатидаги иссиқлик бериши	Қўп қатламли текис девор орқали иссиқлик ўтқиши.	Ностационар режимда иссиқлик ўтказувчанлик Ухшашлик назарияси асослари
13.	Суюқлик қайнашида иссиқлик алмашилиш. Пуфакчали, ўтиш ва юпка қатламли қайнаш. Бугларни конденсацияланишида	Буг аралашмаларининг конденсацияланиши	Қайнашда иссиқлик алмашилиши ни интенсивлаштириш усуллари

	иссиклик алмашиниш.		
14.	Нурланиш пайтида иссиклик алмашиниш ва асосий конуни	Газларнинг нурланиши.	
15.	Мураккаб иссиклик алмашиниш Текис девор оркали иссиклик утиши. Иссиклик алмашиниш аппаратларини хисоблаш ва изоляция килиш.	Цилиндрик девор оркали иссикликни утиши.	Самарадор ис- сиклик утказиш юзаси оркали иссиклик утиши
16.	Екилги ва екилги ениш асосла ри.Екилгилар классификацияси ва таркиби. Екилгининг тех- ник характеристикаси ва ениш жараенининг физик куриниши. Енишдаги хавонинг назарий ва хакикий сарфи.	Екилги характе ристикаси.	Енишдаги ис- сиклик.
17.	Екилги екиш усули ва учок- ли курилмалар. Катлам каме- рали учоклар. Алангада екиш газ, мазутларни екиш. Козон курилмаси, иссиклик баланси.	Газ ва екилгилар ни учокдан чикиш даги ениш харо рати.	Учоклар тури ва элемент- лари
18.	Ички енув двигателлари. Ички енув двигателларида ке- чадиган термодинамик цикллар.		
19.	Козон курилмалари тузилиши ва характеристикаси. Буг ко зонлар. Буг козонининг асо- сий элементлари. Козон курил- маси ердамчи ускуналари. Ку- ритиш курилмалари. Куритиш ва намлаш жараенлари.	Буг козонларида сувнинг айланиши	Буг сифати ва сув режими
20.	Буг ва газ турбиналари. Тур- бина ишлаш принципи унинг тузилиши. Турбина кураклари параметрлари ва геометрик характеристикаси Газ турбиналари. Бир ва куп валли турбиналар. ГТК ениш камералари.	Турбина боскичи ф.и.к.	Куп боскичли турбиналар.
21.	Иссиклик электр станция- лари. Конденсацияли электр станция. Иссиклик электр марказлари. Саноат корхона- ларини иссиклик билан таъминлаш.	Газ турбина ва ички енув двига телини кушилиши ИЭС технологик схемалари.	Компрессор курилмалари
22.	Атом электростанциялари. Ядро екилгиси. ВВЭР-1000 реактори. АЭС нинг саноат схемаси. Электр станциялар ишининг самарадорлиги.	Станцияларнинг техник иктисодий самарадорлиги	Реактор БН- 600

АМАЛИЙ МАШГУЛОТ ИШЛАРИНИНГ МАВЗУЛАРИ

: Мавзу номи булимлар буйича машгулот
: ишларининг матни

1. Жисмларнинг (газларнинг) иссиклик сигимини аниклаш

- буйича масалалар ечиш.
2. Жисмларнинг иссиқлик утказувчанлик коэффициентини аниқлаш буйича масалалар ечиш.
 3. Чекланмаган хажмдаги идишлардан суюқликларининг оқиб чиқиши буйича масалалар ечиш.
 4. Конвектив иссиқлик алмашилиш доир масалаларни ечиш
 5. Политропик жараёнларга оид (унинг хусусий ҳоллари булмиш изохор, изотермик, изобар ва адиабатик) жараёнларга оид мисол ва масалалар ечиш.
 6. Идеал газ ҳолатига доир масалалар ечиш.
 7. Нам ҳаво ҳолатига доир масалалар ечиш
 8. Газларни компрессорларда сиқишга оид мисоллар ечиш
 9. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблаш.

ЛАБОРАТОРИЯ МАШГУЛОТ ИШЛАРИНИНГ МАВЗУЛАРИ

- : Мавзу номи булимлар буйича машгулот
: ишларининг матни

1. Донадор, каттик материалларни иссиқлик ситимларини аниқлаш
2. Жисмнинг иссиқлик утказувчанлик коэффициентларини аниқлаш
3. Иссиқлик ташувчи агентларнинг каналларда оқиши пайтида иссиқлик утқизишни аниқлаш
4. Қуритгичнинг назарий ва ҳақиқий қуриш жараёнларини аниқлаш ва I-х диграммада тасвирлаш
5. Текис ва самарадор юзали труба­лардан тайерланган иссиқлик алмашилиш қурилмаларини так­кослаш

УКУВ РЕЖА ХАЖМИ

Бакалавр мутахас- сислиги шифри	Машгулотларнинг турига қараб уқув юқламасининг таксимланиши (соат)						
	Жами	Маъ- руза	Амалий машгу- лотлар	Лабора тория ишлари	Мустақил иш	Самооб- разова ние	Курс лойихаси (проект)
B522700	252	73	22	35	82	40	--
B522900							
B523000							
B523100							
B523200							
B620900							
B621000							
B621100							
B621200							
B850100							

ИССИКЛИК ТЕХНИКАСИ ФАНИ, УНИНГ МАКСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

Термодинамика (грекча *therme* - иссиқлик, куч) иссиқлик эффектлари ҳисобига содир буладиган турли жараёнлардаги энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланишини, моддаларнинг ички тузилишини эътиборга олмаган ҳолда, нисбатлар орасидаги муносабатларни урганадиган фандир. Термодинамика табиатнинг универсал қонунидан (энергия айла-ниши ва сақланиши) фойдаланиб, иссиқликнинг техникада қулланишда содир буладиган термодинамик жараёнлар ечимни ҳал этади. Термодинамика фанининг мақсади бир неча содда қоидалар - термодинамика қонунлари ердамида очиқ берилади.

Дастлаб термодинамика иссиқлик двигатели энергияси асосларини урганиш жараёнида таълимот сифатида пайдо бўлди. Кейинчалик иссиқлик жараёнларида руй берадиган ҳодисаларни ҳам амалӣ, ҳам назарӣ жихатдан урганиш натижасида жадал ривожланади.

Хозир термодинамика қонунлари асосида қурилган мураккаб ва мукамал асбоб-ускуналар инсон фаолият қурсатадиган турли ҳил соҳаларда ишлатилмоқда. Бунга иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантирувчи буг машиналари, ички енув двигателлари ва ҳоказолар мисол бўла олади.

Фан ва техника таракқиетининг маҳсули - техникавий термодинамика XIX асрнинг охирида фан сифатида майдонга келди. Техникавий термодинамика иссиқлик энергиясми ердамида ишлайдиган машиналар назариясини урганади. Бундай машиналарга буг турбинаси, буг машинаси мисол бўла олади. 1597 йилда Галилей биринчи термометрни ясаган, шу вақтни техникавий термодинамиканинг пайдо бўлган ва ривожлана бошлаган вақти деб ҳисобласа бўлади.

Термодинамиканинг фан бўлиб майдонга келишида Роберт Майер (1842 й.), Жон Жоуль (1843-46 й.й.), Э.Х.Ленц (1844 й.), Г.Гельмгольц (1847 й.) каби олимлар энергия сақланиши қонунининг моҳиятни назарӣ жихатдан очиқ берганлар. Уз навбатида С.Карно (1824 й) Р. Клазиус (1854 й.) ва В.Томсон - лорд Кельвин (1856 й.) термодинамиканинг иккинчи қонунини яратишди. Орадан ярим аср утгандан сунг В.Нернст (1906 й.) термодинамиканинг учинчи қонуни теоремасини таърифлаб берди.

Термодинамик жараёнлардаги иссиқлик ҳодисаларини молекуляр кинетик назария асосида тушунтиришда Д.Бернулли (1738 й.), М.В.Ломоносов (1758 й.), Д.Максвелл (1860 й.), Л.Больцман (1877 й.), Д.Гиббс (1880 й.), Д.И.Менделеев (1860 й.) ва бошқа олимларнинг ишлари муҳим урин тутди.

Термодинамиканинг таракқиетиға рус олимларидан Э.Х.Ленц (электр энергиясининг иссиқлик энергиясига айланиш қонуни), А.Г. Столетов (конвектив ва радиация иссиқлик алмашинуви қонунияти), К.Э.Циолковский (қуп босқичли ракета двигателида иссиқлик энергиясининг механик энергияга айланиши), М.В.Кирпичев ва А.А.Гухманлар (термомоделлаш назарияси) жуда катта ҳисса қушдилар. Фан ва техникнинг жадал таракқиети натижасида жаҳонда жон бошига тугри келадган энергия миқдори йил сайин ортиб бормоқда. Аммо бундай энергияни екилгилар ҳисобига ишлаб чиқариш узок вақт давом этиши мумкин эмас.

Чунки ер остидаги тошқумир, нефть, газ захирлари тобора камайиб бормоқда. Янги ер манбаларини яратиш, борларидан эса унумли фойдалагиш зарур. Хозирги кунда планетамизнинг йиллик энергетик бойлиги тахминан қуйидагича: тошқумир – $997 \cdot 10^{14}$ кВт.соат, нефть – $153 \cdot 10^{13}$ кВт.соат, торф – $439 \cdot 10^{13}$ кВт.соат, ядро энергиясини олишда ишлатиладиган парчаланувчи кимевий элементлар (U^{235} , U^{238} , Pu^{239} ва ш.к.) – $547 \cdot 10^{15}$

кВт.соат, шамол энергияси $-601 \cdot 10^{14}$ кВт.соат, дарелар энергияси $-23 \cdot 10^{12}$ кВт.соат. Ернинг ички иссиқлик энергияси $-232 \cdot 10^{12}$ кВт.соат.

Куеш энергиясининг таъсирида планетамизда ҳосил булган торф, тошқумир, антрацит, газ, нефтларни Куеш энергиясининг аккумулятори деб аташ мумкин. Чунки Ернинг 1 м^2 юзасига тушадиган Куеш нурининг энеогияси тақрибан бир киловаттга тенг. Куеш энергиясини электр энергияга айлантириш асбобларининг фик кичиклиги сабабли инсоният ундан тулалигича фойдалана олмаяпти. Агарда, куеш энергиясини электр энергиясига айлантириш муаммоси ҳал булса, инсоният энергетик каҳатчиликка учрамайди.

Маълумки, машина ва механизмлар деталлари ҳаракати вақтида уларнинг сирпаниш нукталари орасида ҳосил буладиган ишқаланиш натижасида иссиқлик пайдо булади. Иссиқликни ҳисоблашда, ички ёнув двигателларида ёниш жараёнини тугри ростлашда, улардаги ортикча иссиқликни ташқарига чиқаришда, материаллар мустаҳкамлигининг ва электр қаршилигининг температурага боғлиқлигини, электр ва магнит майдонлари қийматларининг пулат узак тумпературасига боғлиқлигини урганишда иссиқлик техникаси фани умуммашинашунослик курсида муҳим уринни эгаллайди. Бу жараёнларни билмасдан туриб укувчиларга политехник меҳнат таълими тугрисида билим ва тарбия бериб булмайди. Шунинг учун ҳам иссиқлик техникаси фанини машинашунослик фанларининг бири сифатида, педагогика, техникавий олий ва урта махсус укув юртлари талабалари урганади.

1.1. Иссиқлик машиналарининг иш жисми ва уларнинг асосий параметрлари

Иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантирувчи қурилма ИССИҚЛИК МАШИНАСИ дейилади. Иссиқлик машиналарига буг машиналари ички ёнув двигателлари, буг турбинаси, турли хил ракеталар (КРД - қимевий ракета двигатели, ЯРД - ядро ракета двигатели, ЭРД - электродинамик ракета двигатели) қиради.

Иссиқлик машиналарининг ишлаши даврий равишда такрорланиб турадиган термодинамик жараёнларга асосланган. Бундай даврий жараёнларда иссиқлик аввал системага узатилади, у ташқи кучларга қарши маълум иш бажаргандан сунг, қолдиқ иссиқлик микдори системадан чиқарилади.

Айланма жараёнда иш жисмига узатилган иссиқлик микдорининг фойдали ишга тенг қисмининг узатилган тула иссиқлик микдorigа нисбати билан улчанадиган катталиқ иссиқлик машинасининг термик ф.и.к. дейилади ва у ҳар доим бирдан кичик.

$$\eta_t = \frac{A}{Q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} < 1 \quad (1.1)$$

ИССИҚЛИК - материя ҳаракатининг бир шаклидир. Моддани тащқил этган заррачалар ва майдонлар мажмуаси материя ҳисобланади. Моддани таркибий қисмига қирган электрон, атом, молекула, заррача, кристалл панжара тугунларида жойлашган атомларнинг мураккаб ҳаракати натижасида пайдо буладиган энергия - иссиқликдир.

Молекуляр-кинетик назария нуктаи назардан тушунтирилган бу гоёни XVIII асрда Д.Бернулли ва Вальтер ривожлантирди. XIX асрга келиб иссиқлик ҳақидаги гоёни Р.Майер, Ж.Жоуль, Р.Клазиус, Д.Максвелл яна ҳам ривожлантирдилар

Иссиқлик энергияси жисмларнинг узаро таъсирлашуви (контакти) натижасидир. Конвекция ва радиация (нур чиқариш) усулларида жисмлар орасида температура фарқи мавжуд булгандагина иссиқлик утади. Чунки иссиқлик термодинамик системада кечагидан жараёнларда катнашадиган заррачаларнинг муҳит билан механик ва иссиқлик таъсирлашувининг энергетик тавсифи ҳисобланади. Системалараро температуралар фарқи

уринли булсагинка исиклик энергия сифатида биринчи системадан иккинчисини утади, яъни T_1 - T_2 булиши мумкин эмас.

ИШ ЖИСМИ- энергиянибир турдан бошка турга айлантириш жараёни, содалар, мойи, газ ва аралашмаси , порошок, сув буги , зарралар ёки плазма оками) хар хил турлари тушунади. Масалан, ички ёнув дигателларида буги билан хаво аралашмаси иш жисми хисобланади.Иш жисми хисобига исиклик хосил килинади, ортикчаси совитгичга чиқарилади ҳамда маълум микдорда иш бажарилади. Буисиклик микдорининг катталиги иш жисмининг исиклик бериш хусусиятига боглик.

Техникада куйдаги газлар энг куп ишлатилади: O_2 - кислрод N_2 -азот, H_2 -водород, CO_2 -углерод оксиди, CO_2 - карбонат ангидрид, CH_4 -метан (боткок гази) , H_2O - сув буги, табиий ва сунъий газ, газлар аралашмаси- атмосфера хавоси.

Хар кандай исиклик двигателлигининг иш жараёнида иситгичнинг температураси T_1 совитгичнинг температураси T_2 дан катта, яъни T_1 - T_2 шарт бажарилганда ва уринли булганда иш бажариш мумкин.

Исикликнинг узатилиш конуниятга мувофик иситгич сирт совитгич сиртга бевосита тегиб, маълум исиклик микдори узатиб тургандагина исиклик микдори совитгичга утади, аммо иш бажарилмайди.

Иш бажарилиши учун ишжисми булши шарт. Иситгич сифатида ёкилгининг ёниш масулидан фойдалинади. Купчилик холатларда атмосфера хавоси ёки бут машиналарида конденсатор совитгич вазифасини бажаради.

Термодинамик система . Узаро ва бошка жисмлар билан энергетик ва модда алмаша оладиган жисмлар мажмуи термодинамик система дейилади. бирорта термодинамик система берилган булсин .Масалан термодинамик система сифатида цилиндрдаги поршень устида жойлашган идеал газни ёки хаво ва ёкилги аралашмасини олиш мумкин. Бундай термодинамик система параметрларини узаро таъсирлашув натижасида оз микдорда булса ҳам узгартира оладиган жисм ташки мухит дейилади. Келтирилган мисолимизда идеал газни (иш жисмини) ураб турган цилиндр деворлари ва поршань каллагининг устки юзаси ташки мухит була олади. Термодинамик системадаги жараён назорат сиртида юз беради. ИЕД (ички ёниш двигатели) цилиндри девори сирт бунга мисол була олади. Термодинамик система хажмида ишлашади ва шу хажмда термодинамик жараён (иш аралашмасининг ёниши) содир булади.

Термодинамик системада содир буладиган ва унинг холат параметрларидан хеч булмаганда биттаси узгариши билан боглик булган хар кандай узгариш термодинамик жараён дейилади. Ташки мухит билан термодинамик системанинг узаро таъсирлашуви натижасида урганилаётган системанинг холат параметрлари узгаради. Системанинг холат параметрлари кабул килинган .

Холат параметрларига солиштира хажм, босим ва температура (V , P , T) киради.

Берилган хажмдаги газга ташкаридан исиклик микдори узатилса ёки ундан чиқарилса, системанинг бирданига учала параметри ёки бирортаси узгариши мумкин. Узатилиши зарур булган исиклик микдори урнига газ эгаллаган хажмни камайтириб ёки кенгайтириб, газнинг холат параметрларини узгариш мумкин. Чунки газ сикилса исийди, аксинча , кенгайтирилса- совийди.

Идеал газ конунларини урганишда баъзан идеал изолятор (мутлако исиклик энергиясини утказмайдиган материал) тушунчасидан фойдаланилади.

БОСИМ . Суюклик ва газ малекулаларининг, плазма е зарралар окимининг идиш деворининг юза бирлигига узатган таъсир кучи катталиги босим дейилади.

$$P = \frac{F}{S}, H / m^2 \quad (1.2)$$

Газ малекулаларнинг хаотик (тартибсиз) харакатланиши натижасида улар идиш деворини узлуксиз бомбардимон килиб, маълум куч импульсини(таъсирини) хосил килади

хамда иссиқлик микдорини идиш деворларига узатиб ёки ундан чиқариб туради. Хар кандай газ узи жойлашган хажмни тулдириб, шу хажм ҳосил қилган идиш деворларига нормал йуналишда таъсир курсатади, яъни деворга босим беради. Босим СИ улчов бирлиги системасида Паскалда ($1\text{кПа}=1\text{Н/м}^2$, $1\text{кПа}=10^3\text{Па}$) улчанади. Физика курсидан маълумки, молекуляр- кинетик назария нуктаи назардан газ босими, молекулаларнинг илгариларига ҳаракатидаги уртача квадратик тезлик.

ТЕМПЕРАТУРА . Системасининг иссиқлик ҳолатини тавсифловчи асосий ҳолат параметрларидан биридир . Жисмнинг иссиқлик даражаси температура орқали ифодаланади. Жисм таркибидаги заррачаларнинг тезлиги канча катта бўлса, уларнинг кинетик энергияси шунча катта қийматга эга бўлади. Демак , температура модда таркибидан заррачаларнинг кинетик энергияси улчовидир. Термодинамик жараёнлардаги температура Кельвин (К) шкаласи бўйича улчанади. 1848 йили инглиз олими лорд Кельвин томонидан термодинамик шкаласи фанга киритилди.

Л.Больцман идеал газ молекулаларнинг тезликлар бўйича тақсимотни урганиб , температура модда таркибидаги зарраларнинг иссиқлик ҳаракати жадаллигининг улчови деган хулосага келади. Шунинг учун иссиқлик ҳаракати жадаллигини сон қиймати модда таркибидаги зарраларнинг уртача кинетик энергияси билан боғлиқлигининг математик ифодасини беради :

$$\frac{m \cdot V^2}{2} = \frac{3}{2} K T \quad (1.3)$$

бу ерда $K = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ Ж/К - Больцман доимийси; $m \cdot v^2/2$ - зарранинг кинетик энергияси.

Демак, классик статик физика қонунига мувофиқ, термодинамик мувозанат ҳолатида ўрта эркинлик даражасига эга бўлган зарранинг уртача кинетик энергиясининг абсолют температура орқали ифодалаш мумкин:

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{U}{K} \quad (1.4)$$

Термодинамик температура шкаласининг ноль нуктаси учун идеал газ молекуласининг тартиби ҳаракати гуёки тухтамайдиган температура қабул қилинган бўлиб, у абсолют ноль дейилади.

Абсолют температура идеал газ қонунинг нуктаи назаридан қаралса, унда узгармас хажмдаги идеал газ босими шу газнинг абсолют температурасига мутаносибдир, яъни $P=T$.

СИ системасида температура Кельвин шкаласи (К) бўйича, қундалиқ ҳаётда Цельсий шкаласида улчанади . Масалан, 20°C , Кельвин шкаласида $273,15+20^\circ\text{C}=293,15$ К бўлади.

СОЛИШТИРМА ХАЖМ – у модданинг бирлик массаси эгаллаган хажм .Бир жинсли модданинг массаси M бўлса, унинг солиштирма хажми:

$$V = \frac{V}{m}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (1.5)$$

Изоляцияланган термодинамик система ташқи муҳитга иссиқлик энергиясини узатмайди ва ундан қабул қилмайди.

1 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

термодинамик жараен	- термодинамик системада содир буладиган ва унинг ҳолат параметрларидан ҳеч бўлмаганда биттаси ўзгариши билан боғлиқ бўлган ҳарқандай ўзгариш.
Температура	- модда таркибидаги заррачаларнинг кинетик энергиясининг ўлчови.
Босим	- суюқлик ва газ молекулаларнинг юза бирлигига ўзатган таъсир кучи.
Иссиклик машинаси	- иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантирувчи қурилма.
Термик ф. и. к.	- айланма жараенда иш жисмга ўзатиқган иссиқлик микдорининг фойдали ишга тенг қисмининг ўзатиқган тула иссиқлик микдорининг фойдали ишга тенг қисмининг ўзатиқган тула иссиқлик микдorigа нисбати
Солиштирма ҳажм	- модданинги бирлик массаси эгаллаган ҳажм

Назорат саволлари

1. Термодинамик нимани ургатади ?
2. Иссиқлик машинаси деб қандай қурилмаларга айтилади?
3. Иссиқлик машинаси ф.и.к. ҳақида нима биласиз?
4. Иш жисм нима?
5. Термодинамик система нима?
6. Термодинамик системанинги асосий параметрларига нималар қиради?

ТЕРМОДИНАМИК СИСТЕМАНИНГ ХОЛАТ ТЕНГЛАМАСИ

Ишчи газнинг ҳолати унинг термодинамик параметрлари (P,V,T) ҳам мос равишда узгаради, яъни термодинамик системанинг мувозанати бузилади. Термодинамик системанинг мувозанати унинг параметрлари орасидаги боғланиш функцияси шаклида ифодаланади ва у термодинамик системанинг ҳолат тенгламаси дейилади. Иш жисмининг ҳажми, босими температураси орасидаги боғланишни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$f(P,V,T) = 0 \quad (2.1)$$

Термодинамик система параметрининг ҳар бири учун бу функция яна бошқачароқ ифодаланади:

$$V = \psi(P,T); \quad P = \psi(V,T); \quad T = \psi(V,P) \quad (2.2)$$

Модданинг хоссаларига мос равишда термодинамик системанинг ҳолат тенгламалари ҳам узгариши мумкин. Шунинг учун термодинамик системани соддалаштирамиз, айрим шартларни киритиш усули билан ечим кидирилади. Масалан, идеал газ ҳолат тенгламалари бир-биридан катта фарк қилади.

Термодинамикадаги идеал газ сифатида, молекулалари узаро таъсирлашмайдиган хоссага эга булган модда деб қабул қиламиз. Бундай хоссага эга булган модда зарралари моддий нукта деб қаралади. Техникада реал газлар ишлатилади, улар паст босимларда идеал газларга ухшаб кетади. Шунинг учун айрим ҳисоблашларда молекулалар орасидаги узаро таъсирлашув кучлари ва молекула эгаллаган ҳажм эътиборга олинмайди.

Физика курсидан маълумки, газ эгаллаган V ҳажм да N та молекула бор бўлса, унда ҳажм бирлигидаги молекулалар сони

$$n = N/V \quad (2.3)$$

бўлади. Шу молекулалар уйғотган босим Больцман қонунига биноан

$$P = n \cdot k \cdot T = \frac{N}{V} k \cdot T. \quad \text{ёки} \quad \frac{P \cdot V}{T} = kN = \text{const} \quad (2.4)$$

бўлади.

Идеал газнинг ҳолат тенгламасидан маълумки, 1 кмоль ихтирий газ массаси учун

$$\frac{PV}{T} = \mu K = 8314 \text{ Ж/кмоль} \quad (2.5)$$

бу ерда K - универсал газ константаси.

Реал газдан термодинамик система сифатида фойдаланилганда газ молекулалари орасидаги тутуниш кучларини ва газ молекуласининг ҳажмини эътибордан четда қолдириб бўлмайди.

Молекулалар орасидаги тутуниш кучларини ва молекула эгаллаган ҳақиқий ҳажмини ҳисобга олсак, Ван-дер-Ваальс реал газларнинг ҳолат тенгламасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (2.6)$$

бу ерда α - газ табиатига мос мутаносиблик коэффициент; β - газнинг сикилиши мумкин булган хажми. Бу тенглама тажрибада ҳар доим ҳам кутилган натижани бермайди. Бунга асосий сабаб газларда учрайдиган ассоциация ходисасидир. Юқорида айтилганлардан хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, термодинамик система мувозанатининг узгариши унга иссиқлик миқдорининг узатилиши еки ундан чиқарилиши ҳамда механик таъсир ҳисобига кечади. Бу берилган газ ҳолатининг узгаришига унда q иссиқлик миқдорининг киритилиши еки унинг механик сикилиши сабаб бўлиши мумкин.

Термодинамик системанинг бир параметри еки айрим катталиқлар комплекси узгармаган термодинамик жараёнлари:

- изохорик $V = \text{const}$;
- изобарик $P = \text{const}$;
- изотермик $T = \text{const}$;
- адиабатик $S = \text{const}$;
- политропик $P \cdot V = \text{const}$.

МОДДАНИНГ КЕНГАЙИШИДА БАЖАРИЛГАН ИШ

Физика курсидан маълумки, системага бирор куч таъсир этганда у узининг мувозанат ҳолатидан чиқади, яъни жисм бирор аниқ масофага қучади, уз хажмини узгартиради ва ҳ.к. Термодинамик система сифатида цилиндрда жойлашган газ олиб, унга элементар dq иссиқлик миқдори узатилади. Узатилган dq иссиқлик миқдори таъсирдан бу газ молекулалари ҳаракати жадаллашиб P босим ҳосил қилади ва бу босим қучи билан S юзада поршень қаллагига таъсир қурсатиб, уз хажмини узгартириши даврида поршеньни бирор dl масофага силжитиши ва ташқи қучларга қарши элементар иш бажаради:

$$dA = P \cdot S \cdot dl = P \cdot dV \quad (2.7)$$

Газнинг V_1 хажмидан то V_2 гача кенгайишида бажарилган тула ишни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dV = P (V_2 - V_1) \quad (2.8)$$

Юқоридаги ифодадан қуриниб турибдики, епик термодинамик систмада газнинг кенгайиши ҳисобига бажарилган иш босим билан ҳажм узгаришининг қупайтмасига тенг.

Термодинамик система бажарган иш мусбат еки манфий ишқорали бўлиши мумкин. Масалан, цилиндрдаги газ ташқи қучлар таъсирида сикилса, яъни поршень юқорига қараб ҳаракатланса, унда юажарилган иш манфий ($dA < 0$), ва аксинча сикилган газ поршеньни пастга қараб итариши натижасида уз хажмини кенгайтурса, унда системанинг бажарган иши мусбат ($dA > 0$) ишқорали бўлади.

Демак, молекулалар улчами даражасида зарралараро, системалараро ва ташқи муҳит билан энергия алмашинувида термодинамик система иш бажармайди.

Термодинамик системани мувозанат ҳолатидан чиқариш учун унга маълум миқдордаги dq иссиқликни киритиш еки ундан чиқариш керак. Ана шунда система параметрларидан (P, V, T) бири узгаради ва система ё мусбат, ё манфий ишқорали иш бажаради. СИ улчов системасида иш Жоуль (J), техник системада килограммометр (kgm) қабул қилинган.

2.2. МОДДАНИНГ ИССИКЛИК СИГИМИ

Турли хил моддаларни бир хил температурагача иситиш учун уларни хар бирига турлича микдордаги исиклик энергиясини узатиш зарур булади. Бу хол модданинг агрегат холатига ва тузилишига боғлиқ. Модда бирлик массасини 1 иситиш учун зарур булган исиклик микдори шу модданинг исиклик сигими дейилади. Бу модда ; исиклик микдорини ютиш натижасида унинг температураси T_1 дан T_2 гача ортади. Модданинг уртача исиклик сигими куйдагича ифодаланади:

$$C = \frac{\Delta q}{T_2 - T_1} \quad (2.9)$$

Моддани 1 иситиш учун зарур булган исиклик микдори унинг хакикий исиклик сигими деб кабул килинган:

$$C = \frac{\Delta q}{dT} \quad (2.10)$$

Модданинг бирлик масса температурасини бир градус узгартириш учун зарур булган исиклик микдори солиштирма исиклик сигими дейилади. Солиштирма исиклик сигимини масса, хажм ва бошка улчов бирликларида ифодалаш мумкин.

а) солиштирма исиклик сигими:

$$C_m = \frac{1}{m} * \frac{\Delta q}{dT}, \text{ Ж/}(\text{кг} \cdot \text{К}) \quad (2.11)$$

в) узгармас хажмдаги (1 м^3) моддага узатилган исиклик микдорининг шу модда температурасини бир градус узгартиришга нисбати билан ифодаланадиган физик катталик хажмий солиштирма исиклик сигими дейилади:

$$C_v = \frac{1}{V} * \frac{\Delta q}{dT} \quad (2.12)$$

СИ улчов бирлигида $\text{Ж/м}^3 \cdot \text{К}$ билан улчанади.

Узгамас хажм ($V = \text{const}$) да кечадиган термодинамик жараендаги система (газ) нинг солиштирма хажмий исиклик сигимини шу система ички энергиясидан абсолют температура буйича олинган хусусий хосила шаклида ифодалаш мумкин:

$$C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_T \quad (2.13)$$

в) солиштирма моль исиклик сигими:

$$C_\mu = \frac{\mu}{m} * \frac{\Delta q}{dT}, \text{ Ж/}(\text{кмоль} \cdot \text{К}) \quad (2.14)$$

Модданинг уртача исиклик сигими билан унинг хакикий исиклик сигими орасида боғланиш мавжудлигини аниқлаш учун $dq = C \cdot dt$ асосида уртача исиклик сигими ифодасини куйидагича езамиз:

$$C = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta q}{T_2 - T_1} = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} c dT \quad (2.14)$$

Модданинг иссиқлик сигими шу модданинг кандай термодинамик жараенда система сифатида катнашувига ҳам боғлиқ. Чунки система (модда) температурасининг узгариши унга узатилган иссиқлик миқдори узгармас булганда факат термодинамик жараен турига боғлиқ булади. Шунинг учун ҳам системанинг иссиқлик сигимини термодинамик жараен функцияси деб караш мумкин. Турли-туман моддаларнинг бирлик массаси температурасини бир градус орттириш учун хар хил катталиқдаги иссиқлик миқдори керак булади.

Бу ифодани идеал газ учун қуйидагича езиш мумкин:

$$C_v = \frac{dU}{dT} \quad (2.15)$$

Узгармас босимли ($P=\text{const}$) газга узатилган Δq иссиқлик миқдорини шу термодинамик система (газ) температурасининг узгаришига нисбати билан ифодаланадиган физик катталик узгармас босимдаги модданинг солиштирма иссиқлик сигими дейилади.

$$C_p = \frac{\Delta q}{dT} \quad (2.16)$$

Системада ютилган Δq иссиқлик миқдори шу система температурасининг ортиши ҳисобиға система (газ) эгаллаган ҳажмнинг узгаришига олиб келади.

Демак, системага келтирилган иссиқлик миқдори унинг ички энергиясини орттирибгина қолмасдан система параметрларини ҳам узгартиради ва маълум миқдорда фойдали иш бажаради.

Р.Майер модданинг узгармас ҳажм ва босимда кечадиган жараенлардаги солиштирма иссиқлик сигимлари билан универсал газ доимийси орасидаги боғланишни урганиб, қуйидаги тенгламани чиқарган:

$$C_p = C_v + R \quad \text{еки} \quad R = C_p - C_v \quad (2.17)$$

Хар доим узгармас босим остида кечадиган изобарик жараенида изохорик ($V=\text{const}$) жараенга нисбатан қупроқ иссиқлик миқдори сарфланади. Изохорик жараенда системанинг бажарган иши нолға тенг, чунки система (идеал газ) нинг ички энергияси факат абсолют температураға, ҳажмға эса боғлиқ эмас. Шу сабабли ($du/dV = 0$). Демак, изохорик жараенда система иш бажармайди, чунки $V = \text{const}$, аксинча изобарик жараенда система фойдали иш бажаради. Шунинг учун ҳам, $C_p > C_v$.

Реал газлар учун $C_p - C_v > R$, чунки $P=\text{const}$ булган изобарик жараенда система факат ташки қучларға қарши иш бажарибгина қолмасдан, молекулараро мавжуд булган узаро тутуниш қучларига қарши ҳам иш бажаради. Демак, $P=\text{const}$ ва $V=\text{const}$ булган жараенларда реал газ иш бажариш ва унинг энергиясини орттириш учун идеал газға нисбатан унга қупроқ иссиқлик миқдори сарфланар экан.

Статистик физика методдаларидан фойдаланиб қупчилик моддаларнинг иссиқлик сигимларини назарий усул билан ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун молекуланинг битта эркинлик даражасига тугри келадиган $0.5kT$ энергиясидан фойдаланилади ва бир, икки ва қуп атомли газнинг 1 моль миқдорига мос қелувчи иссиқлик сигимлари топилади. Масалан, айрим моддаларнинг $t=0^\circ\text{C}$ идеал газ ҳолатидаги иссиқлик сигимлари 1-жадвалда келтирилган.

Газнинг номи	Эркинлик даражаси	Иссиклик сигими	$k=C_p/C_v$
Гелий	3	12,60	1,660
Аргон	3	12,48	1,660
Кислород	5	20,96	1,397
Водород	5	20,30	1,41 0
Азот	5	20,80	1,400
Метан	6	26,42	1,315
Аммиак	6	26,67	1,313
Карбонат ангидрид	6	27,55	1,302

2 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Идеал газ - босим ва температуралар узгаришида ҳам узгармайдиган зичлик, ковушокликка эга булган газ.

Реал газ - чиндан ҳам бор газ.

Абсолют ноль - термодинамик температура шкаласининг "ноль" нуктаси учун идеал газ молекуласининг тартибсиз харакати гуеки тухтайдиган температура.

Иссиклик сигим - модда бирлик массасини 1.С иситиш учун зарур булган исиклик микдори.

Изобарик жараен - узгармас босим остида кечадиган термодинамик ходисалар мажмуи.

Изотермик жараен - $T = \text{const}$ температурада содир буладиган термодинамик жараен.

Адиабатик жараен - иш моддаси ташки мухит билан исиклик алмашмаган холда унда кечадиган термодинамик жараен.

Политропик жараен - система еки газнинг солиштирма исиклик сигими $C = \text{const}$ узгармас булган термодинамик жараен.

Изохорик жараен - системанинг узгармас солиштирма хажми $V = \text{const}$ да юз берадиган термодинамик ходисалар мажмуи

Назорат саволлари

1. Термодинамик система нима ?
2. Реал ва идеал газлар нима билан бир-биридан фарк килади ?
3. Больцманнинг босим учун езилган формуласи кандай ?
4. Реал газ учун Вандер-Ваальс тенгламаси ?
5. Термодинамик системада айрим катталиқ узгармаганда термодинамик жараенлар кандай ифодаланади ?
6. Системада бажариладиган иш кандай содир булади ?
7. Модданинг исиклик сигими нима ?
8. Майер тенгламаси ва унинг физик маъноси ?

ТЕРМОДИНАМИКА 1 – КОНУНИ. ГАЗЛАРНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИ

Физика курсидан маълумки, А.Эйнштейн конунига ($E = m \cdot c^2$) мувофиқ ҳар қандай энергия массага мутаносиб бўлиши мумкин. Буни умумийроқ қилиб масса ва энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни деб юритилади.

Термодинамиканинг 1-конуни масса ва энергия сақланиш ва айланиш қонунининг иссиқлик ҳодисаларига қулланишининг хусусий ҳолидир. Чунки, *энергия бордан йук бўлмайди ва йукдан бор ҳам бўлмайди*. Факат, у бир турдан иккинчисига айланади.

Ҳар қандай термодинамик системанинг параметрлари шу системага ташқаридан маълум микдордаги Δq иссиқлик микдори киритилганда эки чиқарилганда узгаради. Система мувозанат ҳолатидан чиқади эки қайтади.

Термодинамик система Δq иссиқлик микдорини ютгандан кейин унинг параметрларидан айримлари (босим, ҳажм, температура) узгаради, яъни ҳажм dV га , температура dT га ортади. Агар каттик жисм урнига газ эки суюқлик олинса, унда босим P , ҳажм V ва температура T ҳам узгарувчан бўлади.

Демак системанинг температура dT га ортса, уни ташкил этган зарраларнинг кинетик энергияси ҳам ошади: ҳажми dV га катталашган да, зарралар орасидаги тутуниш кучлари камайсада потенциал энергияси ортади. Чунки, зарралар оралигидаги масофа катталашади. Системадаги бундай ҳолат пайдо бўлиши унинг ички энергияси dU ни орттиради. Ҳар қандай система ташки муҳит таъсирида бўлади, у билан таъсирлашади. Система мувозанат ҳолатига қайтиши учун ташки муҳитга бирор босим P билан таъсир курсатиб, ташки кучларга қарши иш бажаради. Демак, энергиянинг сақланиш қонуни асосида термодинамиканинг 1- конунини қуйидагича таърифлаш мумкин: системага узатилган иссиқлик миктори шу система ички энергиясининг узгаришига ва ташки кучларга қарши бажарилган фойдали ишга сарфланади.

Термодинамика 1- конунининг математик ифодасини қуйидагича езиш мумкин:

$$\Delta q = dU + \Delta A \quad (3.1)$$

Системада утаётган термодинамик жараён турига қараб, конунининг математик ифодасидаги учала ҳадларнинг қийматлари мусбат ва манфий ишорали ҳамда нолга тенг бўлиши мумкин. Бу тугрида термодинамик жараёнларни урганаётганингизда батафсилроқ танишиб оласиз.

Шундай қилиб, ушбу маърузага якун ясаб, қуйидагини таъкидлаш керак: **энергетик сарфсиз иш бажариш мумкин бўлган двигателлар биринчи турдаги абадий двигателлар дейилади.**

Маълумки, бундай двигател бўлиши мумкин эмас, чунки у термодинамиканинг 1 конунига зиддир. Шунинг учун, термодинамиканинг 1-конунини қуйидагича таърифласа бўлади: «биринчи турдаги абадий двигател яратиш мумкин эмас».

Шу сабабли 1775 йили француз Фанлар Академияси бу муаммо бўйича охириги қарорга келди ва «абадий двигателлар бўйича ҳеч қандай лойиҳаларни қуриб чиқиш учун қабул қилмайди » деб эълон қилди.

ГАЗЛАРНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИ

Термодинамиканинг 1-конуни энергиянинг сақланиш қонунининг хусусий ҳоли деб қаралади. Берилган термодинамик системада газ ёки бугларга узатилган иссиқлик

шаклидаги энергия уларни тула энергиясини узгартиришга ва иш бажаришга сарфланади.

$$Q = \Delta E + L \quad (3.2)$$

бу ерда Q – газ ёки бугларга узатилган иссиқлик микдори, кЖ; E – газ ёки бугларнинг тула энергиясини узгариши; L – газ ёки бугларнинг бажарган иши.

Газ ва бугларнинг тула энергияси куйидагига тенг экан:

$$E = E_T + U \quad (3.3)$$

E – газ ва бугларни тула энергияси; E_T – ташки энергия; U – ички энергия.

Ташки энергиянинг узи потенциал ва кинетик энергиялар йигиндисидан иборат:

$$E_T = \Pi + K = mgH + \frac{mc^2}{2} \quad (3.4)$$

$$E_T = \frac{m(C_2^2 - C_1^2)}{2} + mg(H_2 - H_1)$$

Ёпик система ёки газларни нисбий тинч ҳолатида, яъни улар ҳаракатланмаганида ҳамда бошқа газлар билан узаро таъсирлашмаганида, газ ёки бугларнинг тинч ҳолатидаги ёпик системадаги кинетик ва потенциал энергиялари узармас бўлади, у ҳолда $E_T = 0$ бўлади

$$\Delta E = \Delta E_T + \Delta U; \quad E_T = 0 \text{ булса,} \quad \Delta E = \Delta U \quad \text{қуринишга келади.}$$

Демак, газларни нисбий тинч ҳолати учун ёки ёпик системалар учун термодинамиканинг 1 - қонуни математик ифодаси:

$$Q = U + L \quad (3.5)$$

Газларнинг ички энергияси уларнинг заррачалари (молекула, атом, электрон, протон, атом ядроси) ҳаракатидан ва узаро таъсир қучидан ташкил топади.

ЭНТАЛЬПИЯ

Энтальпия (юнонча *enthalpo* - иситаман) термодинамик системанинг ҳолат функцияси бўлиб, u ёки H ҳарфи билан белгиланнади. Термодинамик система ички энергияси u билан шу система босими P нинг ҳажми V га қупайтмасининг йигиндиси энтальпия дейилади.

Энтальпия энергия улчов бирлиги (Жоуль) да улчанади:

$$i = u + P. \quad (3.6)$$

Формуладан қуриниб турибдики, унга қирган катталиқлар термодинамик системанинг ҳолат функцияси ҳисобланади, шунинг учун i ни ҳам функция қуринишида ҳолат параметрлари орқали ифодалаш мумкин:

$$i = f_1(P, V); \quad i = f_2(P, V); \quad i = f_3(P, V) \quad (3.7)$$

Хисоблашларда солиштира энтальпия ифодасидан фойдаланилади ва у СИ системасида Ж/кг да улчанади. Энтальпия термодинамик система нинг холат функцияси булганлиги учун унинг тула дифференциали di булади. Демак, энтальпиянинг узгариши система катнашадиган жараен турига боглик булмасдан, шу системанинг бошлангич ва охириги холатларига боглик булади, яъни

$$i = \Delta i = i_1 - i_2 \quad (3.8)$$

Энтальпия энергия нуктаи назаридан караб чикилса, $E = i$ булади, чунки

$$E = u + P \cdot V = i \quad (3.9)$$

бунда, u - системанинг ички энергияси; PV - системанинг ташки кучларга карши бажарган иши булиб, таъсир курсатадиган ташки босим кучининг потенциал энергиясини ифодалайди.

Демак, термодинамик системанинг энтальпияси шу система ички энергияси билан ташки босим кучларининг потенциалл энергиялари йигиндисига тенг экан.

3 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Системанинг мувозанат - тинч, тургун харакатсиз холати холати

Кинетик - кинетикага оид.

Потенциал энергия - намоён булиши, фойдаланиши мумкин булган, аммо руюбга чикмаган.

Иш жисм - энергияни бир турдан бошка турга айлантириш жараенида иш бажарадиган моддалар.

Энтальпия (юнонча $enthalpo$ -иситаман)–термодинамик системанинг холат функцияси

Назорат саволлари

1. Энергиянинг сакланиш конуни нима ?
2. Система ички энергиясини ортиши кандай содир булади ?
3. Термодинамиканинг 1-конунинг математик ифодаси ва физик маъноси ?
4. Термодинамиканинг 1-конуни нимани ургатади ?
5. Епик система учун термодинамиканинг 1-конуни ?
6. Энтальпия нима ?

ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ 2 - КОНУНИ

Айланма цикл. Термодинамик жараенда система иш бажариши учун унга даврий равишда маълум микдордаги иссиқлик энергияси еки иш жисми узатиб турилиши ва ишга тула айланмасдан қолган иссиқлик микдори системадан ташқарига узатилиши керак. Шунда, цикл даврий равишда такрорланади. Иш жисми сифатида факат битта модда қулланилса, у ҳолда модда аввал кенгайди ва иаълум микдордаги ишни бажаради, сунгра яна сиқилади, кейин бошлангич мувозанат ҳолатига қайтади. Цикл қайтадан такрорланади. Ички енув двигателини термодинамик жараенлар кетма-кет ва даврий равишда кечадиган иссиқлик машинасига мисол тарикасида келтириш мумкин. Бундай турдаги двигателга ҳар доим янги иш моддаси еки иссиқлик микдори кетма-кет узатиб турилади, ҳамда иссиқликнинг иш бажармаган қисми совитгичга чиқариб юборилади. Бирорта ҳам машина бир марта киритилган иш жисм билан абадий ишлайдиган иссиқлик машинасига мисол бўла олмайди. Факат бир марта киритилган иш жисм билан узлуксиз ишлайдиган машина яратилган эмас, ва бундай машинанинг бўлиши ҳам мумкин эмас. Лекин унга яқинроқ бўлган, қурилмалар мавжуд бўлиб уларда иш моддасини дастлабки мувозанат ҳолатига қайтариш учун, кенгайиб иш бажариб бўлган иш моддаси ташқи куч таъсирида қушимча иш бажариб, сиқилади. Шунда модда дастлабки ҳолатига айтади. Бундай цикллар айланма жараенларда қузилади.

Бунга МГД генераторининг идеал цикли мисол тарикасида курсатиш иуикин. Бу циклда, албатта моддани сиқиш учун сарфланган иш микдори унинг кенгайишида бажарилган фойдали ишдан анча кичик бўлаши керак. Бундай даврий такрорладиган айланма жараен P-V диаграммасида тасвирланган (4-1 расм).

Иш моддаси q_1 иссиқлик микдорини олгандан кейин 1, 2, 3 чизик бўйлаб кенгайиб, мусбат; 3, 4, 1 эгри чизик бўйича эса q_2 иссиқлик микдорини системадан совитгичга чиқариш жараенида манфий иш бажаради. Бу ишнинг микдори a-1-2-3-b-a нукталар билан чегараланган юзага сон қиймати тенг. Манфий ишнинг микдори эса, a-1-4-3-b-a нукталар ҳосил қилган юзага сон қиймати жихатидан тенг. Демак, фойдали ишнинг қиймати 1-2-3-4-1 нукталар ҳосил қилган майдон юзасига мос қиймати жихатидан тенг бўлади, яъни:

$$q_1 = u + A_1; \quad -q_2 = -\Delta u - A_2 \quad (4.1)$$

еки бу формулаларни ҳадма-ҳад қушиб чиксак,

$$q_1 - q_2 = A_1 - A_2 = A_{\text{ц}} \quad (4.2)$$

$A_{\text{ц}}$ - циклни бажарган иши.

Жараен қайтар ва қайтмас бўлади. Термодинамик жараендаги доимий куч консерватив (эластик, кулон, гравитация) бўлганда жараен қайтар бўлади.

Термодинамик жараеннинг охириги ҳолатидан бошлангич ҳолатига тесқари йуналишда кетма-кет ҳолатлар орқали утиши мумкин бўлса, жараен қайтар жараен дейилади. Бундай жараеннинг P-V графигида газ ҳажмининг кенгайиш графиги сиқилиш графиги билан устма-уст тушади (4-2 расм). Факат жараенлар йуналишлари билан фарқ қилади. Масалан, кенгайиб иш бажарган газ, ташқи кучлар таъсирисиз, уз ҳажми уз-уздан қамайтириб бошлангич ҳолатига қайтса, бу қайтар жараен бўлади.

Демак, системага ташқаридан қанча иссиқлик микдори берилган бўлса, шунча микдордаги иссиқлик ташқарига чиқади. Аммо, бундай жараен амалда учрамайди. Иш жисми даврий равишда бериб турилиши ҳисобига ишлайдиган ички енув двигателларидаги

жараенни кайтар жараенгамисол килиш мумкин.

Узгармас температурада кечадиган термодинамик жараенда ҳамда ташкаридан иссиқлик келмайдиган ва алмашмайдиган жуда секин кечадиган адиабатик жараен (4-2 расм). кайтар жараенга мисол була олади. Бундай жараенда модданинг кенгайиш ва сиқилиш графиклари устма-уст тушади, йуналишлари эса карама-карши булади.

Термодинамик система узининг охириги ҳолатидан кайтар жараенга тескари йуналишда, кетма-кет ҳолатлардан утиб ҳеч булмаганда битта ҳолатни утмасдан бошланғич ҳолатига қайта олмаса, бундай жараен қайтмас жараен дейилади. Масалан, сув буги кенгайиб иш бажариб булгандан сунг уз-уздан сиқилиб, яна узининг бошланғич ҳолатига кела олмайди.

КАРНО ЦИКЛИ

Карно цикли мантиқан устувор ва мазмунан содда булиб, у иккита изотерма ва иккита адиабатадан ташкил топган (4.3-расм). Системага ундаги T_1 температура иситғич (иссиқлик манбаи) дан q_1 иссиқлик миқдори узлуксиз келтирилиб туриши ҳисобига узгармас сақланади. Системадаги кечадиган жараен узгармас ($T=\text{const}$) температурада содир булади. Қолдиқ (иш бажармаган) иссиқлик миқдори q_2 системадан узлуксиз равишда ташки муҳит-совитғичга чиқарилади q_2 . Иссиқлик миқдори ҳам $T_2=\text{const}$ температурада узатилади. Шунинг учун q_1 нинг ишораси мусбат, q_2 ники манфий деб қабул қилинади.

Система ҳолати кескин узгарганида (газ кенгайганида еки сиқилганида) ташки муҳитдан мутлақо изоляцияланган, яъни $dq = 0$ булиши шарт. Шу шарт бажарилса, системада кечадиган жараен адабатик булади. Карно циклининг диаграммаси 4.3-расмда тасвирланган. Француз инженери Карно Никола Леонард Сади 1824 йилда "Оловнинг ҳаракатлантирувчи кучи ҳақида мулоҳазалар" асарида иссиқлик ва ишнинг узаро бир-бирига узғариши тугрисидаги масала ечимини тугри топган. Ҳозирги кунда ҳам бу ечим натижаси уз кучини йукотган эмас. Диаграммадан маълумки, 1,2 нукталар оралигида системага келтирилган иссиқлик миқдори

$$q_1 = \int_1^2 \Delta q = \int_1^2 \Delta U + \int_1^2 P^* dV = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.3)$$

булса-да, система сифатида идеал газ олинганда, унинг изотермик жараенда ички энергиясининг узғариши $du = u_1 - u_2 = 0$ булади. Шунинг учун газнинг бажарган иши

$$A_1 = \int_1^2 P^* dV = RT_1 \int_1^2 \frac{dV}{V} = RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.4)$$

системага киритилган q_1 мусбат иссиқлик миқдorigа тенг булади. Цикл диаграммасининг 3,4 нукталари оралигида системадан q манфий иссиқлик миқдори ташки муҳит(совитғичга) узгармас T_2 температурада чиқарилади. Бу ҳолатда системанинг q_2 -иссиқлиги иш бажаришга сарфланади. Бу ишнинг катталиги сарфланган q_2 -иссиқлик миқдorigа тенг булади.

$$q_2 = \int_1^2 \Delta q = RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} = A_2 \quad (4.5)$$

Бажарилган иш ишораларини аниқлаш мақсадида циклининг 4,1 ва 2,3 нукталари оралигида кечадиган адиабатик $\Delta q=0$ жараенларни ҳам қараб чиқамиз.

Адиабатик жараенда система ташки муҳит билан иссиқлик алмашмайди. Бу

холат учун термодинамика биринчи конуни ифодасини куйидагича конуни ифодасини куйидагича езиш мумкин:

$$C_p dT + PdV = 0 \quad (4,6)$$

Иш моддаси сифатида идеал газ олинб, шу газ адиабатик сиқилса (4,1 нукталар), унинг ички энергияси ва абсолют температураси ортар экан.

Идеал газнинг холат тенгламасидан T ни топамиз:

$$T = \frac{PV}{R} = \frac{PV}{C_p - C_v} \quad (4,7)$$

Соддалаштириш учун (4,6) тенгликни хадма-хад $C_v dT$ га буламиз:

$$\frac{dT}{T} + \frac{P}{C_v * T} dV = 0 \quad (4,8)$$

Босим кийматини (4,7) тенгликдан топиб (4,8) га куйиб, ихчамлаймиз ва $C_p/C_v = k$ килиб белгилаб, куйидагини хосил киламиз:

$$\frac{dT}{T} + (k - 1) \frac{dV}{V} = 0 \quad (4.9)$$

(4.9) тенгламани интеграллаб адаиабатик жараен тенгламасини хосил киламиз:

$$TV^{k-1} = \text{const} \quad (4.10)$$

Бу тенгламани цикл учун куйидагича езиш мумкин:

$$T_1 V_2^{k-1} = T_2 V_3^{k-1} \quad T_1 V_1^{k-1} = T_2 V_4^{k-1} \quad (4.11)$$

(4.11) тенгламани хадма-хад булиб, куйидаги тенгликни оламиз:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \quad (4.12)$$

еки

$$\ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{V_3}{V_4} \quad (4.13)$$

Демак, циклнинг ф.и.к. ни юкоридаги тенгламалардан фойдаланиб куйидагича езиш мумкин:

$$\eta_t = \frac{q_1^+ - q_2^-}{q_1} \quad (4.14)$$

Термик ф.и.к. формуласи хозирги (4.14) ни (4.3), (4.5) ва (4.13) тенгламалар асосида системанинг абсолют температураси оркали куйидагича ифодалаш мумкин:

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (4.15)$$

(4.15) факат кайтар цикллар учун тугри.

Демак, Карно циклининг термодинамик ф.и.к. ишлатаётган иссиқликнинг хоссасига боғлиқ бўлмасдан факат иссиқлик манбалари, абсолют температураларнинг куйи ва юкори кийматларига боғлиқ булар экан.

Совуқлик манбаининг совугисиз иссиқлик двигатели, яъни «иссиқ манбадан олинган иссиқликни ишга айлантирувчи двигатель 2-турдаги двигатель» деб аталади.

Шундай қилиб, термодинамиканинг 2-қонуни қуйидагича таърифланади: «иккинчи турдаги абадий двигател яратиш мумкин эмас».

ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ 3 – ҚОНУНИ

Абсолют нолга яқин температураларда ҳамма моддалар конденсацияланган ҳолатда бўлади. 1906 йили В.Нернст тажриба йули билан, 1912 йили эса М.Планк қуйидаги принципни умумлаштириб таърифлади: « агарда температураси абсолют нолга интилаётган бўлса, конденсацияланган ҳолатдаги , тартибли жойлашган кристаллик структурали модданинг энтропияси ҳам нолга интилади, яъни

$$T = 0K \quad \text{да} \quad S = 0$$

Бу қонунни термодинамиканинг 3 – қонуни еки Нернстнинг иссиқлик теоремаси деб аталади.

Ушбу қонун, энтропиянинг абсолют қийматини ҳисоблаш имкониятини беради

4 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

кайтар жараён - термодинамик жараённинг охириги ҳолатидан бошлангич ҳолатига тесқари йуналишда кетма-кет ҳолатлар орқали утиши мумкин бўлган жараён.

энтропия - термодинамик системанинг ҳолат функцияси (entropis - айланиш, узғариш)

айланма йикл - термодинамик жараёнда система иш бажариши учун унга даврий равишда маълум миқдорда иссиқлик энергияси еки иш жисми узатилиб турилиши ва ишга тула айланмасдан қолган иссиқлик ташқарига узатилиши

Назорат саволлари

1. Термодинамик жараёнда айланма циклни тушунтиринг ?
2. Кайтар ва кайтмас жараёнларни график ҳолда ифодаланг ?
3. Карно циклини тушунтириб беринг ?
4. Карно йиклини адиабатик жараёндаги тенгламасини езинг ?
5. Карно циклининг термодинамик ф.и.к. ?
6. Термодинамиканинг 2-қонуни нимани ифодалайдим ?
7. Термодинамиканинг 3-қонуни нимани ифодалайдим ?

ТЕРМОДИНАМИК ЖАРАЕНЛАР

Системанинг ички энергияси. Модданинг ташкил этган зарраларнинг (атом,ион,молекула ва ш.к) илгариланма ва айланма,тебранма ҳаракатидаги кинетик ва потенциал (микрзарраларнинг узаро таъсирлашуви:атом, электрон қобиги ва унинг ядроси ичидаги) энергияларининг алгебраик йигиндиси система (модданинг) ички энергияси ҳисобланади.У моддонинг термодинамик ҳолатини характерлайди.Ички энерги тушунчасини фанга 1850 йили В.Томсон киритган.

Молекуляр- кинетик назария нуктаи назаридан моддани ташкил этган зарралар шарчалар шаклида ва уларнинг радиуслари 10^{-7} м тартибдаги катталикини ташкил қилади деб қаралади. Бир грамм моддадаги зарралар сони $n=10^{23}$ тагача етади. Масалан 1г сувда $3,3 \cdot 10^{23}$ молекула бор.Бу зарралар тартибсиз ҳаракатланади.Зарралар, уз радиусида,яъни молекула еки атомдан чиқмайдиган чегарада ҳаракатланса,улар-нинг ҳаракати иссиқлик тартибдаги ҳаракат бўлади.Демак, модда зар-ралари энергияларининг йигиндиси нолдан фаркли бўлса, система модда) мувозанат ҳолатидан чиққан бўлади.Термодинамик система бир неча системачалардан ташкил топган бўлиши мумкин.Масаланмолекула ҳам узига хос система бўлиб,у атомлар (системачалар)дан ташкил топган. Атом ҳам молекуладай мустақил система,чунки у (зарралар-протон ва нейтрон) атом ядроси ва электрон қобигида жойлашган электронлар дан ташкил топган. Лекин термодинамиканинг макросистемасида атом ичкарасидаги (атом ички энегиясининг) узгаришларга этибор берилмайди.

Зарраларнинг айланма, илгариланма, тебранма ҳаракати, яъни кинетик энергияси температуранинг функцияси бўлганлиги сабабли уларнинг узаро таъсирлашиш масофасининг узгариши модда (газ) эгаллаган ҳажмнинг узгаришига олиб келади. Демак потенциал энергия ҳажмнинг функцияси экан.

Юқорида келтирилган фикрлардан модданинг ички энергиясини қуйидагича таърифлаш мумкин: ички энергия бевосита модда ҳолатини функциясидир:

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

Мураккаб системанинг солиштирма ички энергияси сифатида жисм (система) масса бирлигига тугри келадиган энергия микдори қабул қилинган:

$$U = \frac{W}{m}, \quad \text{Ж/кг}$$

Ички энергиянинг узгариши термодинамик системада кечадиган жараёнлар турига боғлиқ бўлмасдан, шу системанинг бошланғич ва охиригҳолатларидаги энергияга боғлиқ.

$$\Delta U = \int_1^2 dU = U_2 - U_1$$

Системада кечаетган термодинамик жараён айланма бўлса, унинг тула ички энергиясининг узгариши нолга тенг, яъни

$$\oint \Psi \cdot dU = 0$$

чунки $U_2 = U_1$

Модда бир термодинамик ҳолатдан иккинчисига утганда унинг ички энергияси узгаради. Буни солиштира хажм ва температура функцияси қуринишида ёзиш мумкин:

$$dU = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V dT + \left(\frac{dU}{dV}\right)_T dV$$

$$dU = \left(\frac{dU}{dP}\right)_V dP + \left(\frac{dU}{dV}\right)_P dV$$

$$dU = \left(\frac{dU}{dT}\right)_P dT + \left(\frac{dU}{dP}\right)_T dP$$

Идеал газ молекулалари орасида узаро таъсирлашиш кучлари мавжуд эмаслиги ҳисобга олинса, унда газнинг ички энергияси идеал газ хажмга ва босимга боғлиқ бўлмайди, яъни

$$\left(\frac{dU}{dV}\right)_T = 0; \quad \left(\frac{dU}{dP}\right)_T = 0$$

Демак, идеал газнинг ички энергияси унинг термодинамик параметрларидан фақат абсолют температурага боғлиқ бўлар экан. У ҳолда, идеал газнинг ички энергияси температура бўйича олинган тула ҳосиллага тенг бўлади:

$$\left(\frac{dU}{dT}\right)_P = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)$$

Термодинамик система бирор dq иссиқлик миқдори таъсири натижасида ташки кучларга қарши dA иш бажарса, у ҳолда система ички энергиясининг узгариши қуйидагича бўлади.

$$dU = U_2 - U_1 = dq - dA$$

Агар система аввалги ҳолатига қайтса, унинг ички энергияси ўтгармайди, яъни $dq = dA$. Сийраклаштирилган газ молекулари идеал газ молекулалари каби жуда кам таъсирлашганлиги сабабли уларнинг ички энергияси узгаришини кинетик энергиясини узгаришига тенг деб қабул қилиш мумкин. Шунинг учун, бундай ҳолатдаги газ ички энергиясини узгариши температурага боғлиқ. Шу шарт бажарилганда, 1 моль газнинг ички энергияси қуйидагича ифодаланади:

$$U = \frac{3}{2} kNT = \frac{3}{2} RT = C_V \cdot T$$

бунда N - Авогадро сони; k - Больцман доимийси; K – универсал газ доимийси; C_V - ўзгармас хажмдаги газнинг солиштира иссиқлик сигими.

Термодинамик система сифатида танланган модданинг ички энергиясининг математик ифодасини модда турига мос равишда, турлича қуринишларда ёзиш мумкин.

ЭНТРОПИЯ

Энтропия (юнонча entropia - айланиш, узгариш) термодинамик системанинг ҳолат функцияси бўлиб, у S ҳарфи билан белгиланади:

$$dS = \frac{dq}{T}, \quad \text{Ж/К} \quad (5.1)$$

Энтропия термодинамик система билан ташки муҳитнинг узаро иссиқлик алмашинуви жараенининг кечиш йуналишини ифодалайди. Термодинамик системанинг ташки муҳит билан таъсирлашувининг хусусиятига қараб квазистатик (қайтувчан, мувозанатли) жараенларда энтропия қиймати мусбат ва манфий ишорали, ҳамда нолга тенг бўлиши мумкин, яъни $dS > 0$ - модда иситилипти; $dS < 0$ - модда совитилипти; $dS = 0$ - модда мувозанат ҳолатида.

Энтропия тушунчаси фанга 1865 йил Клазиус киритган. СИ системасида унинг улчов бирлиги Ж/К. Масса бирлигида олинган модда учун улчов бирлиги Ж/(кг·К).

Энтропия ҳам термодинамик системанинг ҳолат йўнқцияси эканлиги сабабли, уни система параметрлари ҳолатининг функцияси сифатида ифодалаш мумкин:

$$S = \xi(P, V); \quad S = \psi(P, T); \quad S = \varphi(V, T) \quad (5.2)$$

Системанинг энтропияси шу системанинг абсолют температураси нолга интилганда аниқлаб бўлмайди. Бундай ҳолат уринли бўлганда, назарий усул билан энтропиянинг абсолют қийматларини ҳам изожаараенларда ҳисоблаб топиш мумкин эмас. Бундай қийинчиликдан факат тажриба йули билан аниқланган натижалар орқали топиш мумкин.

В.Нернст (1906 й) ута паст температураларда моддалар ҳоссаларини урганиб, тадқиқотлар натижасида, **абсолют нол температурада кечадиган ҳар қандай изотермик жараендаги энтропиянинг узгариши нолга тенг** деган ҳулосага келди. Бу ҳолат уринли бўлганида системанинг параметрлари (P, V ва ш.к.) узгариши мумкин.

Бунга В.Нернст принципи еки термодинамиканинг учинчи қонуни дейилади.

Модданинг абсолют температураси нолга яқинлашганса, моддани ташкил этган зарралар ҳаракати деярли тухтайди. Демак, термодинамик системанинг абсолют температураси нолга яқинлашади, аммо мутлақо нолга эришилмайди, яъни модда ҳар қандай ута паст температурага совитилганда ҳам зарраларнинг ҳаракати мутлақо тухтамайди, факат айрим назарий назарий масалалар ечимини топишда шундай шарт қабул қилинади.

М.Планк (1912 й) мазкур масалани статистик физика асосида урганиб, жараен характери қвант ҳоссаларига бориб тақалишини назарий жиҳатдан исботлади. Амалиётда энтропиянинг абсолют қийматидан эмас, балки унинг термодинамик жараенлар узгаришидангина фойдаланилади:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dq}{T} \quad (5.3)$$

Энтропия тугрисида ҳар бир термодинамик жараенда қатнашган система ҳолатлари урганилганда аниқ ва туларок маълумотларга эга бўламиз.

5 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

энтропия - термодинамик системанинг ҳолат функцияси
(entropis - айланиш, узгариш)

ички энергия - моддани ташкил этган зарраларнинг (атом, ион, молекула) илгарилама, айланма, тебранма ҳаракатидаги кинетик ва потенциал (микрозарраларнинг узаро таъсирлануви: атом, электрон қобиги ва унинг ядроси ичидаги) энергияларнинг алгебраик йигиндиси.

Абсолют ноль - термодинамик температура шкаласининг "ноль" нуқтаси учун идеал молекуласининг тартибсиз ҳаракати ҳеки тухтайдиган температура.

Назорат саволлари

1. Ички энергия қандай параметрлар функцияси ?
2. Термодинамик ҳолат узгаргандаги ички энергиянинг температура ва ҳажмга боғлиқ функцияси қайси қурунишда ?
3. Идеал газ учун ички энергия ифодаси ?
4. Вакуумдаги газ молекулар ички энергияси қандай бўлади ?
5. Энтропия нима ?
6. Изотермик жараендаги энтропия қандай бўлади ?

ТЕРМОДИНАМИК ЖАРАЕНЛАР

Газ еки бугнинг солиштира ва тула хажми узгармайдиган жараен изохор жараен деб аталади. Изохор жараенни тасвирлайдиган чизик изохора ($V=\text{const}$) дейилади. Газ еки бугнинг солиштира ва тула босими узгармайдиган жараен изобар жараен деб аталади. Изобар жараенни тасвирлайдиган чизик изобара ($P=\text{const}$) дейилади. Газ еки бугнинг температураси узгармайдиган жараен изотермик жараен деб аталади. Изотермик жараенни тасвирлайдиган чизик изотерма ($T=\text{const}$) дейилади.

Атроф мухит ва газ еки буг орасида иссиқлик алмашмасдан утадиган жараен адиабатик жараен деб аталади. Адиабатик жараен-ни тасвирлайдиган чизик адиабата ($dq=0$) дейилади.

Изожараенларни урганиш асосида ҳар бир термодинамик жараенда бажарилган ишни, система ички энергиясининг узгаришини, сарфланган иссиқлик микдорини аниқлаш билан чекланмасдан, системанинг ҳолат параметрлари орасидаги боғланиш ҳам қараб чиқилади.

ИЗОХОРИК ЖАРАЕН. Системанинг узгармас солиштира хажми $V=\text{const}$ да юз берадиган термодинамик (физик ва кимевий) ҳодисалар мажмуига изохорик жараен дейилади. Жараен тасаввур қилиш ваанглаш мақсадида мисол тариқасида цилиндрнинг энг юқори қисми ва поршень қаллагининг юзаси билан чегараланган ҳажим (ениш камерасига)га иш моддаси (газ ва ҳаво аралашмаси)ни қиритиб, поршенни қузғалмас ҳолатда сақлаймиз. Шундай вазиятда $V=\text{const}$ бўлади (6.1-расм).

Ташқаридан q иссиқлик микдори қиритулгунга қадар газнинг параметрлари P_1 , V_1 , T_1 , бўлади иссиқликни қабул қилгандан сунг эса P_2 , V_2 , T_2 . Икки ҳолат учун ҳолат тенгламасини тузамиз:

$$\begin{aligned} P_1 \cdot V_1 &= R \cdot T_1, \\ P_2 \cdot V_2 &= R \cdot T_2. \end{aligned} \quad (6.1)$$

Тенгликларнинг нисбатларидан Шарль қонуни ифодаси ҳосил бўлади, чунки $V_1=V_2=\text{const}$.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ еки } P_1 \cdot T_2 = P_2 \cdot T_1 \quad (6.2)$$

Демак изохорик жараенларда босимлар нисбати абсолют температуралар нисбатларига тенг бўлади, яъни босим узгариши бу жараендаги абсолют температура узгаришига тугри мутаносибдир.

Изохорик жараен диаграммасини P - V , T - S координаталарида ифодалаймиз (6.2-расм).

Жараенни термодинамиканинг биринчи қонуни асосида қараб чиқамиз. Термодинамиканинг биринчи қонунидан маълумки, системага узатилган иссиқлик микдори q шу система ички энергиясининг узгариши (u_1-u_2) га ва ташқи иш (A) га сарф бўлади, яъни

$$q = (u_1 - u_2) + A \quad (6.3)$$

Бу тенгликни дифференциал шаклида ифодалаб, изохорик жараенда газ бажарган элементар ишни унинг термодинамик параметрларидан фойдаланиб езамиз:

$$Dq = dU + dA = dU + P \cdot dV \quad (6.4)$$

Изохорик жараенда газ хажмининг узгариши $dV = V_1 - V_2 = 0$, уз навбатида $dA = P \cdot dV = 0$ булганлигидан:

$$dq = dU \quad (6.5)$$

Демак, системага берилган dq исиклик микдори шу система ички энергиясини узгаришига сарфланар экан.

Термодинамик системанинг изорорик жараендаги ички энергиясининг узгаришини исиклик сигими оркали ифодалаймиз. Маълумки, 1 кмоль модда массасини 1°C га иситиш учун булган исиклик микдори шу модданинг исиклик сигими дейилади. Юкоридагиларни эътибор этиб (6.5) га $C_v = du/dT$ ни куйиб, изохорик жараендаги исиклик микдорини топамиз:

$$dq_v = C_v dT + PdV = C_v dT = dU \quad (6.6)$$

Изохорик жараенда $T_2 > T_1$ булса, исиклик системага узатилади/ (+q), $T_1 < T_2$ булганда исиклик чиқади (-q). Шу жараендаги энтропиянинг узгаришини аниқлаймиз. Юкоридаги (6.6) тенгликни T га булиб, кейин Клайперон тенгласидан фойдаланиб солиштирамиз:

$$\frac{dq}{T} = C_v \frac{dT}{T} + P \frac{dV}{T} \quad (6.7)$$

еки

$$\frac{dq}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \quad (6.8)$$

чунки

$$\frac{P}{T} = \frac{R}{V} \quad (6.9)$$

Бунда -термодинамик системанинг ҳолат функцияси. $-\frac{dq}{T} = dS$

Демак,

$$dS = S_2 - S_1 = C_p \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \quad (6.10)$$

система (газ) нинг ҳолати чексиз кичик узгаргандаги энтропия узгаришини ифодалайди.

Бу тенгликни интеграллаб, газ ҳолатининг охириги узгариши учун энтропия узгарувчанлиги ифодасини ҳосил киламиз:

$$S_2 - S_1 = C_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (6.11)$$

Изохорик жараенда $V = \text{const}$ булганлиги учун тенгликнинг унғ томонининг иккинчи қисми нолга тенг булади. Унда изохорик жараенда энтропиянинг узгаришини куйидагича езамиз.

$$S_2 - S_1 = C_v * \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (6.12)$$

Энди, изохорик жараенда газ бажарган ишнинг катталигини аниқлаймиз. Термодинамиканинг 1-конунинидан маълумки, $V = \text{const}$ будганда $V_2 - V_1 = 0$ ва $PdV=0$ булган. Демак, изохорик жараенда газ иш бажармайди. Унга узатилган dq иссиқлик микдори термодинамик система (газ) ички энергиясининг узгаришига сарфланади.

ИЗОБАРИК ЖАРАЕН. Узгармас босим остида кечадиган термодинамик ходисалар мажмуи изобарик жараен дейилади. Бу термодинамик жараенда $P = \text{const}$ булиб, газнинг V, T параметрлари киритилган q иссиқлик микдори ҳисобига узгариши мумкин. Юкорида келтирилган мисолдаги цилиндр поршенининг устки юзаси ва цилиндрнинг шифти билан чегараланган ҳажм (ениш камераси) га иш жисми (газ) ни киритамиз ва унга q иссиқлик микдорини узатамиз. Бунда газнинг ҳажми V_1 дан V_2 гача, температураси T_1 дан T_2 гача узгаради. Бу узгариш жараенида поршень узининг мувозанат ҳолатидан чиқади, яъни пастга қараб ҳаракатланади (6.3- расм). Ҳар иккала ҳолат учун жараенинг ҳолат тенгламаларини езамиз:

$$P_1 V_1 = RT_1; \quad P_2 V_2 = RT_2 \quad (6.13)$$

Ҳолат тенгламалари нисбатидан Гей-Люссак конунинг ифодасини ҳосил қиламиз:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ёки} \quad V_1 T_2 = V_2 T_1 \quad (6.14)$$

Изобарик жараен диаграммасининг P - V ва T - S координаталарида тасвирлаймиз (4-расм). Изобарик жараенда системага узатилган иссиқлик микдорини солиштирма иссиқлик сизими орқали изохорик жараендагидек усулдан фойдаланиб езамиз:

$$q_p = C_p (T_2 - T_1) \quad (6.15)$$

Изобарик жараенда энтропиянинг узгариши қуриб чиқамиз. Бунда, ҳудди изохорик жараендаги усулдан фойдаланиб, асосий тенгламаларни топамиз.

Изобарик жараенларда термодинамик системанинг бажарган шининг катталигини жараен бошланишидаги ва охиридаги ҳажмлар айирмасининг босимга қупайтмаси шаклида езамиз ва уни бошланғич ва охириги ҳолатлар ораллигида интеграллаймиз:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} dA = \int_1^2 P dV = \int_1^2 R dT = R(T_2 - T_1) \quad (6.16)$$

Агар температуралар фарқи 1°C булса, изобарик жараенда термодинамик системанинг бажарган иши универсал газ доимийси қийматига тенг бўлади:

$$A = R \quad (6.17)$$

Демак, изобарик жараенда термодинамик системага узатилган иссиқлик микдори асосан шу система ички энергиясининг ортишига ва оз қисми ташқи механик иш бажарилишига сарф бўлади.

Бундай жараен буг машиналарида, дизель двигателларида ва қозонларнинг

утхоналарида учрайди.

ИЗОТЕРМИК ЖАРАЕН

Узгармас ($T = \text{const}$) температурада содир буладиган термодинамик жараен изотермик жараен дейлади. Бу жараендаги термодинамик системани $T = \text{const}$ ҳолат учун қараб чиқамиз.

Системага ташқаридан бериладиган q иссиқлик миқдори унинг ҳолатини узгартиради, система ҳолатларининг тенгламаларини қуйидаги езиш мумкин:

$$P_1 V_1 = RT_1; \quad P_2 V_2 = RT_2 \quad (6.18)$$

$T = \text{const}$ бўлганлиги учун $T_2 = T_1$ Бойль-Мариотт қонунининг ифодаси система ҳолат тенгламаларининг нисбатидан топилади:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{ёки} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (6.19)$$

Узгармас температурадаги берилган газ массаси босимнинг ҳажмига қупайтмаси узгармас қатталиқдир. Изотермик жараеннинг P - V , T - S координатадаги диаграммаси гиперболодан (6.6-расм) иборат. Система ички энергиясининг узгариши $du=0$, чунки $u = \text{const}$. Термодинамик системага узатилган иссиқлик миқдорини термодинамиканинг 1-қонунини езиб унинг таҳлилидан аниқлаймиз. Бу тенглик изотермик жараен асосида қараб чиқилса, $T = \text{const}$ бўлганлиги учун система температурасининг узгариши $dT = T_2 - T_1 = 0$. Унда $C_v dT = 0$ бўлади, чунки $u = \text{const}$. Демак, системага узатилган иссиқлик миқдори dq системанинг P, V ва T параметрларини узгартиради. Яъни бу иссиқлик миқдори газнинг босими ва ҳажмини узгартириб, ташқи таъсир қучига қарши механик иш бажаришга сарфланади:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{ёки} \quad dq_T = PdV = dA \quad (6.20)$$

Изотермик жараенда газнинг изотермик қенгайишидаги энтропиясининг узгаришини (6.20) формулани аниқ ҳолатлар оралиғида интеграллаб аниқлаймиз:

$$dq_1 = \int_{S_1}^{S_2} T dS = \int_{S_1}^{S_2} P dV = A \quad (6.21)$$

ёки

$$A = T \int_{S_1}^{S_2} dS = T(S_2 - S_1) \quad (6.22)$$

Изотермик жараенда системанинг бажарган иши абсолют температура билан энтропия узгаришининг қупайтмасига тенг экан.

АДИАБАТИК ЖАРАЕН

Иш моддаси ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмаган ҳолда унда қечадиган

термодинамик жараен адиабатик жараен дейилади. Бундай жараенда иш моддаси кенгайганда еки сикилганда унинг температурасининг узгариши факат системанинг ички энергияси хисобига содир булади. Ташкаридан системага энергия узатилмайди ва ундан чикарилмайди, яъни $dq=0$. Реал шароитда реал жараенлар мувозанатда була олмайди, шунинг учун адиабатик жараен ҳам булиши мумкин. Маълумки иш жисми билан ташки мухит уртасида содир буладиган исиклик алмашинуви пайитидаги исиклик микдорини узатиш, тез кечадиган жараенларда, жуда ҳам кам булади. Шунинг бундай жараенлар адиабатик деб каралади.

Ташкаридан системага киритилган исиклик микдори $dq=0$ булганлиги учун, шу система энтропиясининг узгариши $ds=dq/T=0$ булади. Демак системада кечадиган жараен адиабатик булса, бундай термодинамик системанинг энтропияси узгармасдир, $S=\text{const}$. Адиабатик жараенда термодинамик системанинг учала параметри P, V, T , бирданига узгариши мумкин. Фараз килайлик, цилиндрдаги поршень каллагига юзаси ва ениш камерасининг шифти юзаси билан чегараланган, унча катта булмаган хажмда (ениш камерасида) 1 кг газ сикилган булсин. Шу иш (гази) жисми ташки мухитдан мутлако изоляцияланган деб фараз килайлик. Иш жисмининг поршень каллагига юзасига берган P босими ташки куч F га тенг ва система мувозанатда, яъни $P=F$ булади.

Бу адиабатик жараенда катнашаётган иш жисмининг бошлангич ҳолатдаги параметрлари P_1, V_1, T_1 булса босим кучи хисобига поршень пастга силжигандан кейинги параметрлари P_2, V_2, T_2 булади (6.7-расм).

Адиабатик жараен учун термодинамиканинг биринчи конунини, газ (иш жисми) параметрлардан фойдаланиб, куйидагича ифодалаш мумкин:

$$dq_a = C_v dt + P \cdot dV$$

Лекин $dq_a=0$ булгани учун уни кайта езамиз:

$$C_v \cdot dT, \quad PdV = 0. \quad (6.23)$$

Адиабатик жараенда газнинг бажарган иши катталиги иш газ ички энергиясининг узгаришига тенг яъни

$$du + PdV = 0 \quad \text{еки} \quad du = -PdV. \quad (6.24)$$

Системага (иш газига) узатилаётган исиклик $dq=0$ булганлиги учун термодинамиканинг биринчи конунини куйидагича езамиз:

$$PdV = -C_v \cdot dT. \quad (6.25)$$

P . Майер тенгламаси ва адиабата курсаткичига, яъни $C_v = R/r-1$, $r = C_p/C_v$ ва $C_p = r \cdot C_v$ га асосланиб, адиабатик жараен учун иш ифодасини еза оламиз:

$$A = [R/k-1] \cdot (P_1 V_1 - P_2 V_2) = (R/r-1) \cdot (T_1 - T_2)$$

Еки

$$A = (1/k - 1) \cdot (P_1 V_1 - P_2 V_2) = (P_1 V_1 / k - 1) \cdot [1 - (V_2/V_1)^k - 1] = P_1 V_1 / k - 1 [1 - (P_2/P_1)^{k-1/k}].$$

ПОЛИТРОП ЖАРАЕН

Система (газ)нинг солиштирма исиклик сизими ($C=\text{const}$) узгармас булган

термодинамик жараен политроп жараен дейилад. Политроп грекча poli- куп ва tropo- йул сузларидан олинган булиб, турли-туман бурилиш, куп бурилиш деган маънони билдиради. Системанинг солиштира исиклик сигими узгармаса деб унинг холат параметирлари узгаради.

Политроп жараен тенгламаси куйидагича ифодаланилади:

$$PV^n = \text{const}, \quad (6.26)$$

бунда $n = (C - C_p)/(C - C_v)$ - политроп курсаткичи. C - политроп жараенда катнашаётган системанинг солиштира исиклик сигими; C_p ва C_v - жараенда катнашаётган система (газ) нинг узгармас босим ва хажмдаги солиштира исиклик сигимлари.

Политроп курсаткичи манфийдан мусбатгача булган кийматларни уз ичига олади. Политроп жараеннинг исиклик сигими $C = \text{const}$ булгандаги холати учун термодинамиканинг биринчи конунини куйидагича еза оламиз:

$$dq = C \cdot dT = C_v dT + PdV \quad (6.27)$$

еки

$$(C - C_v)dT = PdV \quad (6.28)$$

Топилган (6.28) тенглама политроп жараен тенгламаси дейилад:

$$PV^{\frac{C-C_p}{C-C_v}} = PV^n = \text{const}$$

$n = (C - C_p)/(C - C_v)$ - политропа курсаткичи.

Демак политроп жараендаги системанинг холат параметирлари узгармас хам унинг политроп курсаткичи узгармасдан колар экан.

Политроп жараени юкорида караб чикилган изожараенларнинг умумлашган холи деб караш мумкин (6.9-расм). Чунки политроп курсаткичи кийматини манфийдан мусбатгача ораликда узгартириб, изохорик, изобарик, изотермик ва адиабатик жараенлар тенгламаларини хосил килиш мумкин.

Политроп жараенда катнашаётган идеал газнинг исиклик сигими ифодаси

$$C = C_v(n - r)/(n - 1) \quad \text{ни} \quad q = C(T_2 - T_1)$$

тенгламага куйиб хосил киламиз:

$$q = C_v n - r/[n - 1(T_1 - T_2)] \quad (6.29)$$

Демак, политроп жараенда системага келтирилган исиклик микдори шу система абсолют температурасининг узгаришига сарфланар экан шунинг учун C_v , r , n узгармас булганда $C = \text{const}$ булади.

$$S_2 - S_1 = C_v/[n(n-r)] \cdot (\ln P_2/P_1) \quad (6.30)$$

Демак, жараен энтропиясининг узгарувчанлиги системанинг солиштира исиклик сигимига, политропик ва адиабатик исиклик сигимига, политропик ва адиабатик курсаткичларига хамда жараеннинг охирги ва бошлангич параметирлари нисбатларининг логарифмларига боглик экан.

6 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Изобарик жараен - узгармас босим остида кечадиган термодинамик ходисалар мажмуи.

Изотермик жараен - узгармас $T = \text{const}$ температурада содир буладиган термодинамик жараен.

Адиабатик жараен - иш моддаси ташки мухит билан иссиқлик алмашмаган холда унда кечадиган термодинамик жараен.

Политропик жараен - система еки газнинг солиштирма иссиқлик сигими $C = \text{const}$ узгармас булган термодинамик жараен.

Назорат саволлари

1. Изохорик жароаенни тушунтириб беринг ?
2. Изохорик жараенда бажарилган иш, иссиқлик сигими ва энтропиянинг узгариши кандай ?
3. Изобарик жараенда бажарилган иш, иссиқлик сигими ва энтропиянинг узгариши кандай ?
4. Изотермик жараенда бажарилган иш, иссиқлик сигими ва энтропиянинг узгариши кандай ?
5. Политропик жараен деб нимага айтилади ?
6. Политропик жараеннинг хусусий холатларидан кайсиларини биласиз ?

ГАЗЛАРНИ СИКИШ ВА УЗАТИШ*Умумий тушунчалар*

ГАЗЛАРНИ СИКИШ. Газларни сиқиш натижасида унинг ҳажми, босими узғариши билан температураси кутарилиб, иссиқлик ажралиб чиқади. Назарий жиҳатдан газ икки хил процесда сиқилади. сиқиш вақтида ажралиб чиққан иссиқлик ташқи муҳитга тортиб олинса изотермик, агар фақат газни иситиш учун сарфланса адиабатик процесс дейилади.

Изотермик процесда иссиқлик ажратиб олиниб турилгани учун, газнинг ва процеснинг температураси узгармас бўлади. Адиабатик процесда ташқи муҳит билан иссиқлик алмашинмайди. Ҳақиқатда эса сиқиш вақтида ажралган иссиқликнинг бир қисми ташқи муҳитга тарқалади ва қолган қисми газни иситишга сарфланади. Газ политропик процесда сиқилади.

Газларни компрессорларда сиқиш процесларида бажарилган солиштирма ишнинг миқдори T-S диаграмма орқали аниқланади. T-S диаграммада узгармас босим ва температурага тугри келган қийматлар горизонтал чизиклар билан тасвирланган.

Агар диаграммада изотермик процессни курадиган бўлсак, сиқиш давомида газнинг температураси узгармас бўлиб, босимнинг p_1 дан p_2 гача узғариши АВ чизик орқали ифодаланилади (7.1-расм).

Диаграмманинг изотермик қисмидаги солиштирма ишнинг миқдори қуйидагича топилади:

$$Q_{u3} = L_{u3} = T_A \cdot (S_A - S_B). \quad (7.1)$$

Адиабатик процесда сиқиш давомида газ билан атроф -муҳит орасида иссиқлик алмашинмайди ва $dQ = 0$; $dS = 0$. Процесда газ температураси кутарилиб АД вертикал чизик билан ифодаланади. Адиабатик сиқишдаги солиштирма ишнинг миқдори:

$$Q_{ag} = L_{ag} = c_p (T_B - T_A). \quad (7.2)$$

Политропик процесда газ p босимдан p_2 гача сиқилганда T-S диаграммада АС чизик билан ифодаланади. Бунда солиштирма ишнинг миқдори политропик процесда 1 кг газни сиқишда ажралиб чиққан иссиқлик миқдorigа тенг бўлади:

$$Q_{пол} = L_{пол} = (S_A - S_C) \cdot [T_A + (T_C / 2)] + e_p \cdot (T_C - T_A) \quad (7.3)$$

Газларни сиқишдаги талаб қилинадиган қувват сиқишдаги иш миқдорини унинг унимдорлигига купайтмасига тенг бўлади. Изотермик процесс учун:

$$N_{u3} = (L_{u3} \cdot Q_c \cdot \rho) / 1000 \cdot \eta_{u3} \cdot \eta_{мех} \quad (7.4)$$

бу ерда η_{u3} - изотермик процесдаги фойдали иш коэффиценти, $\eta_{u3} = 0,64 \dots 0,78$. Адиабатик процесс учун

$$N_{ag} = L_{ag} \cdot Q_c \cdot \rho / 1000 \cdot \eta_{ag} \cdot \eta_{мех} \quad (7.5)$$

η_{ag} - адиабатик процесдаги фойдали иш коэффиценти. Компрессор механизмларида ишқаланишларидан ҳосил бўладиган исрофлар механик ФИК $\eta_{мех}$ билан ҳисобга

олинади.

ПОРШЕНЛИ КОМПРЕССОРЛАР

Поршенли компрессорлар сикиш даражасига караб бир ва куп боскичли, шунингдек, ишлаш принцигига кура бир ва икки томонлама харакат килувчи булади. Бир боскичли компрессорнинг унумдорлигини ошириш хамда газларнинг сикилиш даражаси 0.4... 0.6 МПА булиши учун куп цилиндрили бир ва икки томонлама сикадиган компрессорлар ишлатилади. Бу компрессорда газ биринчи цилиндрдан кейинги цилиндрга утгани сари босими кутарилиб боради. Компрессорнинг поршени умумий бир иш валига урнатилган. Газнинг сикилиши натижасида унинг температураси бир цилиндрдан иккинчи цилиндрга утганида ортиб боради. Шу сабабли иккита цилиндр орасига совитгичлар урнатилади. 7.2-расимда икки цилиндрли газни бир томонлама сикадиган компрессорнинг ишлаш принципи курсатилган. Бу компрессорларда поршенлар паралел ишлайди ва цилиндр кетма -кет еки паралел битта укка урнатилади.

Газ T_1 температура билан p_1 босимда суриш трубаси оркали биринчи цилиндрга кириб, поршень ердамида p_2 босимга сикилади, уртадаги совитгичда совитилган газ иккинчи цилиндрга кириб, поршень ердамида p_2 еки керакли босимгача сикилади ва узатиш клапани оркали узатилади.

Поршенли компрессорларнинг ишлашини текшириб туриш хамда поршен бир мартта айланганда газларнинг сурилиш ва узатилиш вактидаги босими билан хажмининг узаро богланиши индикатор диаграммасида кайд килинади. Идеал компрессорнинг ишлашини 7.3-расмда тасвирланган p - V диаграмма ердамида куриб чикамиз.

Газлар бир боскичли идеал компрессорда сикилганда процесснинг назарий характеристикаси - босим билан хажмининг богланиши индикатор диаграммасида $abcd$ юза билан тасвирланади; ab -суриш процесси; bc -сикиш процесси; bc -хайдаш процесси.

Назарий процессда компрессорнинг поршени чап чека холатида цилиндр копкогига такалиб келиб, колдик хажим хосил килмайди. Колдик хажм булгани учун газ узатилгандан сунг, шу вактидаек газ сурилади (b, d нукталар). Реал компрессорларда бирор холатни эгаллаган поршень билан цилиндр копкоги орасида доимо муайян хажим колади ва у колдик хажим дейилади. Колдик хажим цилиндр хажмининг 3-5. ини ташкил килади ва у ортиши билан компрессорнинг унуми пасаяди. Газ узатилгандан кейин у яна сурилиши учун ва колдик хажимда колган сикилган газнинг босими суриш вактидаги сикилмаган газнинг босимига тенг булиши учун у кенгайиши керак. диаграммада колдик хажмининг микдори V_k билан ифодаланган (7.3б-расм). Поршен цилиндрида чапдан унга харакат килганида колдик хажимдаги газ кенгайди, унинг хажми катталашиб босими суриш вактидаги босимга нисбатан камрок булгунча пасаяди, бу графиге процес графикда ad чизик билан тасвирланган. Бунда газнинг босими узатиш трубадаги босимга нисбатан юкори булгани учун узатиш клапани очилади (c нукта). Узатиш процесси cd чизик билан ифодаланган.

Худди шунингдек диаграммада пунктир чизик билан газларни сикишдаги назарий изотермик процесс bc чизик билан тасвирланган.

Газлар сикилганда бажарилган ишнинг киймати шу диаграммада тасвирланган процессларнинг юзаси билан улчанади. Газлар изотермик процессда сикилганда энг кам, адиабатик процессда сикилганда эса энг куп иш бажарилиши диаграммадан куриниб турибди. Демак бу диаграмма оркали компрессорларнинг иш унумдорлигини хам аниклаш мумкин.

Поршенли компрессорнинг унумдорлиги вакт бирлиги ичида узатилган газ хажмига тенг:

$$V_o = \lambda \cdot V_n, \quad (7.6)$$

бу ерда V_n - сурилетган газнинг хажми. Бу хажим a_b кесмага пропорционал булиб, иш цилиндр хажмининг улушига тенг; λ –узатиш коэффициенти, компрессорнинг иш унумдорлигидаги барча сарфларни хисобга олади:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_r \cdot \lambda_t.$$

λ_0 - колдик хажимдаги газнинг кенгайиши натижасида цилиндр фойдали хажмининг камайишини хисобга олувчи коэффициент; λ_r - узатилаётган газнинг зич епилмаган поршень клапнлари ва сальниклари оркали сарфланишдаги унумдорликнинг камайишини хисобга олувчи герметиклик коэффициент; λ_t - термик коэффициент, сурилетган газнинг цилиндрнинг исик деворларига тегиши натижасида ва колдик хажимдаги исик газ билан аралашиб кенгайиши хисобига унумдорликнинг камайишини курсатади.

Поршенли компрессорлар юкори фойдали иш коэффициенти эга булиб, улар ердамида газларни кенг интервалда 100 МПа босимгача сикиш мумкин.

Газларнинг бир меъерда узатилмаслиги, унумдорлигининг пастлиги ва клапанларининг куплиги поршенли компрессорнинг камчилигидир.

РОТОРЛИ КОМПРЕССОРЛАР

Бу компрессорлар ҳам поршенли компрессорлар сиингари, иш бушлиги хажмининг камайиши принципида ишлайди. Роторли компрессорлар конструктив белгиларига кура пластина, юмалайдиган роторли, сув халкали, газодувка ва икки роторли компрессорларга булинади.

ПЛАСТИНАЛИ РОТОРЛИ КОМПРЕССОР. Бу компрессор худди пластина, насослар каби ишлайди, улар бир боскичли ва икки боскичли булади.

Пластина, роторли компрессорнинг суриш вақтидаги унумдорлиги куйидагича аникланади:

$$V = 2 \cdot l \cdot e \cdot n \cdot \lambda_0 \cdot (\pi \cdot D - b \cdot z) \quad (7.7)$$

бу ерда l - пластинанинг узунлиги, м; e - роторнинг эксцентриситети, м; n - роторнинг айланишлар частотаси, 1/с еки s^{-1} ; D - кобикнинг ички диаметри, м; b - пластина калинлиги, м; z – пластиналар сони, $z = 30 \dots 40$ тагача булади. λ - узатиш коэффициенти.

Бир боскичли роторли пластина, компрессорларда газлар 0.25...0.5 МПа босимгача икки боскичларда эса 0.8...1.5 МПа босимгача сикилади. Бундай компрессорлардан паст босим ва катта унумдорлик олиш максидида фойдаланилади.

7 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Компрессор - босим остида хаво, газ ва бугларни хайдайдиган машина.

Конденсатор - бугни суюк холатга айлантирадиган иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

Козон - буг ҳосил қилиш учун хизмат қиладиган епик қурилма.

Унумдорлик - вақт бирлигида узатилган суюқлик ҳажми.

Назорат саволлари

1. Термодинамика газларни сиқиш ?
2. Газларни сиқишни $T - S$ диаграммада тасвирлаш ?
3. Газларни сиқиш жараенида сарф буладиган қувват ?
4. Поршенли компрессорлар қандай турлари бор ?
5. Компрессорларнинг ишлаш принципини графикда тасвирланг ?
6. Компрессорларнинг махсус турлари ?

8-маъруза

РЕАЛ ГАЗЛАР ВА БУГЛАРДА РУЙ БЕРАДИГАН ЖАРАЁНЛАР

Реал газларнинг термодинамик параметрлари Ван-дер-Ваальс тенгламалари асосида ифодаланади. Қолган ўрта параметр яъни, энтальпия ва энтропияларнинг

узгариши махсус жадваллардан температурага боғлиқ равишда берилади. Ички энергияни узгариши эса қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U = (i_2 - i_1) - (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Изотермик жараён учун иссиқлик миқдори ва иш қуйидаги тенгламалар билан аниқланади:

$$Q = T \cdot (S_2 - S_1) \quad l = q - \Delta U$$

Изобарик жараёнда иссиқлик миқдори энтальпиялар айирмасига тенг бўлса

$$q_p = \Delta i = i_2 - i_1 \quad (P = \text{const})$$

Изохорик жараёнда иссиқлик миқдори ушбу формуладан топилади:

$$q_v = \Delta U = (i_2 - i_1) - (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Адиабатик жараёнда эса, иссиқлик миқдори ва иш қуйидагича топилади:

$$q_0 = 0; \quad l = -\Delta U = (i_2 - i_1) - (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

Сифат нуктаи назаридан барча моддаларни буглари бир деб қаоралиб улар учун қонуниятлар яхши урганилган сув буги мисолида бугланиш жараёнини таҳлил қиламиз.

а, а₁, а₂ нукталар ҳар хил босимлардаги сувнинг қаттиқ ҳолатидан суюқ ҳолга ўтиши нукталари. Бу нукталарга мос келувчи сувнинг ҳолат параметрлари О инденеси қуйилади. в, в₁, в₂ нукталар ҳар хил босимлардаги сувнинг қайнаш ҳолатини ифодаловчи нукталари.

с, с₁, с₂ -қурук турбинадан буг ҳолатини ифодаловчи параметрлари. Берилган босимда туйиниш температурасига эга бўлган суюқ қисми томчи сифатида умуман қолмаган буга қурук туйинган буг дейилади.

1 - қизик - сувнинг қаттиқ ва суюқ ҳолатларининг чегаравий қизиги дейилади.

II - қизик - сувнинг суюқликнинг чегаравий қизиги дейилади.

III - қурук туйинган бугнинг чегаравий қизикги.

К - сувнинг критик ҳолатини ифодаловчи нукта.

Суюқликнинг чегарасида бугнинг қуруклик даражаси Д га тенг бўлади. Қурук туйинган бугнинг чегаравий қизигида бугнинг қуруклик даражаси х га тенг. Сувнинг 3 нуктасида энтропия ички энергия ҳамда энтальпиялари нолга тенг деб қабул қилинган.

Буглардаги кечадиган термодинамик жараенларнинг асосий курсаткичлари идеал газ конунларига буйсинмайдиган реал газлардаги каби аникланади. Бунда, ҳисоблашлар учун олинадиган термодинамик параметрлар изобарик, изохорик ва изотермик жараенлар учун жадваллардан топилади.

1) Берилган бугнинг солиштирма ҳажми босим ва температурага мос келувчи ута кизиган буг солиштирма ҳажмидан катта булса, яъни ута кизиган буг термодинамик жадвалдан олинади ва $V > V''$.

2) Агарда $V = V''$ булса, у ҳолда қолган параметрлар курук туйинган буг жадвалидан топилади.

3) Агарда, берилган $V = V'$ булса, параметрлар қайнаётган сувнинг термодинамик жадвалидан топилади.

4) Агарда, берилган ҳажм $V_0 < V < V'$ булса, қайнаётган сув ва ута кизиган буг жадвалидан аникланади.

5) Агарда, $V' < V < V''$ булса, унда буг термодинамик жадвалдан олинади.

Адиабатик жараён учун берилган босим ва жараёнга мос энтропияларининг солиштирма йул билан параметрлар олинадиган жадвал танланади.

ОЧИК СИСТЕМАЛАР УЧУН (ОКИМ УЧУН) ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ 1-ҚОНУНИ

Агар, бирор бир канал буйлаб ишчи жисм ҳаракатланса, оқим ҳосил булади. Оқим узлуксиз ва узлукли булиши мумкин. Оқимтермодинамикасини таҳлил қилишда қуйидаги чекланишлар қабул қилинади:

1) оқим қундаланг қесим буйлаб узгарувчан булиб, термодинамик параметрлари ва тезликни узгармас деб қабул қиламиз ва уртача миқдори билан алмаштирамиз.

2) оқим ҳар қандай қесимида вақтдан боғлиқ булмаган ҳолда узгармас параметрлар ва тезликка эга стационар оқим деб қаралади.

3) оқим каналнинг ҳар қандай миқдори юза қесимидан бирлик вақт ичида бир хил миқдордаги модда оқиб ўтадиган узлуксиз оқим деб қаралади, яъни,

$$m = \frac{C_1 f_1}{\vartheta_1} = \frac{C_2 f_2}{\vartheta_2} = \dots = \frac{C_U f_U}{\vartheta_U} = \frac{Cf}{\vartheta}$$

ушбу тенглама оқимнинг узлуксизлик тенгламаси дейилади.

Бу ерда m - модданинг массавий сарфи, кг/с; C, C_1, C_2 - оқим тезликлари, м/с; f - канал қундаланг қесими, м²; v - солиштирма ҳажм, м³/кг.

НАМ ХАВОНИНГ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ

Нам, курук ҳаво ва сув бугларининг аралашмасидан иборат. Қуритиш жараенида нам ҳаво намлик ва иссиқлик ташувчи агент вазифасини бажаради. Айрим шароитларда тутунли газлар еки уларнинг ҳаво билан аралашмаси ишлатилади., бироқ нам ҳаво ва тутунли газларнинг физик хоссалари бир-биридан факат сон қиймати бўйича фарқ қилади.

Нам ҳавонинг асосий хоссалари қуйидаги параметрлар билан белгиланади: абсолют намлик, нисбий намлик, нам саклаш, энтальпия.

Абсолют намлик. Нам ҳавонинг ҳажм бирлигига тугри келган сув бугларининг миқдори абсолют намлик деб аталади ва $\rho_{с.б.}$ (кг/м³).

Агар нам ҳаво совитилиб борилса, маълум температурага етгач, намлик шудринг сифатида ажрала бошлайди. Намликнинг бундай ҳолатда ажралишига тугри келган

температурага шудринг нуктаси деб аталади. Бундай шароитда хаво таркибида максимал микдорда сув буги булади. Хавонинг туйиниш пайтидаги абсолют намлиги ρ_T (кг/м³) оркали ифодаланади.

Нисбий намлик. Хаво абсолют намлигининг туйиниш пайтидаги абсолют намликка нисбати нисбий намлик деб аталади. Хавонинг нисбий намлиги (туйиниш даражаси) процент хисобида куйидаги ифода буйича топилади:

$$\varphi = \frac{\rho_{с\bar{o}}}{\rho_T} = \frac{P_{с\bar{o}}}{P_T} \quad (8.1)$$

бу ерда $P_{с\bar{o}}$ текширилаган нам хаводаги сув бугларини парциал босими, Па; P_T - берилган температура ва умумий барометрик босимда туйинган сув бугларининг босими, Па.

Нисбий намлик хавонинг мухим хоссаси хисобланади. Хаво таркибида намлик канча кам булса, бундай хаво куритиш процессида шунча самарали ишлатилади. Намлик билан туйинган хаводан курутувчи агент сифатида фойдаланиш мумкин эмас. Нисбий намликни аниклаш учун психрометрдан фойдаланилади. Психрометр иккита термометрдан иборат булиб, битта термометрнинг шарчаси доим хуллаб турилади ва у хул термометр деб юритилади. Иккинчиси курук термометр деб аталади. Курук ва хул термометрлар курсатишларининг айирмасы $\Delta t = t_k - t_x$ температуранинг психометрик айирмасы дейилади. Нисбий намлик канча кам булса, хул термометир шарчаси юзасида сувнинг бугланиши шунча тез боради, натижада шарча тезлик билан совийди. Шу сабабли хавонинг нисбий намлиги камайиши билан температураларнинг психометрик айирмасы купаяди. Бу айирма Δt асосида ва психометрик жадваллар еки диаграммалар ердамида хавонинг намлиги топилади.

НАМ САКЛАШ. 1 кг абсолют курук хавога тугри келган сув бугларининг микдори хавонинг нам саклаши деб юритилади. Бу параметр x (кг/кг) еки d (г/кг) билан белгиланади. Хавонинг нам саклаши куйидаги нисбат оркали топилади.

$$X = m_{с\bar{o}}/m_{кх} = \frac{\rho_{с\bar{o}}}{\rho_{кх}} \quad (8.2)$$

бу ерда $m_{с\bar{o}}$ - нам хавонинг берилган хажмидаги сув буглари массаси; $m_{кх}$ - нам хавонинг берилган хажмидаги абсолют курук хавосининг массаси; $\rho_{кх}$ - абсолют курук хавонинг зичлиги.

НАМ ХАВОНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИ. Нам хавонинг энтальпияси I (Ж/кг курук хаво) курук хаво энтальпияси билан шу нам хавода булган сув бугнинг энтальпияси йигиндисига тенг:

$$I = c_{кх} \cdot t + x \cdot i_{y\bar{o}}; \quad (8.3)$$

бу ерда $c_{кх}$ - курук хавонинг солиштирма иссиклик сигими; (Ж/кг.К); $t_{y\bar{o}}$ - хаво температураси, С; $i_{y\bar{o}}$ - ута киздирилган бугнинг энтальпияси, Ж/кг.

Ута киздирилган бугнинг энтальпияси $i_{y\bar{o}}$ (Ж/кг) термодинамикада куйидаги тенглама оркали топилади:

$$i_{y\bar{o}} = r + c_{\bar{o}} \cdot t, \quad (8.4)$$

бу ерда $t = 0^\circ\text{C}$ даги бугнинг энтальпияси, $r = 2493 \cdot 10^3 \text{ Ж/кг.К}$ деб олинса, (8.3) тенгламани куйидагича езиш мумкин:

$$I = 1000 \cdot t + x \cdot (2493 + 1,97 \cdot t) \cdot 10^3, \text{ Ж/кг.курук хаво} \quad (8.5)$$

Демак, нам хавонинг иссиқлик ушлаши (энтальпияси) нам хаво таркибида булган курук хавонинг 1 кг миқдориغا нисбатан олинади.

8 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Энтальпия (юнонча $enthalpo$ - иситаман) - термодинамик системанинг холат функцияси

Намлик - жисм еки модда таркибидаги сувнинг миқдори.

Жарасн - иш, ҳаракат, воқеа, ходисани бориши, оқим ривож.

Буг - иссиқлик таъсирида ҳавога епирилиб чиққан газ.

Нисбий намлик - ҳаво абсолют намлигининг туййиниш пайтидаги абсолют намликка
Нисбати

Абсолют намлик - нам ҳавонинг ҳажм бирлигига тугри келган сув бугларининг
микдори.

Нам саклаш - 1 кг абсолют курук ҳавога тугри келган сув бугларининг микдори

Назорат саволлари

1. Реал газларда термодинамик параметрлар аниқлайдиган формула қандай ?
2. Сув бугининг $P - V$ диаграммадаги богликлик диаграммаси ?
3. Очик системалар учун оқим сарфи ?
4. Нам ҳавонинг абсолют намлиги нима ?
5. Нам ҳавонинг нисбий намлиги нима ?
6. Нам ҳавонинг нам саклаши нима ?
4. Нам ҳавонинг энтальпияси нима ?
4. Нам ҳавонинг абсолют намлиги нима ?

9 - маъруза

ОКУВЧИ СИСТЕМАЛАР УЧУН ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ 1-ҚОНУНИ

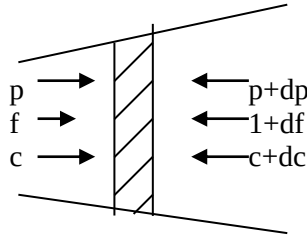
$$Q = \Delta E + L \quad (9.1)$$

ΔE – оқимнинг энергияси; L - оқимнинг иши, оқимни суриб турувчи, техник ва ишқаланиш ишлардан ташкил топади.

$$L = L + L_{\text{тех}} + L_{\text{ишқ}} \quad (9.2)$$

оқимни элементар dt вақт ичида элементар масса микдорини куч ишини тахлил қиламиз:

$$\delta L = (p + dp) \cdot (f + df) / (c + dc) - pfc = d(pv) \quad (9.3)$$



1 кг массали модда оқими суриб турувчи иш куйидагига тенг:

$$\ell = \int_{P_1 V_1}^{P_2 V_2} d(Pv) = P_2 V_2 - P_1 V_1 \quad (9.4)$$

Оқим энергиясининг узгариши:

$$\Delta E = \frac{m(C_2^2 - C_1^2)}{2} + mg(H_2 - H_1) + \Delta U \quad (9.5)$$

m кг газ учун.

$$Q = \frac{m(C_2^2 - C_1^2)}{2} + mg(H_2 - H_1) + \Delta U + (P_2 V_2 - P_1 V_1) + L_{\text{mex}} + L_{\text{шук}} \quad (9.6)$$

1 кг газ оқими учун термодинамиканинг биринчи қонуни.

$$q = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} + g(H_2 - H_1) + \Delta U + (P_2 V_2 - P_1 V_1) + L_{\text{mex}} + L_{\text{шук}} \quad (9.7)$$

Термодинамика 1 - қонунининг дифференциал қурилиши.

$$\delta q = \frac{d(C^2)}{2} + gd(H) + dU + d(Pv) + \delta L_{\text{mex}} + \delta L_{\text{шук}} \quad (9.8)$$

Оқим йулида техник иш бажарилмаган ҳолда ($\delta l_{\text{тех}} = 0$) ҳамда оқимнинг потенциал энергияси ва ишқаланишга сарфланган ишнинг узгаришлари жуда кичик бўлганлиги сабабли :

$$\delta L_{\text{mex}} \quad \delta L_{\text{шук}} \quad gdH$$

0 га тенг деб қабул қилиб қуйидаги тенгликни оламиз :

$$\begin{aligned}\delta q &= \frac{d(C^2)}{2} dU + d(P \mathcal{G}) = \frac{d(C^2)}{2} + d(U + P \mathcal{G}) = \frac{d(C^2)}{2} + di \\ \delta q &= \frac{d(C^2)}{2} + di\end{aligned}\quad (9.9)$$

Бу тенглама окимнинг дифференциал куринишидаги асосий тенгламаси.
агар $\delta q=0$ булса,

$$\frac{d(C^2)}{2} = -di \Rightarrow \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} = i_1 - i_2 \quad (9.10)$$

Окимнинг кинетик энергияси ошган.

ИДИШЛАРДАН СОПЛО ЕКИ НАСАДКА ОРКАЛИ ГАЗ ВА БУГЛАРНИНГ ОКИБ ЧИКИШ ЖАРАЕНИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ.

Газ ва буг сопло еки насадкадан окиб чикиш тезлиги жуда катта булгани туфайли унинг сопло девори билан иссиқлик алмашилиши юз бермайди деб ҳисоблаб, адиабатик деб қаралади. Параметрлари P_1 , v_1 булган газ еки буг босими $P_{tm} < P_2$ булган ташки муҳитга окиб чикиш жараенини қурамыз. Бу жараенда идишнинг ҳажми катта булганлиги сабабли $P_1 = \text{const}$ деймиз.

$$\ell_0 = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} \quad \text{оким бажарган иш}$$

$$\ell_0 = \frac{C^2}{2} \quad \text{с - газ окиб чикиш тезлиги.}$$

$$C = \sqrt{2\ell_0} = 1,44\sqrt{\ell} \Rightarrow \ell_0 = q - \Delta i \quad q = 0 \Rightarrow \ell_0 = i_1 - i_2$$

$$C = 1,44\sqrt{i_1 - i_2}$$

i_1, i_2 - реал газлар ва буглар учун жадвалдан олинади.
Идеал газлар учун:

$$\delta \ell_0 = \frac{d(C^2)}{2} = -\mathcal{G}^* dP \quad \ell_0 = -\int \mathcal{G}^* dP$$

Маълум бир ҳажимга эга булганда $v = \text{const}$ деб

$$\ell_0 = -\int \mathcal{G}^* dP = (P_2 - P_1) = \mathcal{G}(P_1 - P_2)$$

$$C = 1,44\sqrt{\mathcal{G}(P_1 - P_2)} \quad \text{- газ еки бугнинг окиб чикиш тезлиги.}$$

Идеал газларни соплло еки насадкa оркали масса сарфи:

$$m = \frac{C_2 f_2}{g_2} = \frac{C_1 f_1}{g_1} = \frac{C_2 f_2}{g_1} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/k}$$

$$\ell_0 = k\ell = k \frac{P_1 g_1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$$

$$C = 1,44 \sqrt{\frac{k}{k-1} P_1 g_1 \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right)}$$

$$m = 1,44 * P_2 \sqrt{\frac{k}{k-1} \frac{P_1}{V_1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{2/k} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

$\left\{ \begin{array}{l} P_2 = P_1 \\ P_2 = 0 \end{array} \right\}$ бу ҳолларда масса сарфи 0 га тенг булади.

Сопло еки насадкадан оқиб чиқиш жараени критик бўлмаган ҳолларда масса сарфини аниқлаш формуласи:

Энди эса масса сарфи максимум бўлгандаги ҳолатини аниқлаймиз:

$\frac{P_2}{P_1} = \beta$ белгилаб, $(\beta^{\frac{2}{K}} - \beta^{\frac{K+1}{K}})' = 0$ деган шартда максимум булади.

$$\frac{2}{K} \beta^{\frac{2}{K}} + \frac{k+1}{k} * \beta^{\frac{K+1}{K}} = 0 \Rightarrow \frac{2}{K} * \beta^{\frac{2-K}{K}} = \frac{k+1}{k} \beta^{\frac{1}{K}} \Rightarrow \frac{\frac{2}{K}}{\frac{K+1}{K}} = \frac{\beta^{\frac{1}{K}}}{\beta^{\frac{2-K}{K}}} \Rightarrow \frac{2}{K+1} = \beta^{\frac{1}{K} - \frac{2-K}{K}} = \beta^{\frac{k-1}{k}}$$

$$\beta = \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

Босимлар нисбатининг қуйидаги формула ердамида аниқланадиган микдорда эришгандаги газ еки бугнинг оқиб чиқишдаги термодинамик параметирларига оқиб чиқишнинг критик параметирлари дейилади, яни бунда масса сарфи максимал қийматга эришади:

$$\beta_{kp} = \frac{P_{kp}}{P_1} = \left(\frac{2}{K+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

$$C_{kp} = 1,44 \sqrt{\frac{k}{k-1} P_1 V_1 * \left[1 - \left(\frac{P_{kp}}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} = 1,44 \sqrt{\frac{R}{R-1} P_1 V_1 \left(1 - \frac{2}{K+1}\right)} =$$

Менделеев- Клайпейрон тенгламаси буйича:

$$P_1 V_1 = R T_1$$

Адиабатик жараенда :

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P}\right)^{\frac{K-1}{K}} \quad T_{kp} = T_1 \frac{2}{K+1}$$

$$T_1 = \frac{T_2 * (K+1)}{2} \quad C_{kp} = 1,44 \sqrt{\frac{R T_{kp} * k (K+1)}{(k+1)^2}} = \sqrt{0,5 * R T_{kp} * K}$$

Демак,газ еки бугнинг соплдан окиб чиқишдаги термодинамик параметрлар окиб чиқишнинг тезлиги товушнинг махаллий тезликка эришганда узининг кретик кийматига эга булади.

9 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Сопло - конус найча, хаво чиқарадиган сопло.

Насадка - насадка, учлик.

Буг - иссиқлик таъсирида хавога епирилиб чиккан газ.

Критик - критик холатдаги температура
температура

Назорат саволлари

1. Оқувчи системалар учун оқимнинг иши, энергияси қандай аниқланади ?
2. M кг ва 1 кг газ оқими учун термодинамиканинг 1 - қонуни ?
3. $q=0$ бўлганда оқимнинг дифференциал қуринишдаги асосий тенгламаси қандай қуринишда бўлади ?
4. Газлар насадқадан оқиб чиқишида бажарган иши, оқиб чиқиш тезлиги қандай бўлади ?
5. Идеал газ учун сопло еки насадқа орқали масса сарфи нимага тенг ?
6. Газ еки буг насадқа орқали оқиб чиқишдаги масса сарфи ва критик тезликлар аниқлаш формулаларини ёзинг ?

10-маъруза

БУГ КУЧЛИ ҚУРИЛМАЛАР ЦИКЛИКАРНОНИНГ БУГ ЦИКЛИ.

Маълумки, бир хил $T_{\max}$ ва $T_{\min}$ температураларда Карно цикллари энг юқори термик Ф.И.К эга.Шунинг учун ҳам Карно циклига асосланган буг кучли қурилмалар барпо этишга интилади, чунки бу цикл ишчи агентнинг хоссаларига ва турига боғлиқ эмас.Туйинган буг учун Карно цикли 10.1 -расимда келтирилган.

Узгармас босим ва температурада буг қозонида сувдан буг олинади (4-1), сунг буг мошинасида буг адиабатик қенгайтирилади (1-2). Машинада иш бажарган бўлган бугнинг бир қисми бир хил босим ва температурада қондесатцияланади (2-3).

Махсус насос ердамида буг адиабатик сиқилади (3-4).

Шундай қилиб,бундай термодинамик жараён 10.2-расимда қурсатилган қурилмада амалга оширилади.

Қурилма қуйидагилардан ташқил топган.

- 1 - Қозон буг генератори;
- 2 - Буг мошинаси;
- 3 - Қондесатор;
- 4 - Қомпрессор.

Қомпрессор, ишлатиб бўлинган бугни v_3 (3 нукта) ҳажимдан v_4 (4 нукта) ҳажимгача

сикади (10.1 - расм). Ушбу сикишга сарифланган иш $p-4-3-m$ юза билан ифодаланилади. (10.1a-расм). бошлангич параметрлар P_1 ва T_1 ларнинг ошиши еки охирги P_2 T_2 параметрларнинг камайиши бугни сикиш учун сарифланган иш ($p-4-3-m$) юзанинг ортишига олиб келади.

Ишчи жисимнинг бошлангич ортиши ва охирги параметрларнинг камайиши пайитида Карно циклининг ф.и.к. усишига карамасдан, курилма ва исикликни ишлатилишининг иктисодий самарадорлиги камаяди. Бунга сабаб компрессор ишчи хажмининг катталиги, зарарли каршиликлар борлиги йукотишлар туфайли юз беради.

Шундай килиб аввалиги яккол курунган Карно циклида ишлайдиган буг машинанинг авзалликлари, сикиш пайитидаги катта иш сабабли камайиб кетади.

БУГ КУЧЛИ НАЗАРИЙ ЦИКЛ (РЕНКИН ЦИКЛИ)

Агарда, бугни сувга тула конденсатга айланиши даражасига жараен олиб борилса, Карно циклига хос камчиликлар бартараф килинади.

Бундан сунг, хосил булган сув насос ердамида буг генератор-козонга юборилади. Бу цикл биринчи булиб Ренкин кашф этган.

10.3-расмда ушбу цикл тасвирланган. Факат бу схемада компрессор 4 (10.2-расм) урнига сув насоси кулланилади. Буг генератор козонда (1) олинган буг, буг турбинаси 2га келиб тушииб, адиабатик кенгаяди ва иш бажаради. Сунг буг конденсатор (3)га йуналтирилиб, узгармас босим ва температурада тулик конденсацияга учрайди. Кейин насос(4) ердамида козонга юборилади ва у ерда яна буг хосил булади. Конденсаторга келиб тушган бугнинг солиштирма хажми кескин камайиши туфайли (суюк холга утиши сабабли) конденсаторда вакуум хосил булади.

Хосил булган вакуум турбиналарда ишчи жисм янада чукуррок кенгайишига олиб келади.

Бу эса, курилманинг имкониятларидан тула ва унумли фойдаланишга замин булади.

Ренкин циклига биноан, сув Р. босимгача изохора буйлаб эмас, балки адиабата буйлаб насос 4 ердамида сикилади. Шунинг учун солиштирма хажм камаяди, температура эса ортади (10.3-расм, 4.нукта)

Агарда, сувни умуман сикилмаслигини хисобга олсак, унда 3-4' жараен изохорик булиб, 4' нукта 3 нукта билан устма-уст тушади ($S-T$ ва $s-i$ диаграммалар). Изобара чизигини пастки чегаравий чизик билан устма-уст тушишини хисобга олсак, Ренкин циклида бажарилган иш 1-2-3-4-1 юза билан ифодаланади. 4-4' кесма ($v-p$ диаграммада) конденсатни буг генератор - козонда $p=\text{const}$ ва узгарувчан температура булган шароитда иситишга тугри келади.

Юкорида кабул килинган шартларни хисобга олган холда, насос р. босимгача сикиш пайтида сарф булган иш $p-4'-3-m$ юза билан ифодаланади ва ушбу формула оркали топилади:

$$l = v \cdot (p_2 - p_1)$$

Бу иш, буг турбинасида олинганишга нисбатан камрок, шунинг учун уни нолга тенг деб кабул килинади. Конденсатни Карнонинг буг циклида сикиш учун сарфланган иши насос бажарган иш компрессорникидан анча кам.

Карно ва Ренкин цикларида бажарилган ишлар (бир хил бошлангич параметрларда) шуни курсатадики, Ренкин циклида бажарилган иш Карно цикликидан 1,5 баробар ортқидир.

Шундай килиб, Карно цикли Ренкин цикли билан алмаштирилганда, бажарилган иш, яъни конденсатни сикиш учун ортади. Шуни хам таъкидлаш керакки, бир хил параметрларда Ренкин циклининг термик ф.и.к. Карно цикликидан кам.

Хакикатдан ҳам, Карно циклида иссиқлик буг ҳосил килиш жараенига кетади, шунинг учун $q_1 = \dots$

Ренкин циклида сувни иситиш учун (4-4') қушимча иссиқлик сарф булади. Ренкин циклининг ф.и.к.:

$$\eta_t = \frac{L_n}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (10.1)$$

орқали аниқланади. Бу ерда q_1 - циклда берилаётган иссиқлик миқдори; q_2 - циклда ташқарига олинаётган иссиқлик миқдори. Шунинг учун циклининг солиштирма иши

$$L_{ц} = 0,411' \text{ юза} - 0,321' \text{ юза}$$

Демак,

$$L_{ц} = i_1 - i_2 \quad (10.2)$$

$$\text{Циклга берилаётган иссиқлик миқдори}$$

$$q = i_1 - i_3 \quad (10.3)$$

бу ерда i - буг генератор қозонга киришдаги сувнинг энтальпияси. (10.2) ва (10.3) формулаларни (10.1) га қўйсак

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_3} \quad (10.4)$$

(10.4) формула Ренкин циклининг термик ф.и.к. $s - i$ диаграммадан циклининг ф.и.к. қўйидагича топиш мумкин (10.3-расм):

1-2 кесманинг 3-4 кесмага нисбати орқали. Агарда $i_3 = t_k \cdot c_k$, $t_k = t_2 = t_3$); c_k - конденсатнинг солиштирма иссиқлик сизими. Унда:

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - 4,1868 \cdot t_k} \quad (10.5)$$

Буг циклининг иқтисодиу самарадорлиги бир бирлик иш бажариш учун буг ва иссиқлик сарфи билин ифодаланади.

Агарда, буг сарфи d бўлса, унда

$$d = \frac{1000}{\ell_y} = \frac{1000}{i_1 - i_2} \quad (10.6)$$

Иссиқлик сарфи

$$q_1 = d \cdot (i_1 - 4,1868 \cdot t_k)$$

орқали ҳисоблаб топилади.

$$q_1 = \frac{1000}{\eta_t}$$

Одатда Ренкин циклининг ф.и.к. 30-40%. Жараен тахлили шуни курсатадики, Ренкин циклининг ф.и.к. ошириш учун циклга узатилаётган ишчи жисм температурасини кутариш ва циклдан чиқаётган эса унинг температурасини пасайтириш ҳисобиға кутариш мумкин.

10- маърузаға оид таянч суз ва иборалар

Генератор - электр токи ишлаб чиқарадиган машина.

Компрессор - босим остида ҳаво, газ ва бугларни ҳайдайдиган машина.

Конденсатор - бугни суюқ ҳолатға айлантирадиган иссиқлик алмашилиш қурилмаси.

Козон - буг ҳосил қилиш учун хизмат қиладиган епик қурилма.

Буг машинаси - буг ҳосил қиладиган қурилма

Термик ф.и.к. - айланма жараенда иш жисмға узатилган иссиқлик микдорининг фойдали ишға тенг қисмининг узатилган тула иссиқлик микдорига нисбати.

Назорат саволлари

1. Буг қучли қурилма циклини $P - V$ диаграммада тасвирланг ва тушунтиринг (Карно цикли бўйича)

2. Буг кучли назарий цикли (Ренкин цикли буйича).
3. Ренкин ва Карно цикллари орасидаги фарк нимадан иборат ?
4. Ренкин циклида ф.и.к. кандай топилади ?
5. Ренкин циклида иссиқлик ва буг сарфи кандай аниқланади ?

11-мәъруза

ИССИҚЛИК КУЧ КУРИЛМАЛАРИНИНГ ИКТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИНИ ЭКСЕРГЕТИК УСУЛ БИЛАН ТАДҚИКОТИ

Циклнинг термик ф.и.к. фойдали ишнинг жисмга киритилган иссиқлик микдорига нисбати курилишида аниқлаш иссиқликни ишга айланишидаги хақикий самарадорлик тушунчасини беради. Буни шундай тушунтириш мумкин.

Иш тулик иссиқликка айланиши мумкин а циклдаги иссиқлик эса термодинамиканинг 2-конунига асосан, тулик ишга аланмаслиги мумкин. Шунинг учун термик ф.и.к. хақиқатда турли катталикларни сифат микдори хисбатини узида ифода этиб. Факат сон микдор сифатини характерлайди.

Курилма оркали утган ички жисм окими хосил қилган ишнинг нисбати хосил қилиши мумкин булган максимал ишга нисбати иссиқлик куч курилма ф.и.к. деб баҳоланади.

Ишчи жисм ҳолати узгариш жараенлари қайтар булиши мумкин, қачонки иш максимал булади ва жараен охирида ишчи жисм ташки мухит билан мувозанат ҳолатига етади. Яъни унинг параметрлари P_0 ва T_0 га тенг булиб қолади. Албатта бундан сунг ишчи жисмни курилмадан чиқариб ташлаш керак булади. Чунки бундан сунг энергия олиш мумкин булмай қолади.

Бу шундай максимал фойдали ишни, бунда бирлик ишчи жисм P_1, T_1, S_1, I_1 параметрлар қайтар ҳолатидан, атроф мухит билан мувозанатлашадиган ҳолатга, яъни P_0, T_0, S_0, I_0 параметрли ҳолатга утиши эксергия деб номланади. Еки бирлик ишчи жисмни техник ишлай олиши деб номланади.

Газ окими учун термодинамиканинг 1- конуни буйича эксергия учун математик ифода:

$$\int_1^2 dq = i_0 - i_1 + A \quad (11.1)$$

Қайтар жараендаги температуранинг узгариши учун тенглама:

$$\int_1^0 \frac{dq}{T} = S_0 - S_1 \quad (11.2)$$

(11.2) тенгламани T_0 га қупайтириб, натижани (11.1) дан айирсак, қуйидагини хосил қиламиз:

$$\int_1^0 dq - \int_1^0 dq \frac{T_0}{T} = i_0 - i_1 + A - T_0(S_0 - S_1) \quad (11.3)$$

еки

$$\int_1^0 \frac{T - T_0}{T} dq = i_0 - i_1 + A - T_0(S_0 - S_1) \quad (11.4)$$

Ушбу тенгламада A_0 бирлик ишчи жисмининг система оркали утаётганда бажарган иши. Бу A_0 иш узунинг максимал кийматига (е) системадан термодинамик қайтар жараён билан амалга ошсагина етар экан ва бунда ташки мухит билан мувозанат ҳолатга етиб қолса, бу нарса амалга ошади. Агарда ташки иссиқлик манбаи, у кам шу ташки мухитнинг ўзи бўлса, ва қайтар жараённинг кетиши қуйидагича булар экан: аввалига ишчи жисм адиабатик кенгайди (қайтар жараёнда) ва унинг температураси T_0 гача пасаяди.

Сунгра, қайтар кенгайиш жараёни T_0 изотерма бўйича кетади ва бунда ташки мухитдан иссиқлик ютилади. Босим эса, P_0 гача пасаяди. (11.4 тенгламанинг чап қисми жараёни бундай кетишида нольга тенг бўлади), чунки адиабатик ораликда $dq=0$, ва изотермик ҳолатда $T=T_0$ га. Шунинг учун A_0 максимал киймати қуйидаги тенглик билан ифодалаш мумкин:

$$A_0^{\max} = \ell = (i_1 - i_0) - T_0(S_1 - S_0) \quad (11.5)$$

Олинган тенглик шуни курсатадики, эксергия ҳам (энергия сифатида) ҳолат функцияси экан, лекин энергиядан фарқли ҳолатда ташки мухит параметрларига боғлиқ экан. Эксергиянинг узига қослиги шундаки, мувозанатда бўлмаган системанинг функцияси ҳолатида қуриш мумкин ва оқим сифатида иш манбаи деб ҳам ҳисоблаб бўлмайди. Буни шундай тушуниш мумкинки, қўп ҳолларда иссиқлик қўч ва совитгич қурилмаларда ишчи жисми узлуксиз оқими билан иш қурамыз (енилги маҳсулотлари, буг, ҳаво, совитувчи агентлар). Демак, эксергияни факат оқим учун эмас, епик ҳажмлар учун ҳам қуриш мумкин экан.

Оқим эксергиясини 11.1-расмдан $I-S$ диаграммаси оркали аниқлаш осон.

Параметрлари P_1 ва T_1 га тенг бўлган 1 нуктадан қизик утказамиз ва 0 нуктадан горизонтал қизик утказиб, 1 нукта билан қесиштирамиз. 0 нукта мухит параметрлари P_0 ва T_0 ларни беради. 1 - В оралик, энтальпия $i_1 - i_0$ фарқига тенг. Сунг, 0 нуктадан α бурчак остида A_0 уринма қизигини утказамиз.

$$\left(\frac{\partial i}{\partial S} \right)_P = T, \quad \text{is} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = T_0 \Rightarrow \alpha = \arctg \alpha = T_0 \quad (11.6)$$

ушбу формула бўйича температура аниқланса, $i-S$ диаграммада $\operatorname{tg} \alpha = T_0$ ва $\arctg \alpha = T_0$ бўлади. A_0 қизиги «мухит тугри қизиги» номини олади ва $p_0 = \text{const}$ изобарик қизикка 0 уринма бўлиб мухит ҳолатига мос келади. Диаграммадан қуринидаки

$$OB = S_1 - S_0$$

$$AB = (S_1 - S_0) \operatorname{tg} \alpha, \quad \text{яъни}$$

$$AB = (S_1 - S_0) T_0$$

Демак, $1A$ оралик узунлиги $1B$ ва AB кесмалар фарқи бўлиб, мос равишда $[(i_1 - i_0) - T_0(S_1 - S_0)]$ экан, яъни эксергияга тенг экан.

Шундай қилиб p_1 ва T_1 параметрли оқим энергияси, p_0 df T_0 параметрли мухитга нисбатан $i-s$ диаграммада тасвирлаши бўйича, оқим ҳолатини курсатувчи нукта билан «мухит қизиги» орасидаги вертикал ораликдан иборат бўлади.

Эксергия тушунчасини у еки бу исиклик агрегатини анализ килишида ,агрегатни термодинамика мукамаллик даражасини аниклашда анча кулай булар экан.

Мусол учун турбинани куриб чиксак унга T_1 P_1 параметрли ишчи жисм окими киритилмокда ва P_2 ва T_2 параметир билан чикиб кетмокда.Агар жараен агрегат ичида кайтмас булса, унда оким.А микдорда иш йукотади ва у:

$$\Delta A(\ell_1 - \ell_2) - A_{орой} \quad (11.7)$$

e_1 ва e_2 -окимининг агрегат ичига киришда ва чикишдаги эксергияси.

ΔA -йукотилган иш, яъни ишкालаниш ва ташки мухит билан исиклик алмашганда содир булган.

Йукотилган ишнинг булмаслиги, $\Delta A=0$ окимнинг максимал бажарган ишини беради яъни $A\phi=e_1-e_2$, буни (11.2) га тенглаганда:

$$A_{\phiой}^{масс} = \ell_1 - \ell_2 = (i_1 - i_2) + T(S_1 - S_2) \quad (11.8)$$

Лекин окимнинг кайтар адиабатик окими учун:

$$A\phi = e_1 - e_2 = i_1 - i_2$$

Ва бунда йукотилган иш, жараенни кайтмаслигига асосланган холда у:

$$\Delta A = T_0 (S_1 - S_2)$$

Эксергия услуб билан хисоблаш гоёси ана шунга асосланади: ишчи жисм агрегат ичига e_1 эксергия билан киради, фойдали иш бажариб $A\phi$ агрегатдан e_2 эксергия билан чиқади . Ушбу холда йукотилган иш агрегат ичида жараен кайтмас булгани учун (11.5) тенгламадан аникланади. Шундай килиб, ушбу метод агрегат ичида жараенларни кайтариш (кайтар-кайтмаслик) даражаларини аниклашни ташки характеристикалар ердамида, яъни эксергияларнинг агрегатга кириш ва чикишдаги фарклари билан аниклаш мумкин.

Ишчи жисмнинг эксергиясини мос равишда окимнинг исиклик эксергияси ео тушунчаси хам киритилади.

Карно кайтар цикли учун термик ф.и.к. формуласидан

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{A_{\phiой}^{масс}}{q} \quad (11.11)$$

$$A_{\phiой}^{max} = e_q = q \left(1 - \frac{T_0}{T_1} \right)$$

бу ерад T_1 , T_2 - жисм ва мухит температуралари.

(11.11) тенглама исикликнинг ишга айланишини, эксергияга айланиши (e) , яъни T_1 канча катта ва T_0 канча кичик булса, исиклик эксергия e_q шунча катта булади. Агрегатни термодинамик мукамаллиги курсаткичи буйича кийматли бахоланганда, эксергия ф.и.к дан аникланади.

$$\eta_{экс} = \frac{A_{орой}}{e_{кр} - e_{чик}} \quad (11.12)$$

Агрегатлар кайтар жараенларда $A\phi=A\phi$ ва $\eta_{экс}=1$ булади. Фойдали иш бажармайдиган исиклик агрегатларида булади ва шу агрегат ичида жараенларни кайтмаслиги меъерини курсатади. Ифодаси учун e .

эксергияси жисм окими эксергияси билан оким иссиқлиги энергиялари йигиндисидан иборат булади.

ЭКСЕРГИЯ

Охирги даврда термодинамик тахлилнинг эксергетик усули кенг микесда ривожланди ва турли жараенларни баҳолашда кулланилмоқда.

Эксергия сузи икки қисмдан иборат: грек сузи "erg" – иш, куч, "ex" ташқаридан деган маънони билдиради. Биринчи бор бу терминни 1956 йили З.Рант киритди.

Исталган энергия ташувчи оқимлар (сув, буг, кимевий махсулотлар) еки энергия оқимлари (электроэнергия, иссиқлик) бажариши мумкин булган максимал фойдали иш буйича баҳоланади.

Термодинамиканинг қонунларини билишдан мақсад на фақат бирор энергияни бошқа турдаги энергияга айланишини энг самарадор ва қулай босим ва температура оралиқларини олдиндан айтиб бериш термодинамик ҳисоблар утқазишгина эмас, балки махсулотларнинг мувозанат таркибларини ҳисоблаш ва кимевий технологик жараенларни энергетик самарадорлигини ҳам баҳолашдир.

Энергетик ва иқтисодий самарадорли учун бундай тахлил фойдали жойи шундаким, жараенни лойиҳалашнинг бошланғич босқичида унинг перспективлиги еки преспективмаслигини аниқлаш мумкин.

Термодинамик тахлил техник лойиҳа тузишни бошлашдан аввал ушбу жараеннинг перспективми еки йўқми, иқтисодий жихатдан самарали еки йўқми эканлигини аниқлашга имқониятини беради.

Атроф муҳит билан алоқада булганлигини ҳисобга олиб, системанинг максимал иш бажара олиш қобилияти 2эксергия 0еки техник иш бажариш қобилияти дейилади.

Атроф муҳит сифатида нисбатан узғармас Т, Р ва кимевий таркибга эга муҳит тушунилади.

Иш еки иссиқлик ҳолатида энергиянинг атроф муҳитга утса, у унинг энергияси булиб қолади. Атроф муҳит энергия аккумулятори булиб хизмат қилади, аммо унинг улчамлари чексиз булгани ва энергия олишигга қарамай унинг Т, Р, ларри узғармайди.

Демак, атроф муҳит дастлабки моддалар ва махсулот қабул қилувчи манба, лекин у минимал эркин энергияга эга ва иш манбаи була олмайди.

Термодинамик мувозанатдаги система иш бажариш қобилиятини йўқотадаи. Агарда, модданинг ҳолат параметрлари атроф муҳит компонентининг параметрларига тенг булса, иссиқликнинг амалий зарурлиги шунча кам булади.

Модда оқимининг эксергияси ушбу формула орқали аниқланади:

$$E = E_k + E_p + E + E_{oh} + E_j + \dots \quad (13.3)$$

бу ерда E_k ва E_p – кинетик ва потенциал энергия; E – физикавий эксергия; E_{oh} – кимевий эксергия; E_j – ядроная эксергия.

Физик ва кимевий эксергия муҳимдир. Уларнинг йигиндиси E – термик эксергияни беради:

$$E = \Delta E + E_{oh} \quad (13.4)$$

$$E = \Delta I - T_0 \Delta S \quad (13.5)$$

бу ерда ΔI – жараен бошланғич ва охиридаги энтальпиялар фарқи;

S - атроф мухит температурасида реакция махсулотига модданинг утиш давридаги энтропиянинг узгариши.

(3) формула ердамида эксергияни хисоблашда энтальпия ва энтропиялар буйича маълумотларга эга булиш керак. Бу маълумотларни жадваллардан олиш мумкин еки ушбу формулалар ердамида хисоблаб топилади.

Солиштирма энтальпия

$$\Delta J = i_1 - i_0 = \int_{T_0}^{T_1} C_p dT \quad (13.6)$$

Солиштирма энтропия

$$\Delta S = S_1 - S_0 = \int_{T_0}^{T_1} \frac{C_p dT}{T} \quad (13.7)$$

Агарда, ишчи температура интервалларида уртача иссиқлик сигимларининг кийматлари маълум булса, (13.6) ва (13.7) формулалар куйидагича курунишга эга булади:

$$\Delta J = i_1 - i_0 = C_p \int_{T_0}^{T_1} (T_1 - T_0) \quad (13.8)$$

$$\Delta S = S_1 - S_2 = C_p \int_{T_0}^{T_1} \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (13.9)$$

Агарда, ишчи температура оралигида урта солиштирма огирликлар маълум булса, (13.8) ва (13.9) формулалар куйидаги курунишга эга булади:

$$\Delta J = i_1 - i_0 = C_p | (T_1 - T_0) \quad (13.10)$$

$$\Delta S = S_1 - S_0 = \int_{T_0}^{T_1} \frac{C_p dT}{T} + \sum \frac{q_i}{T_i} \quad (13.11)$$

ЭКСЕРГЕТИК Ф.И.К.

Технологик жараенларнинг иктисодий самарадорлигини баҳолаш ва билиш учун моддий ва энергетик ьаланс тенгламаларидан фойдаланилади. Маълумки, энергетик баланс факат энергиянинг микдори нисбатини аниқлайди ва унинг асосида иш унумдорлиги, иссиқлик ташувчи агент сарфи ва ф.и.к. лар топилади. Аммо, у турли физик табиатга ва потенциалга эга булган энергия ресурсларининг сифатига баҳо беролмайди.

Шунинг учун, термодинамиканинг 2-конунига, ҳамда масса ва энергиянинг сакланиш конунларига асосланган энергиянинг сакланиш конунларига асосланган эксергия баланси тузилади.

Эксергетик баланс тенгламаси ушбу куринишга эга:

$$\sum E_{\text{кир}} = E_{\text{чин}} + D \quad (13.12)$$

бу ерда E ва E - кираётган ва чиқаётган энергия оқимлари;
 D - эксергетик йукотилишлар.

Агарда "энергия йукотилиши" мумкин бўлмаса, чунки энергия йукотилиб кетиши мумкин эмас.

Эксергиянинг йукотилиши деганда, диссипация билан боғлиқ бўлган унинг тула йукотилишини тушуниш керак.

Эксергиянинг йукотилишлари Гюи-Стодола формуласидан аникланади:

$$D = T \cdot \Delta S \quad (13.13)$$

бу ерда S - изоляция қилинган система энтропиясининг ортиши.

Агарда, иссиқлик ташувчи агентларнинг энтропияси маълум бўлса, эксергетик йукотилишини оқимларнинг эксергиясини аниқламасдан турб ҳам топиш мумкин:

$$D = T \cdot \Delta S = (S_4 - S_3) - (S_1 - S_2) \quad (13.14)$$

11.1 - расмда, яъни $T - S$ графигида штрихланган турбурчак юзаси эксергия йукотилишидир.

Факат йукотилишлар бўлмагандagina (кайтар жараенларда) эксергиялар йигиндиси жараен бошида ва охирида узгармас бўлади. Кайтмас жараенларда ушбу йигинди жараен давомида камаяди:

$$\eta = \frac{\mathcal{E}''}{\mathcal{E}'}; \quad \eta = \frac{\sum E_{\text{фой}}^{\parallel}}{\sum E^{\parallel}} = \frac{\sum E^{\parallel} - (D_i + D_e)}{\sum E^{\parallel}} < 1 \quad (13.15)$$

бу ерда $\mathcal{E}''$, $E_{\text{фой}}^{\parallel}$ - олиинган энергия ва иш; $\mathcal{E}'$, $E^{\parallel}$ - ишлатилган энергия ва иш.

Ушбу формула эксергетик ф.и.к. деб номланади. Аммо, у хар доим 1 дан кичик бўлиб, идеал системага яқинлик даражасини курсатади.

Эксергетик ф.и.к. ердамида қуйидагиларни амалга ошириш мумкин:

1) бир хил бўлган бир неча жараенларни солиштириб, эксергетик жихатдан энг самаралисини танлаш мумкин;

2) эксергетик ф.и.к. нинг микдорига қараб, жараенни такомиллаштириш керак еки керакмаслигини билиш мумкин;

3) энергия сарфини турли босқичларида жараеннинг самарадорлигига нисбий таъсирини баҳолаш ва турли усулларнинг ф.и.к. курсаткичини яхшилашга таъсирини аниқлаш мумкин.

Шундай қилиб, эксергетик тахлил усули жараеннинг термодинамик жихатдан мукамаллик даражасини аниқлашга имкон беради.

Масалан, аммиак синтези колоннасида энтальпия баланси бўйича энергия йукотилиши нольга тенг. Аммо эксергетик балансдан бошқа хулоса келиб чиқмокда, яъни ушбу колоннада эксергетик йукотилишлар 22,6%. Солиштириш учун, турбинада - 20%, компрессорда - 16%.

11 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Солиштириш иссиқлик сигим	-узгармас брсимли газга узатилган иссиқлик микдорининг шу термодинамик системалар темпера- турасини узгариша нисбати
Эсергия (грекча "ergon"-иш, куч ва "er"-ташеари	-модда ресурси ва энергиясининг иш бажаршига яроклигини аниқловчи катталиқ
Иссиқлик куч қурилма	-еқилги, сув, шамол ва бошқалардан фойдаланиб механик энергия ҳосил қиладиган двигателлар ва ердамчи усқуналар мажмуаси
Кинетик энергия	-механик системанинг, уннинг ташкил қилувчи қисмлари ҳаракати тезлигига боғлиқ энергия
Потенциал энергия	-система умумий механик энергиясининг бир қисми шу система заррачаларининг узаро жойлашишига ва уларнинг куч майдонидаги вазиятига боғлиқ.

Назорат саволлари

1. Эксергия ҳақида нима биласиз?
2. Иссиқлик куч қурилма ф.и.к. деб нима юритилади?
3. Оқим эксергиясини 1-S диаграммада тушунтириб беринг?
4. Оқимнинг қайиар адиабатик оқиши учун йукотилган иш?
5. Оқим энергиясини ифодаловчи формулаларини езинг?
6. Эксергия ф.и.к. ердамида нималарни амалга ошириш мумеин?
7. Эксергиянинг қандай гуруҳлари бор?

ИССИКЛИК УТКАЗИШ АСОСЛАРИ

Умумий тушунчалар

Хар хил температурага эга жисмларда иссиклик энергиясининг биридан иккинчисига утиши иссиклик алмашиниш жараенлари деб аталади.

Иссик ва совук жисмларнинг уртасидаги фарк жараеннинг харакатлантирувчи кучи хисобланади. Температуралар фарки булганда, термодинамиканинг 2-конунига биноан иссиклик энергияси температураси юкори булган жисмдан температураси паст булган жисмга электрон, атом ва молекулаларнинг узаро энергия алмашиниши хисобига содир булади. Жараенда катнашувчи жисмлар иссиклик ташувчи агентлар деб критилади.

Иссиклик утказиш - иссиклик энергиясининг таркалиш конуниятларини урганувчи фандир. Буларга иситиш, совитиш, буглатиш ва конденсациялашлар киради.

Иссиклик таркалишнинг 3 та тури бор: **иссиклик утказувчанлик, конвекция ва иссикликнинг нурланиши.**

1) Бир-бирига тегиб турган кичик заррачаларнинг тартибсиз харакати натижасида юз берадиган иссикликнинг утиш жараени иссиклик утказувчанлик дейилади. Газ еки томчили суюкликларда молекулаларнинг харакати туфайли еки каттик жисмларда кристал панжарадаги атомларнинг тебраниши таъсирида, ехуд металлларда эркин электронларнинг диффузияси окибатида иссиклик утказувчанлик жараенлар содир булади. Каттик жисм ва суюкликнинг юпка катламларида иссиклик асосан иссиклик утказувчанлик оркали таркалади.

2) Газ еки суюкликларда макроскопик хажмларнинг харакати ва уларни аралаштириш натижасида юз берадиган иссикликнинг таркалиши конвекция деб аталади. Конвекция 2 хил булади: эркин ва мажбурий.

Газ еки суюкликларнинг айрим кисмларидаги зичликларнинг фарки натижасида хосил буладиган иссикликнинг алмашиниши табиий еки эркин конвекция дейилади. Ташки кучлар таъсирида мажбурий конвекция пайдо булади.

3) Иссиклик энергиясининг электромагнит тулкинлар ердамида таркалиши иссикликнинг нурланиши деб критилади. Хар кандай жисм узидан энергияни нурлатиш кобилиятига эга. Нурланган энергия бошка жисмга ютилади ва кайтадан иссикликка айланади. Натижада нур билан иссиклик алмашинув жараени содир булади, у уз навбатида нур чикариш ва нур ютиш жараенларидан ташкил топади.

Реал шароитда иссиклик алмашиниш алохида бирор усул билан эмас, балки бир неча усуллар ердамида юзага келади, яъни мураккаб иссиклик утказиш жараенлари амалга оширилади.

Курилмаларнинг ишлаш режимига кура жараенлар икки хил булади: тургун ва нотургун. Узлуксиз ишлайдиган курилмаларнинг турли нукталарида температура вакт утиши билан узгармаса, бундай курилмаларда тургун жараен булади. Нотургун жараенларда температура вакт давомида узгариб туради.

ИССИКЛИК УТКАЗУВЧАНЛИК

Фурье конуни. Бу конунга кура, иссиклик утказувчанлик оркали утган иссиклик микдори dQ температура градиенти (dt/dn) , вактга ва иссиклик окими йуналишига перпендикуляр булган майдон кесими (dF) пропорционалдир, яъни

$$qQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial u} dF^* d\tau \quad (1.1)$$

Агар $Q/F_0\tau = q$ деб олинса, у ҳолда:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial u} \quad (1.2)$$

бу ерда q - иссиқлик оқими зичлиги; λ - иссиқлик утказувчанлик коэффициент.

Иссиқлик утказувчанлик коэффициенти қуйдаги улчов бирлигига эга:

$$\lambda = \left[\frac{dQ^* \partial u}{\partial t^* dF^* d\tau} \right] = \left[\frac{ж^* м}{^0 C^* м^2 * c} \right] = \left[\frac{Вт}{м * K} \right] \quad (1.3)$$

Иссиқлик утказувчанлик коэффициенти иссиқлик алмашилиш юзаси бирлигидан (1 м) ватт бирлиги давомида (τ) изотермик юзага нормал булган 1 м узунликка тугри келадиган температураларнинг фарқи $1^{\circ}C$ га пасайиши вақтида иссиқлик утказувчанлик йули берилоган иссиқлик миқдорини белгилайди.

Иссиқлик утказувчанлик коэффициентининг қиймати модданинг тузилиши ва унинг физик-оқимевий хоссаларига, температура ва бошқа бир қатор катталикларга боғлиқ. Нормал шароитда, яъни температура ва босимда металллар иссиқликни яхши, газлар эса жуда ёмон утказди. Масалан, тоза мис - 394; Ст3 маркали пулат - 52, ҳаво - -,027; томчили суюқликлар - 0,1-0,7; газлар - 0,006-0,165.

Иссиқликни химоя қилувчи материаллар: - 0,006-0,175. Булар ҳаммаси Вт/(м·К) бирликда улчанади.

ТЕКИС ДЕВОРНИНГ ИССИҚЛИК УТКАЗУВЧАНЛИГИ

Калинли δ ва иссиқлик утказувчанлик коэффициенти λ булган, бтр жинсли материалдан тайерланган текис деворнинг иссиқлик утказиши текширамыз. Деворнинг қарама-қарши томонларидаги температуралар t_{d1} ва t_{d2} га тенг, бироқ $t_{d1} > t_{d2}$.

Текис деворнинг иссиқлик утказувчанлик тенгламасини келтириб чиқариш учун дифференциал тенгламадан фойдаланиб, тургун ватт давомида узгармайди деб оламыз. Бундан ташқари, температура майдони бир улчамлидир, натижада температура бир йуналиш, яъни x уқи бўйича узгаради. Бунда,

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0 \quad (1.4)$$

Шундай қилиб, текис девор учун тургун иссиқлик режимида иссиқлик утказувчанликнинг дифференциал тенгламаси қуйдаги қуринишда езилади:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0 \quad (1.5)$$

Бу тенгламани интеграллаш натижасида куйидаги ифодага эга буламиз;

$$\frac{dt}{dx} = C_1 \quad t = C_1 x + C_2 \quad (1.6)$$

Интеграллаш доимийлари C_1 ва C_2 ни чегаравий шартлар оркали топамиз:

$$x = 0 \quad C_1 = t_{21}; \quad (1.7)$$

$$x = \delta \quad C_1 = \frac{dt}{dx} = \frac{t_{\delta 2} - t_{\delta 1}}{\delta} \quad (1.8)$$

Натижада куйидаги тенламани оламиз:

$$t = \frac{t_{\delta 2} - t_{\delta 1}}{\delta} x + t_{\delta 2}$$

тенгламадан куриниб турибдики, тургун иссиқлик режимида текис деворнинг калинлиги буйича температура тугри чизикли куринишида узгаради, температура градиенти эса, бир хил кийматга эга.

Температура градиентининг топилган киймати 1.1 формулага куйиб, текис деворнинг иссиқлик утказувчанлик тенгламасига эришамиз:

$$dQ = \lambda \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{\delta} dF * d\tau \quad (1.9)$$

еки

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) * dF * \tau \quad (1.10)$$

бу ерда $\frac{\lambda}{\delta}$ нисбат деворнинг иссиқлик утказиш кобилияти, тескари киймат эса, $\frac{\delta}{\lambda}$ деворнинг термик каршилигини ифодалайди.

КОНВЕКТИВ ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ

Иссиқликнинг каттик жисм юзасидан субклик мухитга бир йула конвекция ва иссиқлик утказувчанлик усулларида таркалиши еки аксинча, иссиқликнинг суюклик мухитидан каттик жисм юзасига утиши конвектив иссиқлик алмашилиш деб юритилади.

НЬЮТОН конуни.

Бу конунга биноан, иссиқлик алмашилиш юзасидан атроф мухитга берилган (еки аксинча) иссиқлик микдори dQ деворнинг юзаси dF , қаз ва мухит урталаридаги температураларнинг фаркига $t_1 - t_2$, ҳамда жараеннинг давомийлигига тугри пропорционалдир, яъни

$$dQ = \alpha (t_1 - t_2) * dF * d\tau \quad (1.11)$$

бу ерда α - иссиқлик бериш коэффиценти.

Иссиқлик бериш коэффиценти куйидаги улчов бирлигига эга:

$$\alpha = \left[\frac{dQ}{dF * d\varepsilon(t_1 - t_2)} \right] = \left[\frac{\text{ж}}{m^2 * c * C} \right] = \left[\frac{Вт}{m^2 * K} \right] \quad (1.12)$$

Узлуксиз иссиклик алмашиниш жараени учун (1.12) тенглама ушбу курунишга эга,

$$Q = \alpha \cdot F(t_1 - t_2) \quad (1.13)$$

Иссиклик бериш коэффициентининг микдори 1 м² юзасидан суюкликка 1 с давомида температуралар фарқи 1⁰С булганда берилган иссикликнинг микдори билдиради. Бу коэффициентнинг микдори бир катор катталикларга боғлиқ; суюкликнинг тезлиги w , унинг зичлиги ρ , ковшоклиги μ , муҳитнинг физик-химевий хоссаларига, деворнинг улчамлари ва унинг гадир-будурликлигига.

Шундай қилиб иссиклик бериш коэффициентининг қиймати қуйидаги катталикларга боғлиқ экан

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, \varepsilon_0, \dots) \quad (1.14)$$

КОНВЕКТИВ ИССИКЛИК АЛМАШИНИШНИНГ ИССИКЛИК БЕРИШ

Тугри труба ва каналларда ривожланган турбулент оқимда иссиклик бериш. $Re > 10000$.

Суюклик оқими учун ҳисоблаш формуласи қуйидаги курунишга эга:

$$Nu = 0,021 * Re^{0,8} * Pr^{0,43} * \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} * \varepsilon$$

Аниқловчи геометрик улчаш вазифасини эквивалент диаметр бажаради, яъни

$$\ell = d_g = \frac{4f}{\Pi}$$

бу ерда f - оқимнинг кундаланг кесим юзаси; Π - оқим тула периметри.

УТИШ ЗОНАСИДА ИССИКЛИКНИН БЕРИЛИШИ.

$2320 < Re < 10000$ Ҳисоблаш учун аниқ формула булмаганлиги учун, қуйидаги тахминий формуладан фойдаланилади:

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} * Pr^{0,43}$$

ТУГРИ ТРУБА ВА КАНАЛЛАРДА ЛАМИНАР ОҚИМДА ИССИКЛИКНИНГ БЕРИЛИШИ

$Re < 2320$. Эркин конвекциянинг таъсири кам булганда қуйидаги ҳисоблаш тенгламасидан фойдаланилади:

$$Nu = 1,4 \left(\frac{Re d}{L} \right)^{0,4} * Pr^{0,33} * \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25}$$

12 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Иссиклик утказиш - жисм таркибидаги молекула ҳаракати натижа
сида юзага келадиган кинетик энергия, ҳароратни бир жойдан
иккинчи жойга қучирмок.

Температура - сув, ҳаво ҳарорати.

Конвекция - газ еки суюқликларда микроскопик ҳажмларни
ҳарорати ва уларни аралаштириш натижасида юз
берадиган иссиқлик тарқалиши.

Иссиқлик нурланиши - иссиқлик энергиясининг электромагнит тулқинларда тарқалиши

Ватт - электр қувватини улчов бирлиги.

Кондукция - бир-бирига тегиб турган кичик заррачаларнинг
тартибсиз ҳаракати натижасида юз берадиган ис-
сиқликнинг утиши жараёни иссиқлик утказув-
чанлик еки кондукция дейиллади.

Назорат саволлари

1. Иссиқлик алмашиниш жараёни деб нимага айтилади ?
2. Иссиқлик тарқалишининг қандай турлари бор ?
3. Фурье қонунига нимани ифодалайди ?
4. Иссиқлик утказувчанлик коэффициентини нима ва унинг улчов

- бирлиги ?
5. Текис деворнинг иссиқлик утказувчанлигини тушунтиринг ?
 6. Конвектив иссиқлик алмашилиши нима ?
 7. Иссиқлик бериш нима ва унинг улчов бирлиги ?

13 - маъруза

СУЮКЛИКЛАРНИ КАЙНАШИ ПАЙТИДА ИССИҚЛИК БЕРИЛИШИ

Суюқликларнинг кайнаши пайтида иссиқлик бериш жараенида кимевий технологияда (масалан., буглатиш, ректификация, совитиш курилмаларида) кенг кулланилади. Бу жараен жуда мураккаб жараенлар жумласига киради.

Суюқлик кайнаш температурасигача киздирилганда девор якинидаги чегара катлам бузилади, натижада буг пуфакчалари ҳосил булади. Бу пуфакчаларнинг шакли ва уларнинг сони берилаётган иссиқлик миқдорига, иситиш юзасининг тозаллигига ва гадир будурлигига, суюқликнинг иситиш юзасини намлаш қобилиятига боғлиқ.

Буг пуфакчалари маълум улчамга эга булгандан сунг кайнаётган суюқликнинг юзасина чиқади. Пуфакчалар кутарилаётган пайтда унинг ичидаги суюқлик бугланади, натижада пуфакчаларнинг ҳажми катталашиб боради. Шундай қилиб суюқликнинг кайнаш пайтидаги иссиқликнинг берилиши икки қисмдан иборат булади: иссиқликнинг девор орқали суюқликка берилиши, пуфакчаларнинг ички юзасидан бугланиш иссиқлиги орқали иссиқликнинг тарқалиши.

Тадқиқотлар шуни курсатадики, суюқликнинг кайнаш пайтида буг пуфакчалари иситиш юзасининг айрим жойларида (буг ҳосил булиш марказларида) ҳосил булади. Бундай марказлар вазифасини каттик юзадаги гадир будурликлар, ифлосланган заррачалар ва шу қабилар утайди. Иситиш юзасидан ажралиб чиқаётган пайтдаги буг пуфакчаларининг уулчами d . қуйидаги тенгламадан топилади:

$$d_0 = 0,02 * Q * \sqrt{\frac{\delta}{\gamma * \gamma_0}} \quad (13.1)$$

бу ерда δ – суюқликнинг сирт таранглиги, Н/м; γ – суюқликнинг солиштирма оғирлиги Н/м.; γ_0 – бугнинг солиштирма оғирлиги, Н/м³; θ – намланишнинг чегаравий бурчаги.

(13.1) тенглама буйича ҳисоблашдан шу нарса маълум булдики, сувнинг атмосфера босимида кайнаши пайтида иситиш юзасидан ажралиб чиқаётган буг пуфакчаларининг диаметри 2...3 мм га тенг экан.

Суюқликнинг кайнаши икки хил режимда бориши мумкин (пуфакли кайнаш, юпка катламли кайнаш). Пуфакли кайнаш пайтида иссиқлик бериш тезлиги анча юқори булади. Температуралар фарқи Δt ($\Delta t = t_g - t_k$; бу ерда t_g – иситиш юзасининг температураси, t_k – суюқликнинг кайнаш

температураси) ортиб борган сари бугланиш марказлари шундай купайиб кетадики, окибатда пуфакчаларнинг узаро кушилиб кетиши натижасида иситиш юзасининг усти киздирилган бугнинг юпка катлами билан копланди. Бу катлам иссиқликни емон утказганлиги сабабли α нинг киймати камайиб кетади. Бундай ҳолат юпка катлам билан кайнаш деб юритилади.

Пуфакли кайнашда юпка катлам билан кайнашга утишга тугри келган нуктага α ва q нинг критик кийматлари мос келади. Масалан, сув учун $q_{кр}=1,16 \cdot 10^6$ Вт/(м².К); $\alpha=4,6 \cdot 10^4$ Вт/(м².К)

Одатда деворни ута исишдан саклаш ва кайнаш процессини пуфакли режимда олиб бориш учун аппаратларни критик кийматдан кам булган солиштирма иссиқлик сарфи q билан ишлатиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Масалан, сувни ва сувли эритмаларни буглатиш учун $q=9,4 \cdot 10^4$ Вт/(м².К) дан ортик булмаган солиштирма иссиқликни сарфлаш керак.

Катта ҳажмда эркин конвекция билан пуфакли кайнаш режими учун иситиш юзасини намловчи суюқликларда α нинг киймати куйидаги тенгламалардан топилади:

$$\alpha = A * q^{0,7} \quad (13.2)$$

еки

$$\alpha = A^{3,33} * \Delta t^{2,33} \quad (13.3)$$

$$A = 7,77 * 10^{-2} \left(\frac{\rho_{\Pi} * r}{\rho - \rho_{\Pi}} \right)^{0,333} * \left(\frac{\rho}{\delta} \right)^{0,333} * \frac{\lambda^{0,75}}{\mu^{0,45} * C^{0,117} * t_x^{0,37}} \quad (13.4)$$

бунда ρ_n - бугнинг зичлиги, кг/м³; r - буг ҳосил булиш иссиқлиги Ж/кг; t_x - туйиниш температураси, К; $\rho, \delta, \lambda, \mu$ ва C - суюқликнинг физик кимевий катталиклари.

Сув учун (13.2) ва (13.3) тенгламалар анча соддалашади:

$$\alpha = 0,56 * q^{0,7} * p^{0,15} \quad (13.5)$$

еки

$$\alpha = 0,145 * \Delta t^{2,33} * p^{0,5} \quad (13.6)$$

бу ерда p - босим Н/м²

Бугларни конденсацияланаши. Химявий аппаратларда буг оркали иссиқлик беришда буг юпка катлам холида конденсацияланади. Бугнинг конденсацияланиш вақтида асосий термик қаршилик конденсатнинг юпка катламида юз беради. Юпка катламининг девор томондаги температурасини деворнинг температураси t_d га, буг томондаги температурасини эса туйиниш температурасини t_t га тенг деб олинади (расм). Юпка катламининг термик қаршилиги жуда кичик.

Конденсат юпка катламининг режими Рейнольдс сонига боғлиқ: бугнинг конденсацияланишида иссиқлик бериш тезлигига конденсатнинг физик хоссалари (зичлик, ковушоклик, иссиқлик утказувчанлик) деворнинг гадир-будурлиги, деворнинг фазода жойлашниши ва унинг улчамлари таъсир курсатади. Девор юзасидаги гадир-будурликнинг купайиши ва

вертикал девор баландлигининг ортиши билан конденсат катлами пастга караб калинлашиб боради. (расмга қаранг).

Бугнинг конденсацияланишида иссиқлик бериш коэффициентлари куйидаги умумий тенглама ердамида аниқланади:

$$Nu = f(Ga, Pr, K); \quad (13.7)$$

бу ерда

$$Ga = \frac{g \ell^3 \rho^2}{\mu^2} \quad \text{— Галилей критерийси};$$

$$Pr = \frac{c^* \mu}{\lambda} \quad \text{— Прандтл критерийси}$$

$$K = \frac{r}{c^* \Delta t} \quad \text{— конденсацияланиш критерийси.}$$

Галилей критерийси оқимдаги оғирлик кучи ва ишқаланиш кучларининг нисбатини белгилайди. Конденсацияланиш критерийси эса агрегат ҳолатнинг ўзгаришини ифода қилади.

вертикал жойлашган текис еки цилиндрсимон юзада конденсат юпка катламининг ламинар ҳаракати учун куйидаги назарий тенглама чиқарилган:

$$\alpha = 1,154 \sqrt{\frac{\lambda^3 * \rho^2 * r g}{\mu * \Delta t * H}} \quad (13.8)$$

бу ерда d — труба диаметри.

Техникавий ҳисоблашларда, агар иссиқлик беришнинг иккинчи коэффициентлари анча кичик қийматга эга бўлса, конденсацияланаётган сув буги учун иссиқлик бериш коэффициентининг қийматини тахминан куйидаги интервалда олиш мумкин:

$$\alpha = 10000 \dots 12000 \text{ Вт/ (м}^2\text{К)}$$

Горизонтал трубалар урамнинг ташқи юзаларида конденсацияланган буг пастки трубаларга тушган сари конденсат катламининг каллиги катталлашиб боради. Шу сабабли пастки трубалар учун иссиқлик бериш коэффициентлари камайиб кетади. Трубалар урами учун ўртача иссиқлик бериш коэффициентлари куйидагича топилади:

$$\alpha_y = \varepsilon^* \alpha \quad (13.10)$$

бу ерда α — алоҳида олинган горизонтал ҳисобланган иссиқлик бериш коэффициентлари; ε — трубаларнинг урамда жойлашувига ва уларнинг сонига боғлиқ бўлган коэффициент, унинг қиймати график бўйича топилади (13.1- расмга қаранг)

13 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Конденсация - буг еки газнинг суюк холга айланиш жараени

Буг - иссиклик ишлов бериш натижасида хавога ажралиб чикган газ

Кайнаш - иссиклик таъсирида суюклик катламида буг хосил булиш жараени

Назорат саволлари

1. Кандай килиб суюклик катламида буг пуфакчалари хосил булади?
2. Кандай кайнаш режимлари бор ?
3. Пуфакчали кайнаш режими нима ?
4. Пленкали кайнаш режими нима ?
5. Уткинчи кайнаш режими нима ?
6. Конденсация булиш турлари ?
7. Конденсация жараенида иссиклик бериш кандай булади ?
8. Иссиклик бериш коэффициентини ифодаловчи формулалар кандай куринишга эга ?

ИССИКЛИКНИНГ НУРЛАНИШИ

Агар жисмнинг юзасига Q микдорида нурланган иссиқлик тушса, унинг факат бир улуши Q_a жисм томонидан ютилади ва иссиқлик энергиясига айланади, бошқа улуши кайтарилади Q_r ва қолган қисми Q_d эса жисм орқали утиб кетади. Демак:

$$Q_H = Q_d + Q_R + Q_A \quad (14.1)$$

еки

$$\frac{Q_d}{Q_H} + \frac{Q_R}{Q_H} + \frac{Q_A}{Q_H} = 1 \quad (14.2)$$

(14.2) тенгламадаги биринчи бўлинма жисмнинг нурланган иссиқлини ютиш қобилятини, иккинчиси – кайтариш қобилятини, учинчиси эса жисмнинг узидан нурланган иссиқлини утказиб юбориш қобилятини билдиради.

Агар,

$$\frac{Q_A}{Q_H} = A; \quad \frac{Q_R}{Q_H} = R; \quad \frac{Q_d}{Q_H} = D \quad (14.3)$$

десак, қуйидагига эга бўламиз,

$$A + R + D = 1$$

A , R , D ларнинг сон қийматларига кура жисмлар қуйидаги турларга бўлинади:

1) агар, $A=1$ ($R=D=0$) бўлса, у ҳолда жисмга тушаётган нурланган энергиянинг ҳаммаси ютилади. Бундай жисм абсолют қора жисм деб аталади.

2) агар, $R=1$ ($A=D=0$) бўлса, у ҳолда жисмга тушаётган нурланган энергиянинг ҳаммаси кайтарилади. Бундай жисм абсолют оқ жисм деб

аталади.

3) агар, $D=1$ ($A=R=0$) булса, у холда жисмга тушаётган нурланган энергиянинг ҳаммаси жисмдан утиб кетади. Бундай жисм абсолют шаффоф (диатермик) жисм деб аталади.

Табиатда абсолют кора еки диатермик жисмлар йук. A , R ва D лар уртасидаги боғлиқлик жисмнинг табиатига, юзасининг характери ва унинг температурасига боғлиқ. Одатда каттик жисмлар ва суюқликлар учун $D=0$ ва $A+R = 1$ булади. Газлар асосан диатермик жисмлар каторига киради. Реал шароитда жисмлар юзасига нур холида тушаётган энергиянинг бир улуши ютилади, яна бир улуши қайтарилади, қолган қисми эса утказиб юборилади. Бундай жисмлар одатда кулранг жисмлар деб юритилади.

СТЕФАН-БОЛЬЦМАН КОНУНИ. Биро жисмнинг юза бирлиги F дан вақт бирлиги τ давомида тулқин узунлигининг ҳамма интервали буйича нурланган энергиянинг миқдори жисмнинг нур чиқариш қобилияти E деб аталади:

$$E = \frac{Q_H}{F * \tau} \quad (14.4)$$

бу ерда Q_H – жисм томонидан нурланган энергия.

Жисмнинг нур чиқариш хусусиятининг тулқин узунлиги интервалига нисбати нурланиш интенсивлиги дейилади:

$$J = \frac{dE}{d\lambda} \quad (14.5)$$

Охирги тенглама интеграллаш натижасида жисмнинг нур чиқариш хусусияти ва нурланган интервали уртасидаги боғлиқликни аниқлаш мумкин:

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} J * d\lambda \quad (14.6)$$

Нурланиш умумий энергиясининг абсолют температура ва тулқин узунлигига боғлиқлигини Планк назарий қашф этган:

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \frac{C_1 * \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda * T}} - 1} \quad (14.7)$$

(14.7) тенгламадаги доимийлар ушбу қийматларга: $C_1 = 3,22 \cdot 10^{-16}$ Вт/м² ва $C_2 = 1,24 \cdot 10^{-2}$ Вт/м².

Охирги тенгламани ихчамлаштирсак, ушбу боғлиқликни оламир:

$$E_0 = K_0 * T^4 \quad (14.8)$$

бу ерда T – абсолют температура, $K_0 = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴) – абсолют кора жисмнинг нур чиқариш доимийси.

(14.8) тенглама Стефан-Больцман қонуни деб юритилади. Бу қонун Планк тенгламасининг ҳосиласи ҳисобланади. Бу қонунга қура, абсолют

кора жисмнинг нур чикариш хусусияти юза абсолют температурасининг туртинчи даражасига пропорционалдир. Кулранг жисмлар учун бу конун ушбу курунишга эга:

$$E = \varepsilon \cdot C_0 \quad (14.9)$$

бу ерда ε – кулранг жисмнинг нисбий нур чикариш коэффициенти;
 C_0 – абсолют кора жисмнинг нур чикариш коэффициенти.

Кулранг жисмнинг нисбий нур чикариш коэффициенти материалнинг табиати, унинг ранги, температураси, юзасининг ҳолатига боғлиқ бўлиб, унинг қиймати 1 дан кичик бўлади ва 0,055–0,95 чегарада ўзгаради.

КИРХГОФ КОНУНИ. Бу конун кулранг жисмларнинг нур чикариш ва нурни ютиш хусусиятлари ўртасидаги боғлиқликни ифодалайди. Ўзаро параллел жойлашган кулранг 1 ва абсолют кора 2 жисмларни олиб қурამиз.

Бир жисм юзамидан чикарилаган нур иккинчи жисмнинг юзасига тушади. Кулранг жисмнинг ютиш қобилиятини A_1 билан белгилаймиз. Абсолют кора жисм учун $A_2 = A_3 = 1$. Кулранг жисм температурасини абсолют кора жисм температурасидан юқори деб оламиз., яъни $T_1 < T_2$. Бунда кулранг жисмнинг юза бирлигидан нурланиш орқали берилган иссиқликнинг миқдори қуйидагича топилади:

$$q = E_1 - E_0 \cdot A_1 \quad (14.10)$$

Иккала жисмнинг температураси бир хил бўлганда иссиқлик мувозанати юзага келади ($q=0$):

$$E_1 = E_0 \cdot A_1 = 0, \quad \frac{E_1}{A_1} = E_0 \quad (14.11)$$

Натижада ўзаро параллел бўлган бир катор жисмлар учун қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_u}{A_u} = \frac{E_0}{A_0} = f(T) \quad (14.12)$$

ушбу тенглама Кирхгоф конунини ифодалайди. Бу конунга биноан маълум температура учун ихтиёрий бир жисмнинг нур чикариш қобилиятини унинг нур ютиш қобилиятига бўлган нисбати ўзгармас миқдор бўлиб, бу миқдор абсолют кора жисмнинг нур чикариш қобилиятига тенг.

НУР ЧИКАРИШ ОРҚАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШИ

Температураси абсолют нолдан юқори бўлган жисмлар учун нур орқали ўзаро энергия алмашилиши мумкин. Температураси юқори бўлган жисмдан, температураси паст бўлган жисмга ўтган иссиқлик миқдори энергетик баланс орқали аниқлаш мумкин. Масалан:

$$Q_{1-2} = C_{1-2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] * F \quad (14.13)$$

бу ерда Q^{1-2} - биринчи жисмдан иккинчи жисмга нур оркали утган иссиқлик микдори; $F = F_1 = F_2$ - жисмнинг нур чикариш юзаси; C^{1-2} - жисмлар системасининг келтирилган нур чикариш коэффициенти.

Келтирилган нур чикариш коэффициенти куйидаги тенглама оркали топилади:

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \quad (14.14)$$

Каттик жисм ва суюқликларнинг нур энергиясининг хамма тулкин узунлиги интервалида нурни ютиши ва чикариши мумкин, газлар эса, нур энергиясининг айрим тулкин узунликларигина ютиш ва чикариш хусусиятига эга. Газлар нурни бутун хажми буйича ютиши еки чикариши мумкин, шу сабабли нурланиш жараени газ катламининг калинлигига ва газ аралашмаси таркибидаги нур чикариш кобилиятига эга булган газнинг микдорига богликдир.

Газнинг нурланиш иссиқлигини куйидаги тенглама оркали топиш мумкин:

$$Q_r = \epsilon_r * C_0 * \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 \quad (14.15)$$

бу ерда ϵ_r - газнинг нисбий нур чикариш коэффициенти; T_r - газнинг абсолют температураси.

14 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Абсолют кора жисм - жисмга тушаётган нурланган энергиянинг хаммаси ютилади.

Абсолюти ок жисм - жисмга тушаётган нурланган энергиянинг хаммаси кайтарилади.

Шаффоф жисм - жисм юзасига тушаётган нурланган энергиянинг хаммаси жисмдан утиб кетади.

Кулранг жисм - бир жисм юзасидан чикарилган нур иккинчи жисмни юзасига тушади.

Абсолют температура - бошка нарсаларга, ходисаларга богланмай, киес килмайдиган харорат.

Конденсат - буг еки газнинг суюк холга айланиши.

Назорат саволлари

1. Абсолют ок жисм нима ?
2. Стефан-Больцман конуни нимани ифодалайди ?
3. Абсолют кора жисм нима ?
4. Кулранг жисмларда нурлар кандай харакатда булади ?
5. Кирхгофф конуни нима ифодалайди ?

15 - маъруза

ТЕКИС ДЕВОРДАН ИССИКЛИК УТИШИ

Иссиклик алмашилиш жараенларида иссиклик бир мухитдан иккинчиси-сига утади. Купинча иссиклик ташувчи агентлар бир-биридан девор оркали ажратилган. Температураси юкори булган мухитдан температураси паст булган мухитга биро девор оркали иссикликнинг берилиши исси-кликнинг утиши дейилади.

Бунда берилган иссикликнинг микдори Q иссиклик утказишнинг асосий тенгламаси оркали топилади:

$$Q = K * \Delta t_{yp} * F * \tau \quad (15.1)$$

бу ерда K - иссиклик утказиш коэффиценти; t_{yp} - исси ва совук мухит температураларининг фарки; F - мухитларни ажратувчи девор юзаси; τ - жараеннинг давомийлиги.

Узлуксиз ишлайдиган тургун жараенлар учун (15.1) тенгламадан тхисобга олинмайди. У холда,

$$Q = K * \Delta t_{yp} * F \quad (15.2)$$

К - биринчи мухит марказидан ажратувчи деворга иссиқликнинг берилиши яъни девор оркали иссиқлик утказувчанлик ва девор юзасидан иккинчи мухит марказига иссиқлик бериш йуллари оркали утиш тезлигини белгиловчи коэффициент.

К нинг киймати топиш учун иссиқ мухитдан совук мухитга текис девор оркали иссиқликнинг утиш жараенини куриб чиқамиз.

Тургун жараен учун биринчи мухит марказидан деворга берилган, девордан утган ва девордан иккинчи мухит марказига берилган иссиқликнинг микдори узаро тенг, яъни:

$$\begin{aligned} Q &= \alpha_1(t_{f1} - t_{\omega1})F \\ Q &= \frac{\lambda}{\delta}(t_{\omega1} - t_{\omega2})F \\ Q &= \alpha_2(t_{\omega2} - t_{f2})F \end{aligned} \quad (15.3)$$

(15.3) ифодалардан қуйидагиларни олиш мумкин:

$$\begin{aligned} t_{f1} - t_{\omega1} &= \frac{1}{\alpha_1} \frac{Q}{F} \\ t_{f1} - t_{\omega1} &= \frac{\sigma}{X} \frac{Q}{F} \\ t_{\omega2} - t_{f2} &= \frac{1}{\alpha_1} \frac{Q}{F} \end{aligned} \quad (15.4)$$

(15.4) тенгламаларнинг чап ва унг томонларини узаро кушсак,

$$t_{f1} - t_{f2} = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (15.5)$$

еки

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} (t_{f1} - t_{f2}) \quad (15.6)$$

(15.2) ва (15.6) тенгламаларни узаро солиштириб, текис девор учун қуйидаги ифодаларни олиш мумкин:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (15.7)$$

еки

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (15.8)$$

Иссиклик утказиш коэффициентига тескари булган киймат исиклик утишининг термик каршилиги деб юритилади. $1/\alpha_1$ ва $1/\alpha_2$ кийматлар исиклик беришининг термик каршиликларини, δ/λ эса деворнинг термик каршилигини ифодалайди.

Иссиклик утказиш коэффициенти куйидагича улчов бирлигига эга:

$$K = \left[\frac{Q}{F \Delta t_{\text{уп}} \tau} \right] = \left[\frac{\mathcal{K}}{m^2 K^0 C} \right] = \left[\frac{Bm}{m^2 K} \right] \quad (15.9)$$

Шундай килиб, исиклик утказиш коэффициенти K температураси юкори булган мухитдан температураси паст булган мухитга вақт бирлиги ичида ажратувчи деворнинг юзаси 1 м^2 юзасидан мухитлар температуралари фарқи 1°C булганда утказилган исикликнинг микдорини билдиради.

Куп латламли девордан исиклик утиш жараени хар бир катламнинг термик каршиликлари хисобга олинади. Бу холда K нинг киймати куйидаги тенглама билан топилади:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (15.10)$$

бу ерда i - катламнинг тартиб сони; n - катламлар сони.

ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРИНИ ХИСОВЛАШ

Иссиклик алмашиниш курилмаларини лойихалашда улар учун аввал турли хисоблашлар бажарилади:

- а) исиклик хисоби
- б) конструктив хисоблаш
- в) гидроавлик хисоблаш

Курилмаларни исиклик хисоблаш пайтида исиклик алмашиниш юзаси F ни аниклаш учун исиклик ташувчи агентларнинг сарфи, уларнинг дастлабки ва охириги температуралари берилган булади.

Бундай исиклик хисоби натижасида куйидагилар аникланади:

- уртача температуралар фарқи;
- исиклик микдори ва иш жисмларнинг сарфи;
- исиклик утказиш коэффициенти;
- иситиш юзаси.

Иссиклик хисоби гидравлик ва конструктив хисоблашлар билан узлуксиз боғлиқликда олиб борилади.

Узлуксиз ишлайдиган, буг-суклик мухитларига мослаган трубади иситгичнинг исиклик хисобини куриб чикамиз. Куйидаги бошлангич маълумотлар берилган булиши керак:

- 1) Иситилаётган эритманинг микдори G , кг/с.
- 2) Эритманинг концентрацияси C , %.

- 3) Эритманинг бошлангич ва охири температуралари t_6 , t_0 .
 - 4) Иситкичнинг тури – вертикал, горизонтал трубалар, йуллар сони.
 - 5) Иситувчи бугнинг босими P еки температураси t .
 - 6) Пулат трубаларнингички ва ташки диаметри $d_{и}$ ва $d_{т}$.
 - 7) Трубаларнинг узунлиги m .
 - 8) Эритманинг ҳаракат тезлиги w , m/c .
 - 9) Иситиш юзасидан фойдаланиш коэффициенти ϕ .
- Хисоблаш куйидаги тартибда олиб борилади.

1. Иситкичнинг температура шартларини аниқлаш. Туйинган буг босими P га кура унинг туйиниш температураси махсус кулланмалардан топилади. Иситишнинг бошланишида температураларнинг максимал фарки

$$\Delta t_{\max} = t_s - t_0 = \Delta t_{ка}$$

Иситишнинг охиридаги мухит температураларининг минимал фарки: 15.1-расм. Уртача логарифмик температуралар ва уларнинг фаркини аниқлаш.

ва температуралар фаркининг киймати 4.2-расмдан аниқланади.

Агар $\Delta t_{ка} / \Delta t_{ки} > 2$ булса,

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{ка} - \Delta t_{ки}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ка}}{\Delta t_{ки}}} \quad (15.11)$$

$\Delta t_{ка} / \Delta t_{ки} > 2$ булса,

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{ка} + \Delta t_{ки}}{2} \quad (15.12)$$

Иситилаётган мухитнинг уртача температураси:

$$t = t_s - \Delta t_{yp}$$

ii. Иситилаётган эритманинг физик катталикларини топиш. Уртача температура ва C буйича махсус кулланмадаги жадваллардан фойдаланиб берилган иссиқлик ташувчи агентларнинг физик микдорлари топилади:

- 1) ковушоклик μ , $H \cdot c / m^2$ еки ν , m^2 / c
- 2) зичлик ρ , $кг / m^3$
- 3) иссиқлик сизими C , $Ж / (кг \cdot K)$
- 4) иссиқлик утказувчанлик λ , $Вт / (m^2 \cdot K)$
- 5) температура утказувчанлик a , m^2 / c .
- 6) Прандтл сони аниқланади.

III. Иссиқлик микдори, буг ва сув сарфларини аниқлаш. Суюқликни иситиш учун кетган иссиқлик микдори куйидаги тенгламадан топилади:

$$Q = H \cdot G \cdot C (t_0 - t_6) \quad (15.13)$$

бунда $H=1,02 \dots 1,05$ – иссиқликнинг йукотилишини хисобга олувчи коэффициент; G – суюқлик сарфи, $кг / c$; C – иссиқлик сизими, $Ж / (кг \cdot K)$; t_0 – суюқликнинг охири температураси, C ; t_6 – суюқликнинг бошлангич температураси, $^{\circ} C$.

Агар газ еки суюклик совитилаетган булса, совитувчи модданинг микдори куйидагича аникланади:

$$G^I = \frac{G * C(t_o - t_o^I)}{C^I(t_o^I - t_o^I)} \quad (15.14)$$

бу ерда C^I - совитувчи модданинг исиклик ситими; t_o^I - совитувчи модданинг охирги температураси; t_o^I - совитувчи модданинг бошлангич температураси.

Буг сарфи куйидагича топилади:

$$D = \frac{Q}{i - \theta} \quad (4.15)$$

i - иситивчи бугнинг энтальпияси, θ - конденсатнинг энтальпияси, Ж/кг;

$$\theta = t_s - (2...3^\circ C)$$

- махсус кулланмаларда берилган буг босими Р буйича олинади.

IV. Исиклик утказиш коэффициентини аниклаш. Бир ва куп каватли яхлит деворлардан хамда трубанинг ички диаметри ни унинг ташки диаметри га нисбати 0,5 булган шароитда трубалардан исиклик утган пайтда исиклик утказиш коэффициентини куйидаги тенглама билан топиш мумкин:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \sum v_g + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (15.16)$$

Трубалар (цилиндрсимон юзалар) учун исиклик утказишнинг чизикли коэффициенти 1 м труба узунлигига нисбатан олинади ва куйидаги тенглама оркали аникланади:

$$K_k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_u} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_r}{d_u} + \frac{1}{\alpha_1 d_r} \sum \frac{n}{d_3}} \quad (15.17)$$

бу ерда α_1 - исик мухитдан (иситувчи бугдан) деворга исиклик бериш коэффициенти, Вт/(м² К); α_2 - девордан иситилаетган мухитга исиклик бериш коэффициенти, б - девор катламининг калинлиги, м; λ - алоҳида олинган девор катламининг исиклик утказувчанлиги, Вт/(м К); -

девор катламларининг умумий термик каршилиги; $\sum \frac{\delta}{\alpha}$ - ифлосликларнинг термик каршилиги, м; d_3 - трубанинг ифлосликлар билан копланган диаметри.

Исиклик бериш коэффициентлари ва критериал тенгламалар ердамида топилади. Масалан, бизнинг мисол учун бугдан деворга берилаётган исиклик бериш коэффициенти куйидаги тенглама билан аникланади:

$$\alpha = 1,154 \sqrt{\frac{\lambda^3 * \rho^2 * r * g}{\mu * \Delta t * H}} \quad (15.18)$$

Конденсатнинг физик-химиявий катталиклари λ, ρ, μ , юпка катлам (пленка) нинг уртача температураси буйича топилади. Конденсацияла-ниш иссиқлиги туйиниш температураси га караб аниқланади. Температу-ралар фарқи куйидаги айирмага тенг:

$$\Delta t = t_T - t_g$$

Бу ерда t_g - деворнинг температураси; H - вертикал юзанинг ба-ландлиги.

Агар иситиш трубалари горизонтал булса, бунда бугнинг труба деворларига иссиқлик бериш коэффициент куйидагича аниқланади:

$$\alpha = 0,724 \sqrt{\frac{\lambda^3 * \rho^2 * r * g}{\mu * \Delta t * d}} \quad (15.19)$$

бу ерда d - трубанинг диаметри.

Деворлардан иситилаерган мухитга иссиқлик бериш коэффициент харакат режимга кура хар хил критериял тенгламалар ердамида топи-лади. Хисоблаш тенгламасини топиш учун аввал Рейнольдс критерийси аниқланади:

$$Nu = 0,023 * Re^{0,8} * Pr^{0,43} \quad (15.20)$$

Агар $2300 < Re < 10000$ булса:

$$Nu = 0,008 * Re^{0,9} * Pr^{0,43} \quad (15.21)$$

Агар ламинар режимда $Re < 2300$ булса:

$$Nu = 0,17 * Re^{0,33} * Pr^{0,43} * Gr^{0,1} \quad (15.22)$$

Сунгра α нинг киймати Нуссельт критерийси оркалди топилади:

$$Nu = \frac{\alpha * \ell}{\lambda}$$

V. Иситиш юзасини топиш. Иситгичнинг иситиш юзаси иссиқлик ут-казишнинг умумий тенгламасидан топилади:

$$F = \frac{Q}{K * \Delta t}, m^2$$

Бу юза учун кабул килинган иситгичнинг схемаси трубаларнинг диаметри ва узунлигига кура жойлаштирилади. Иситиш юзасини жойлаш-тириш иситгичнинг конструктив юзасини ташкил этади.

15 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Иссиқлик утказиш - температура юкори булган мухитдан температура паст булган мухитга вақт бирлиги ичида ажратувчи деворнинг 1 м² юзасида мухитлараро температуралар фарқи 1 С булганда утказилган

иссиклик микдори.

Термик каршилиқ - иссиклик утказиш коэффициентига тескари булган киймат.

Иссиклик алмашилиш- хар хил температурага эга булган жисмларда иссиклик энергиясининг бирдан иккинчисига утиши.

Иссиклик утиши - иссикликнинг температураси юкори булганмухитдан температураси паст булган мухитга ажратувчи девор оркали утиши.

Пленка - юпка катламли суюклик.

Режим - идора усули.

Назорат саволлари

1. Иссиклик алашилиш жараенлари кандай амалга оширилади?
2. Иссикликни утиши деганда нимани тушунаси?
3. Иссиклик утишининг термик каршилиги нима?
4. Иссиклик утказиш коэффициенти кандай улчов бирлигига эга?
5. Иссиклик микдори буг ва сув сарфлари кандай аникланади?
6. Иссиклик алмашилиш курилмаларини хисоблаш кайси кетма-кетликда хисобланади?

16 - маъруза

ЕКИЛГИ ВА УНИНГ ЕНИШ УСУЛЛАРИ

Асосий таркибий кисми углероддан иборат енувчи модда екилги дейилади. Кимевий реакциянинг жадал бориши натижасида екилги узидан иссиклик чикаради. Екилгига куйидаги талаблар куйилади: ениш вактида куп микдорда иссиклик чикариш; ениш махсулотида табиатги зарар етказадиган моддалар микдорининг кам булиши; тез ва тула ениши; казиб олиш арзон булиши ва кайта ишлаш хамда транспортда бир жойдан иккинчи жойга кучиришнинг осон булиши. Екилги казиб олиниси еки таъйерланишига кура табиий ва сунъий булади. Табиатда ишлатишга тайер

холда мавжуд булган екилгилар табиий екилгилар дейилади. Казиб олин-
надиган тошкумир, енувчи сланецлар, торф, нефть, газ, утин, кишлок
хужалиги ишлаб чиқариши чиқиндилари табиий екилги хисобланади. Та-
биатдаги екилгиларни еки умуман моддаларни қайта ишлаш натижасида
олиннадиган екилгилар сунъий екилгилар дейилади. Буларга кокс, кукун
холатигача майдаланган каттик екилги, брикетлар, егоч кумири, бензи-
н, керосин, соляр мойи, газойль, мотор мойи, мазут, домна ва кокс
батареяси газлари ва табиий газни қайта ишлашда олинган газлар ки-
ради.

Екилги каттик, суюк ва газ ҳолатида бўлади. Каттик екилгига
тошкумир, торф, енувчи сланецлар, кокс, егоч кумири ва ш.к. қиради.
Суюк екилгига нефть ва нефть маҳсулотлари (бензин, керосин, соляр
ва мотор мойлари, газойль, мазут, козон қурилмаси) екилгиларини ки-
ритиш мумкин. Газ екилгисига – кокс ва домна, генератор, нефтни
қайта ишлаш заводлари газлари, пропан, ацетилен, тошкумир казиб
олишда олиннадиган газлар ва ш.к. мисол бўлади.

Екилги тарки органик ва минерал моддалардан иборат бўлади. Ор-
ганик моддаларга углерод (C), водород (H), кислород (O), азот (N)
ва олтингугурт (S) қиради. Бу кимевий элементлар ва улар бирикмала-
рининг микдори турли хил екилгида турлича бўлади. Масалан, нефть ва
унинг маҳсулотлари таркиби асосан углерод ва водороддан ташкил топ-
ган.

Екилгининг агрегат ҳолатидан қатъи назар, унинг таркибидаги
углерод ва водород асосий бўлиб, суюк екилгида уларнинг микдори 85
– 87 %, каттик екилгида эса 50 – 90% ни ташкил этади. Кислород эле-
ментининг микдори каттик екилгида 6,5% гача, суюк екилгида эса 25%
гача этади.

Газдаги водород ва углероднинг умумий микдори 0,3 дан 9%5 га-
ча. 2 бирикма ҳолида, яъни метан (CH) гази қурилишида купрок учрай-
ди.

Екиогининг табиатда ҳосил бўлиш даврида унинг таркибий қисми-
даги кимевий элементлар микдори ҳам озғариб боради. Айрим кимевий
элементлар микдори камайса, айримлариники ортади. Хусусан, екилги
енишининг ортиб бориши унинг таркибидаги углерод микдорининг купа-
йишига олиб келади. Масалан, антроцид таркибида 93% углерод бўлса,
егочда 40% ташкил этади.

Екилгининг таркибий қисми фоиз (%) ларда ифодаланади, яъни
унинг иш, курук, енувчи, органик қисмларни ташкил қилган кимевий
элементлар егиндиси ҳар бир ҳолат учун 100% қабул қилинади:

екилгининг иш қисми

$$C^U + H^U + O^U + N^U + S^U + A^U + W^U = 100\% \quad (16.1)$$

курук масса қисми

$$C^K + H^K + O^K + N^K + S^K + A^K = 100\% \quad (16.2)$$

енувчи масса қисми

$$C^e + H^e + O^e + N^e + S^e = 100\% \quad (16.3)$$

органик масса қисми

$$C^o + H^o + O^o + N^o = 100\% \quad (16.4)$$

Екилги таркибида углерод қанча куп бўлса, кислород шунча кам
бўлади ва аксинча. Кислород микдорининг екилги таркибида ортиши
унинг иссиқлик беришини пасайтиради. Екилги таркибидаги кимевий
элементларнинг реакцияга кириши (ениши) да ҳар хил микдордаги иссиқ-
лик ажралади.

Турли хил екилгининг кимевий таркиби турлича бўлиши мумкин (5
ва 6 – жадваллар).

Кам микдорда водород газы сувни электролиз килиш усули билан олинади ва илмий-тадқиқот лабораторияларида кулланилади. Табиий ва суний газ екилги сифатида саноатнинг турли тармоқларида, автомобилда, авиацияда охириги 10 йил мобойинида кенг кулланилмоқда.

Екилги тури	Екилги таркибидаги енувчи элементлар			
	C ^e	H ^e	O ^e	S ^e
Егоч	50	6	43	0
Торф	53-62	5,2-6,2	32-37	0,1-0,3
Кунгир кумир	62-72	4,4-6,2	18-27	0,5-6,0
Тошкумир	75-90	4,5-5,5	4-16	0,6-6,0
Антрацит	90-96	1,0-2,0	1-2	0,5-7,0
Нефт	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0

Екилги турлари.

Каттик екилги. Екилги массаси енувчи кисмининг таркиби узгармас катталиқ булиб, унинг асосий характеристикаси хисобланилади. Ундаги намлик ҳамда кул микдори узгарганда ҳам унинг характеристикасига салбий таъсир килмайди. Турли хил екилгиларда енувчи масса микдори хар хил булади. Шунинг учун ҳам уларнинг иссиқлик бериш хусусияти турличадир.

Енувчи масса таркибига кирган кимевий элементлар реакцияга киришида (ениши) да ажралиб чиқадиган иссиқлик микдори ҳамма элемент учун бир-хил эмас. Бир кг углерод тула энганида CO₂ ҳосил булади ва 32,8 МЖ иссиқлик микдори ажралади. 1 кг водород энганида 12,56·10⁴ КЖ иссиқлик ажралади ва х.к.

Ениш жараенининг тулалигини таъминлаш ениш камерасига узатиладиган атмосфера хавосининг микдорига боғлиқ. Хавонинг куп еки камлигига караб кимевий реакция вақтида турли туман захарли ва захарсиз кимевий бирикмалар ҳосил булади. Масалан, хаво етарли болмаганда углерод кислород билан тула реакцияга киришаолмаганидан захарли углерод оксиди CO ҳосил булади. Екилгидаги олтин гугуртнинг реакцияга киришишидан эса сульфид ангидриди SO₂ ҳосил булади. У екилги таркибидаги намликдан вужудга келадиган сув буги билан бирикиб сульфат кислотаси H₂SO₄ га айланади.

Ҳосил булган H₂SO₄ металл сиртларини занглатиб емиради, бу ички енув двигателларида салбий таъсир курсатади.

Суюқ екилги асосан нефтни 300-370⁰ С киздиришдан ҳосил булган бугини хар-хил фракцияларга ажратиш ва уларни конденсациялаш (суюклантириш) йули билан олинади: суюклантирилган газ 1%, бензин 15% атрофида (суюклантириш температураси t_c=30-180⁰ С), керасин 17% атрофида (t_c=120-300⁰С), соляр мойи 18 % атрофида (t_c = 180-350⁰ С) ва мазут 45% (кайнаш температураси t_c = 330-350⁰ С) ҳамда қолдиқ масса 4% атрофида булади.

Мазутни юкори босим остида юкори температурагача киздириш йули билан ундаги огир молекуларнинг парчаланиши натижасида енгил суюқ максулотлар олинади. Мазут 84-86 % гача углерод (екишга яроқли) ва 10-12 % водороддан ташкил этган булиб, у мотор екилгиси еки қозон қурилмаси екилгиси сифатида ишлатилади.

Газ екилгиси, асосан табиий газ болиб, унинг таркиби метан (боткок газы) CH₄, водород H₂, азот N₂, юкори даражадаги углерод бирикмалари CN, углерод оксиди CO, карбонат ангидриди CO₂ дан ибор-

рат.

Екилгининг ениши ва ортикча хаво коэффициенти

Екилгининг ениши учун албатта атмосфера хавоси зарур булади. Унинг микдори куп еки кам булишига караб кимевий реакция (ениш) жадал еки суст булади. Уз навбатида, ениш махсулоти таркибидаги захарли газларнинг микдори хам кенг ораликда болади.

Малумки, екилги таркибидаги С, Н реакцияга киришиб охири CO₂, H₂O ва SO₂ хосил булиши билан тугайди.



12 кг С (углерод)нинг тулик реакцияга кириши учун 32 кг кислород керак булади. Шунда 44 кг CO₂ хосил булади, 32 кг олтин гугуртнинг тулик реакцияга кириши учун 32 кг кислород керак булади, бунда 64 кг SO₂ хосил булади; 2 кг водородни ениши учун 16 кг кислород керак булади, шунда 1 кг сув буги хосил булади ва ш.к.

Екилгининг енишида асосий оксидловчи модда хисобида кислород еки атмосфера хавоси олинилади. Екилгининг тула ениши учун зарур булган атмосфера хавосининг микдори назарий жихатдан хисоблаб топилади. Малумки, кислороднинг нормал шароитдаги зичлиги $\rho = 1,43 \text{ кг/м}^3$ ва унинг атмосфера хавосидаги улуши 23,15% ташкил этади.

Утхонада киттик еки суюк екилгининг 1 кг тулик ениши учун зарур булган кислород микдори куйидаги тенгликдан топилади (кислород-екилги нисбатидан):

$$q_{\text{кн}} = (2,67C^U + 8H^U + S^U + O^U) : 100\% \quad (16.5)$$

бунда 2,6 ва 8 сонлари тегишлича 1кг углерод ва 1 кг водороднинг тулик ениши учун зарур булган O₂ микдори, кг; $q_{\text{кн}}$ - кислороднинг назарий микдори, кг.

1кг екилгининг тулик ениши учун зарур булган хаво массаси куйидаги ифодадан топилади:

$$m_{\text{кн}} = \frac{q_{\text{кн}}}{28,15} * 100 = 0,015C^U + 0,344H^U + 0,043(S^U - O^U) \quad (16.6)$$

бунда - назарий хисобланган хаво массаси, кг; 23,15 - бирлик хажмдаги хаво таркибидаги кислород микдори, %; =100% иш екилгисининг енувчи кисми, %; $2,67/23,15 = 0,115$; $8/23,15 = 0,344$; $1/23,15 = 0,043$ сонлар С, Н, S микдорларининг хаводаги O₂ улушига нисбатлари.

Назарий хисобланган хаво массасини хажмий бирликларда ифодалаш учун $m_{\text{кн}}$ ни хаво зичлигига (нормал шароитда) $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$

$$V_{\text{хн}} = \frac{m_{\text{хн}}}{\rho_{\text{х}}} = 0,089C^U + 0,0266H^U + 0,033(S^U - O^U) \quad (16.7)$$

бунда - 1 кг екилгининг тулик ениши учун зарур булган атмосфера хавосининг назарий хажми, м³/кг.

Бир килограмм (еки метр куб) екилгининг тулик енишини таъминлаш учун реал шароитларда зарур булган назарий хаво микдори хисоблаб топилади. Аммо реал шароитда утхоналарни жуда такомиллаштирганимизда хам назарий хаво микдори етарли булмайди.

Хаво таркибидаги кислород атомларининг хаммаси екилги билан тулик реакцияга киришишга улгурмасдан ениш махсулоти (тутун)га аралашиб ташкарига чикиб кетади. Шунинг учун га нисбатан купрок хаво микдори керак булади ва у куйидаги тенгликдан хисоблаб топилади:

$$V_{xH} = 0,01(2,67C^U + 8H^U + S_{S+K} - O^U)0,21*1,43 \quad (16.8)$$

бунда 0,01 - екилги таркибидаги кислород улуши; - органик ва колчедан S; 0,21 - нормал шароитдаги курук хаводаги кислород улуши.

Тула ениш учун зарур булган хакикий хаво микдорининг назарий хисоблаб топилган микдорига нисбати ортикча хаво коэффиценти дейилади ва у куйидагича ифодаланади:

$$\alpha_{x_1} = \frac{V_x}{V_{xH}}$$

нинг катталиги екилгининг турига, агрегат холатига, реакция кечадиган шароитга, екиш усулига, утхона (камера) конструкциясига ва бошкаларга боглик. канча кичик булса, ениш жараени шунча тежамли булади, аксинча, екилги чала енади ва утхонанинг хамда у билан боглик булган курилмаларнинг ФИК камаяди.

Такомиллашган утхоналар учун $\alpha = 1,05 - 1,1$ булса, такомиллашмаганлари учун 1,3-1,5 га тенг.

16 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Ениш исиклиги - иш екилгисининг бирлик массаси тула енганда ажралиб чиккан исиклик микдори.

Екилги - асосий таркибий кисми углероддан иборат енувчи модда.

Кокс - табиий екилгини ва баъзи нефть махсулотларини кокслаш натижасида хосил булган каттик колдик 90-98% углеродга эга.

Енмок - аланга хосил килмок.

Агрегат - мураккаб машиналарнинг маълум вазифасини бажарувчи мослама.

Суюклик - окиб, узи ишгол килиб турган идиш шаклини олиш.

Газ - зарралари кучсиз боғланган ва узи ишгол килган бушликни бир текис тулдириб туради.

Назорат саволлари

1. Екилги нима?
2. Табиий екилги нима?
3. Екилги неча хил куринишга эга?
4. Екилги факат кандай шароитда ена олади?
5. Водород гази кандай усул билан ажратиб олинади?
6. Екилгининг иш, курук масса, енувчи масса ва органик масса кисмлари кандай ифодаланади?
7. Екилгини кандай екиш усуллари бор?

УТХОНА КУРИЛМАЛАРИ ВА ЕКИШ УСУЛЛАРИ

Екилгининг ениш жараени кечадиган курилма утхона дейилади. Ениш жараенининг боришини таъминлайдиган ва бошқарадиган ускуналар мажмуи утхона курилмаси дейилади.

Конструкциясига кура утхонада каттик, суюк ва газ екилгилари екилади. Каттик екилги табиатда қандай пайдо бўлган бўлса, шундайлигича, булакчаб кукун холига келтирилиб екилади. Утхона курилмаларини лойихалашда энг аввал екилгининг тежаб екилишига, ениш махсулотларидаги тутун ва оксидловчи ҳаво оқими йулларининг тугри ташкил қилинишига, ҳамда утхонани ишга тушириш, ишлатиш ва автоматлаштиришга асосий эътибор қаратилади.

Утхоналар катламли, камерали турларга бўлинади.

Каттик екилгини екиш. Екилгини катламли екиш утхонасининг асосини панжарали чугдон ташкил этади. У устига маълум микдорда каттик екилги текис жойлаштирилади ва панжара остидан ҳаво оқими мажбурий равишда юборилади. Оксидловчи газ каттик екилги билан таъсирлашиб енишни таъминлайди ва ҳосил бўлган аланга ҳисобига иссиқлик энергияси ҳамда ениш махсулотлари ҳосил бўлади. Ениш махсулоти билан екилги зарралари атмосферага учиб чиқиб кетмаслиги ва тулик ениши ҳамда купрок иссиқлик ажралиши учун утхонада ҳосил бўлган газ оқимининг кутарилиш кучи екилги булакчасининг оғирлик кучидан кичик бўлиши керак. Екилги булакчаларининг улчами 20-30 мм дан кичик бўлмаслиги лозим. Чугдон асосан чуяндан ишланади ва юзаси катта бўлганда, у бир неча булакдан ташкил топади. Утхона чугдони горизонтал қия зинапояли, тебранма зинапояли, ҳаракатланувчан занжирли қилиб жойлаштирилади.

Утхона қандай қурилганлигига ва екилги турига қараб чугдон қушгалмас еки махсус механизмлар таъсирида тебранаётган, илгариланма-айланма ҳаракат қиладиган бўлиши мумкин. Чугдон устидаги екилгига бу тартибдаги ҳаракатларни беришдан асосий мақсад, унинг туликрок енишини, қулнинг яхши ажралишини ва ҳаво оқимининг тугри утишини таъминлаш, ҳамда утхона ишларини механизациялашдан иборат.

Машғалали екиш.

Утхонанинг ф.и.к. ни орттириш ва екилгининг тулик енишини таъминлашда каттик екилги махсус тегирмонда кукун ҳолитига келтирилиб, ҳаво оқими билан биргаликда утхонага узатилади. Бундай ениш машғалали ениш дейилади (6-1 расм).

Машғалали екишнинг асосий афзаллиги екилги исрофсиз енади ва катта микдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Газ-ҳаво оқимидаги зарраларнинг суйрилиқ даражаси кичик бўлганлигидан машғалали екиш жадаллигининг чегараланганлиги ҳамда оқим узғариши енишга тез таъсир этиши бу усулда екишнинг асосий камчилиги ҳисобланади.

Уюрмали ениш.

Утхона бўшлиғида кучли уюрмали оқим ҳосил қилиш билан екилги екилганда екилги зарралари узок вақт утхонада бўлади ва тулик енади. Ҳаво оқими екилги зарраларини уярма траекторияси бўйлаб олиб утади ва жадал енишни таъминлайди. Екилги зарраларининг улчами 3-5 мм ни ташкил этса, утхонада улар анча муддат давомида учиб юрганлигидан тулик енади ва катта микдордаги иссиқликни ажратади. Қул ва шлак утхона охиридан учиб ва оқиб чиқади.

Афзалликлари: паст навли кумирни екиб катта кувватли козонларда екиш мумкин; ортикча хаво коэффициенти 1,2-1,25 булганда исрофликлар ва чикиндилар кам булади; жараенни механизациялаш ва автоматлаштириш мумкин; паст кувватларни осон олиш мумкин.

Камчиликлари: нархи киммат, тегирмон ва вентиляторларга кушимча энергия сарф булади, хосил буладиган кулнинг куп кисми атмосферага учиб кетади.

Суюк ва газ екилгиларни екиш.

Бу усулда горелка ва форсункаларлар кулланилади. Суюк ва газ екилгиларни факат камера ва утхоналардагина эмас, балки ички енув, реактив двигателларда ҳам екиш мумкин. Горелка ва форсунка ениш камераларининг асосий кисми булиб, екилги улар ердамида утхонага юборилади. Екилгини форсунка майда заррачаларга айлантириб, камерага тузгитиб пуркайди ва пуркалган екилги хаво билан яхши аралашиб, тулик енали.

Козон курилмаларида форсунка кулланилганда асосий екилги мазут еки техник мойлар, яъни нефт махсулотлари чикиндилари екилади. Бунда буг форсункаси кулланилади (6-2 расм). Мазутни екишда Бобкок ва Вилькоксининг механик форсункаларидан фойдаланилади. Мазут 10 атм босимда форсунка оркали камерага узатилади ва температураси 80-120. С булганлиги сабабли ковушоклиги кам булганлиги учун текис тузгийди. Механик форсунка текис пуркайди ва уни ростлаш осон.

Газ екилгичини екишда узига хос техник талаблар бажарилади. Шунинг учун горелка ва форсунка тузилиши содда ва ишлатиш осон булиши керак. Домна, кокс батареяси, камераларда ва металлургия заводлари газ ва табиий газ екади. Утхонага хаво ва газ горелкалар оркали узатилади.

Горелкалар юкори ва паст калорияли газ екилгичини екишга мулжалланган. Козон курилмалари утхоналарида газни екиш ишлари хозирги вақтда махсус электр учкунлари ердамида амалга оширилади ва автоматик назорат килинади.

Газ горелкалари куйидагича ишлайди. Горелка уки буйлаб газ харакатланиб, аввал соплога киради. Соплонинг олд кисмидаги халкасимон тиркиш оркали унга хаво сурилади. Соплонинг давоми газ ва хавони аралаштиргич вазифасини бажарганлигидан унда иш екилгиси хосил булади. Утхона ичида жойлашган горелканинг тешикли кисмидан иш аралашмаси камерага киради ва енади. Газ еки хаво окимининг микдори заслонка ва клапанлар ердамида ростланади.

Екилганда кул хосил булмаслиги ва маълум шарт-шароит яратилганда юкори температурани хосил килиш мумкинлигини газнинг мухим афзаллиги хисобланади. Жараен осон автомашлаштирилади.

Ички енув двигателларида екилги сифатида нефтни кайта ишлаш йули билан олинадиган бензин, керосин, соля мойи ҳамда кайта ишланган табиий газлардан фойдаланилади.

Бензин углерод ва водород бирикмаларидан иборат булиб, А-66, А-72, а-76, А-93 ва х.к. макали бензинлага булинади. Бензин автомабил двигателида энг кам сарфланади - 260 г/кВт.соат.

Газойл - дизел двигатели екилгиси 200-400.С да кайнайди. Соляр мойи - нефтни кайта ишлаш жараенида уни хайдаш ва фракцияларрга ажратишда олинадиган дизел двигатели екилгиси.

Керосин суюк углеводородлар аралашмаси булиб реактив ва дизел двигателларда екилги сифатида ишлатилади. Бу ҳам нефтни кайта ишлашда олинади ва у тез алангланади. Кайнаш температураси 180-320 °С булиб зичлиги 770-850 кг/м³.

Лигроин (огир бензин) - нефт ва нефт-газни ишлашда хосил була-

диган конденсат фракцияси булиб, 120–240⁰С да ажатиб олинади ва бу хам дизел двигатели екилгиси сифатида ишлатилади. Лигроин рангсиз, тиник еки саргиш суюклик.

17 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Козон - махсус епик курилма.

Утхона - ени девор билан уралган алохида жой еки ениш жараенининг боришини таъминлайдиган ва бошқарадиган ускуналар мажмуи.

Форсунка - суюк еки кукунсимон (модда)ни пуркаб берувчи асбоб.

Рангсиз - бирор рангга эга булмаган туссиз.

Назорат саволлари

1. Утхона нима?
2. Утхона неча турдаги екилгилар учун мулжалланган булади?
3. Машъалли екиш нима?
4. Уюрмали екиш?
5. Суюк, газ екилгиларни екиш кай тарзда олиб борилади?
6. Лигроин нима?
7. Кандай форсункалар бор?
8. Газ горелканинг кандай турлари бор?

ИЧКИ ЕНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИ

Иш екилгиси махсус курилма ичида енадиган ва ениш жараенида ажралиб чиқкан иссиқлик микдорининг маълум бир қисмини механик энергияга айлантирувчи машинасига ички енув двигатели (ИЕД) дейилади.

Барча термодинамик жараёнлар цикл давомида цилиндрнинг иш ҳажмида кетма-кет кечадиган поршенли; иш жисм ҳаво компрессорида сикиладиган махсус ениш камерасида еналиган ва ениш махсулоти газ турбинасида кенгайдиган газ турбинали ва ениш махсулоти соплода кенгайишидан реактив куч вужудга келади реактив двигателлар мавжуд ва улар инсон фаолитяининг турли соҳаларида кенг қулланилади.

Ички енув двигатели екилги турига қараб газ ва суюқ екилгида, еки бинар екилгида ишлайдиган двигателлар бўлади. Иш циклига қараб икки ва тўрт тактли; екилгининг камерага киритилишига қараб босимли ва босимсиз; иш иш аралашмасининг тайерланишига қараб иш жисм ташкирида ва ичкарида тайерланадиган двигателларга бўлинади. Иш аралашмасини ут олдиришига қараб, ташки электр манбаидан ва цилиндр сикилган ҳавонинг кизиши натижасида ут оладиган двигателлар мавжуддир. ИЕД лари автомобил, авиация, газ турбинали ва реактив двигателларга бўлинади.

Дизел двигатели тежамли бўлгани учун у кенг таркала бошлади. Ҳозирги вақтда энг яхши двигательнинг солиштирма екилги сарфи тахминан 190 г/кВт.соат. Бошқа турлари учун эса 270 г/кВт.соатни ташкил этди. Дизель двигателларида екилгининг сарфининг ф.и.к. 31-41, карбюраторлида эса 25-30% дан ошмайди.

Поршенли двигателлар тежамли ишлаганлиги сабабли кам металл сарфлаганлиги учун, ишга тушириш осонлиги, ишончлилиги, мустаҳкамлиги, узок муддат ишлай олиши сабабли транспортда етакчи уринни эгаллайди. Бундан ташқари у кичик ва катта қувватли электр станцияларида (20 кВт – 20 МВт гача) ҳам ишлатилади.

ИЕД нинг принципиал схемаси 7-1 расмда келтирилган.

Поршенли ИЕД нинг асосини цилиндр 4 ва унга киритилган поршен 5 ташкил этади. Поршень кривошип-шатун механизми орқали тирсак валига ениш махсули газлари вужудга келтирган босим кучини узатади. Цилиндрлар блокининг остки қисмига тирсак вали, устки қисмига тирсак вали, устки қисмига киритиш 2 ва чиқариш 6 клапанлари жойлаштирилган цилиндр каллагига урнатилади. Цилиндрлар блоки каллагига карбюраторли двигателларда свеча 3, дизель двигателларда эса форсункалар урнатилади. Поршень цилиндрида илгариланма-кайтма ҳаракат килади. Цилиндрда ЮН (юкори ут олиш нукта) ва КУН (куйи ут олиш нукта) оралигида ҳаракатланади ва бу оралик поршень йули дейилади.

Цилиндрнинг ҳажми

$$V_{ц} = \frac{\pi d^2}{4} * \ell$$

поршень диаметрига ва унинг йулига боғлиқ. Цилиндрнинг тула ҳажми иш ҳажми билан ениш камераси ҳажмлари йигиндисига тенг.

$$V_{ц} = V_{у} + V_{к}$$

Иш екилгисининг сикилиш даражаси поршеннинг цилиндридаги ҳолатига боғлиқ ва қуйидагича топилади

$$E = V_k \left(1 - \frac{V_{II}}{V_K} \right) \quad (18.1)$$

ИЧКИ ЕНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ КЕЧАДИГАН ТЕРМОДИНАМИК ЦИКЛЛАР

Турт тактли ИЕД нинг цикли киритиш, сиқиш, кенгайиш ва чиқариш тактларидан иборат. Соддарок қилиб айтганда, улар биринчи, иккинчи, учинчи ва туртинчи тактлар деб қўрилади. Хар такт бўйича батафсил тухтаб ўтамиз.

18-2 расмда, карбюраторли, турт тактли ИЕД нинг жараенлари қўриб чиқилган. Циклга $V = \text{const}$ бўлганда иссиқлик киритилиш жараениад жисм параметрларининг ўрганишини қўриб чиқамиз. Поршень КУН дан ЮН гача (1,2 нукталар ораллигида) цилиндрга киритилган иш екилгисини адиабатик сиқиш жараенида термодинамик система параметрлари (P, V, T) ўзгаради. Иш екилгиси ҳажмининг камайиб бориши натижасида унинг температураси, термодинамиканинг биринчи қонунига мувофиқ, система ички энергияси ҳисобига ортади, яъни екилги аралашмаси исийди. ИЕД да бензол, бензин, керосин ишлатилганда сиқиш такти охиридаги босим 5-10 атм; газ қўлланилганда 9-14 атм. га етади.

Иш екилгиси тула сиқилгандан сунг, унга ташқаридан q_1 , иссиқлик миқдори киритилганда, яъни свеча контактлари ораллигида электр ўчқуни чиқаради.

Киритилган q_1 иссиқлик ҳисобига иш аралашмаси кучли кимевий реакцияга киришади ва ениш маҳсулотининг P ва T параметрлари (7-3 расм) сакраб ўзгаради, яъни босим 25-30 атм. га, $T = 220-2300\text{K}$ га етади. Ениш жараенининг охирида поршень ЮН дан КУН га томон ениш маҳсулотининг босим кучи таъсирида ҳаракатланади. Шунда термодинамик система ададиабатик ($dq=0$, 7-2 расм, 3,4 нуктавлар) кенгайди, яъни параметрлар P, V, T нинг ўзгариши ҳисобига иш бажарилади. Поршень КУН га етиши олдида чиқариш клапани очилади ва фойдали ишга айланмасдан қолган иссиқлик миқдори q_2 ениш маҳсулот газлари, енимасдан қолган екилги ва реакцияга киришмаган ҳаво билан ташқарига (совиткичга) чиқарилади (4-1 нукталар ораллиги).

Демак, циклнинг PV диаграммасидаги нукталар 1-2 ва 3-4 ораллигидаги жараенлар адиабатик; 2-3 ва 4-1 нукталари ораллигида эса изохорик бўлади. Шундай қилиб, иссиқлик термодинамик системага $V = \text{const}$ бўлган ҳолатда киритилгандан сунг ениш жараени содир бўладиган циклнинг TV диаграммаси иккита адиабатадан ва иккита изохорадан ташкил топар экан. Циклнинг TS диаграммасидан қўриниб турибдики, системага иссиқлик киритилганида еки ундан чиқарилганда система энтропияси ўзгарувчан бўлар экан. Лекин системанинг абсолют температураси изохорик жараенда кескин ортади, адиабатик жараенда эса те-кис камайди.

Демак иш екилгининг сиқилишини, яъни поршеннинг сиқиш даражасини PV - диаграмма асосида қўидагича ифодалаш мумкин.

$$E = \frac{V_1}{V_2}$$

бунда V_1 ва V_2 - цилиндрнинг тула иш ва ениш камераси ҳажмлари, м^3 .

Худди шундай ениш камерасидаги иш екилгисига иссиқлик миқдори

киритилгандан кейинги босимни, сиқиш тактининг охиридаги босимга нисбатан неча марта ортганлигини куйидагича езиш мумкин:

$$\lambda = \frac{P_3}{P_2}$$

Демак киритилган q_1 иссиқлик миқдори иш екилгисининг тулик енишига ижобий таъсир курсатиши билан циклнинг фойдали ишини орттиradi. Циклнинг бажарган фойдали иши нукталар 1-2-3-4 билан чегараланган юзага сон қиймати жихатидан тенг. Тулик бажарилган иш мусбат ва манфий ишларнинг йигиндисига, яъни нукталар $V_1-O-P_3-4-1-V_1$ билан чегараланган юзага сон қиймати жихатидан тенг. Унда фойдали иш қуйидагича ифодаланади:

$$A = (V_1 - O - P_3 - 3 - 4 - 1 - V_1) - (V_1 - O - P_3 - 3 - 2 - 1 - V_1) = 1 - 2 - 3 - 4 - 1$$

Отто циклининг термик ФИК қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{e^{k-1}}$$

бунда k - адиабата курсаткичи.

18 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Керосин (юнон. keros - мум)	- тиник ва сарғиш - зангори тусдаги суюқлик, қайнаш температураси $180-320^{\circ}\text{C}$, тез алангаланадиган нефть маҳсулоти.
Лигроин (огир бензин)	- нефт-газни қайта ишлашда ҳосил буладиган конденсат фракцияси, рангсиз, тиник суюқлик.
Двигатель	- энергиянинг бирор турини механик энергияга айлантириб машина механизмларини ишга солувчи қурилма.
Сиқиш	- босим, қуч таъсирида зичламок.
Цикл	- маълум бир девор ичида такрорланиб турадиган ҳодиса, жараён.
Поршень	- насос, двигатель, асбоб машинанинг цилиндри ичида ҳаракат қиладиган улчамлари шу цилиндрга мос стакансимон детал.
Соляр мойи	- қайнаш температураси $240-400^{\circ}\text{C}$, қовушқоқлиги 5-9 сст, очик ҳавода алангаланиш температураси 125°C дан юқори нефть маҳсулоти.

Назорат саволлари

1. Ички енув двигатели нима?
2. Дизель двигатели нима?
3. Поршеньли двигателнинг ижобий томонлари нималардан иборат?
4. Термодинамик цикллар нима?
5. Ички енув двигатели қандай амалга ошади?

КОЗОН КУРИЛМАСИ, УНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ИШЛАШ ТАРТИБИ

Учокда екилган екилгидан ажралган иссиқлик ҳисобига босим остида иссиқ сув вабуг ҳосил буладиган ускуналар мажмуи козон агрегати дейилади. Козон агрегати учок, буглатиш сиртлари – экран, буг киздиргич, сув экономайзери ва ҳаво иситкичлардан ташкил топади. Козон курилмас тайерланадиган махсулот турига кура буг козонлари ва сув иситадиган козонларга булинади. Технологик жараенларни чиқиндиларини екиб еки металлургия заводларидан ва домна печларидан чиқадиған тутун-газ аралашмалари иссиқлигидан фойдаланиб ишлайдиган козонларга утилизатор козони дейилади. Козон агрегати ва ердамчи ускуналар мажмуи *к о з о н к у р и л м а с и* дейилади. козон курилмалари ишлатилишига кура энергетик, ишлаб чиқариш ва иситиш турларига булинади. Факат иссиқлик электр станцияларининг буг турбиналарини буг билан таъминлайдиган козонлар энергетик козон курилмалари дейилади.

Соноатни ва аҳоли яшайдиган жойларни иссиқ сув еки буг билан таъминлайдиган козонлар ишлаб чиқариш ва иситиш козонлари дейилади.

Козон курилмасининг схематик тасвири 19-1 расмда келтирилган. Козон курилмасининг технологик схемасидан куриниб турибдики, курилма утхона ва тутун йули, иссиқ сув ва буг аралашмаси йиғиладиган цилиндрсимон барабан ($h = 0,9 - 1,8$ м; $l = 35 - 40$ м; $P = 20$ МПа), ҳаво иситкич, экономайзер, буг киздиргич, кул туткич, тутун, кул ва шлак чиқарувчи мосламалар, мури ҳамда ердамчи асбоб ускуналардан ташкил топган. Иситиш сиртларига босим остида ҳаракатланадиган сув ва бугтрубаларидан ташқари утхона экрани (утхона девори буйлаб жойлаштирилган трубалардастаси), буг киздиргич ва сув экономайзери киради. Козон курилмасининг энгиллаштириш ва унинг иситиш сиртларини орттириш мақсадида иситилиши зарур булган ҳамма асбоблар, асосан трубалардан ясалган булади. Катта кувватли козон курилмаларида сув экономайзери, ҳаво иситиш асбоблари қуйиб ишланади. Буг ҳосил қилувчи трубалар, утхона экрани ва уларга сув келтирувчи трубалар барабанга уланади. Уларда сув буг аралашмаси берк контур буйича ҳаракатланади, яъни утхона ташқарисидаги трубадан сув оқиб тушиб, коллекторга қуйилади ва ундан аланга ва тутун газлари билан иссиқлик алмашинувчи утхона экранига утиб, у ерда бугланади. Коллектор утхонанинг совук воронкаси, яъни кул ва шлак тушадиган қисмида жойлашган. Иссиқлик тутун газлари йулидаги сув экономайзери ва ҳаво иситкичга конвектив иссиқлик алмашиниш усулида узатилади. Шунинг учун утхонанинг бу қисми конвекция шахтаси дейилади. Тутун газларининг температураси конвекция шахтасидан утиш вақтида 800 – 900 К дан 300 – 400 К гача пасаяди.

Утхона деворининг ички қисмига утган чидамли гиштлар (иссиқбардош шамот, динас, магнезит ва ш.к.) терилади. Ташқи томонидан метал коплама билан уралади. Бу утхона мустаҳкамлигини оширибгина қолмасдан, унинг ичига девор орқали ортикча ҳавонинг сурилишидан ва газларнинг ташқарига чиқишидан сақлайди.

Сув бугини ҳосил қилишда махсус конструкциядаги козон курилмаларидан – сув тайерлаш, буг киздиргич, буг генераторидан фойдаланилади. Ҳосил қилинган буг ердамида бир ва куп босқичли (кувватига қараб) буг турбинаси электр генераторидан фойдаланиб, электр энергияси ишлаб чиқарилади. Ишлатиб булинган бугнинг қолдиқ иссиқлигидан тула фойдаланиш мақсадида иссиқлик конденсатор орқали чиқарилиб истеъмолчига (турар жой бинолари, саноат қорхоналари, маиший хизмат идоралари, мактаб, қасалхона, қоча ва ш.к.) узатилади. Истеъмолчилар қуллаган иситиш курилмалари уз навбатида совитқич вазифа-

сини хамбазаради. Ишлатилган бугнинг асосий кисми конденсаторда иссиқлик алмашинуви натижасида совитилиб, сувга айлантирилади ва у насос ердамида козон агрегатига еки буг генераторига кайтарилади.

Козон курилмасининг асосий екилгиси сифатида тошқумир, торф, нефт ва унинг огир фракциялари, домна ва табиий газ, енувчи сланецлар ишлатилади. Айрим куч курилмаларида иссиқлик энергияси манбаи сифатида қуеш энергиясидан актионидлар гуруҳидаги уран, плутоний элементларининг занжирли ядро реакцияси вақтида ажираладиган иссиқлик энергиясидан фойдаланади.

Козон курилмасига екилги махсус екилги сакланадиган омборхоналардан турли-туман утказгичлар оркали майдалаб еки бутунлигича, махсус қушимчалар қушиб еки қушмасдан бункерга узатилади. Каттик екилгини чанг ҳолатига майдалаб, екиладиган козон курилмасини қараб чиқайлик. Унинг технологик схемаси (19.2 – расм) да келтирилган. Қумир омборхонада майдаланганидан сунг, узлуксиз ҳул қумирни қабул қилувчи екилги бункери 1 га ва ундан қумир тегирмони 2 га йуналтирилади. Тегирмонда тайерланган чангсимон қумир махсус вентилатор 3 ҳосил қилган ҳаво оқими ердамида, трубопровод оркали, козон курилмаси биноти 14 ичида жойлашган утхона 5 нинг горелкаси 4 га узатилади. Енишни тула таъминлаш мақсадида иситкич 10 оркали атмосфера ҳавоси иситилиб пуфлаш вентилатори 13 ердамида горелкага узатилади. Козонни сув билан таъминлайдиган цилиндрсимон барабан 7 га сув деаэрация (юнонча *de* – ажиратиб олиш ва *aer* – ҳаво) ли сув ғамлайдиган идиш 11 дан таъминлаш насоси 12 ердамида узатилади. Хайдалган сув, албатта сув экономайзери 9 оркали утгандан сунг барабан 7 га қуйилади. Сув буги утхона экрани 6 вазифасини бажарувчи трубаларда ҳосил булади ва босим остида барабан 7 га утади. Трубаларда ҳосил булган қурук туйинган буг барабан оркали ута қиздиргич 8 га ва ундан истеъмолчига узатилади.

Екилгининг енишидан машғалали аланга пайдо булади ва унинг температураси 1700 – 1800 К га етади. Бу юкори температурали аланга утхона ичида унинг девори бўйлаб вертикал жойлашган труба сиртларини ялаб иситиш натижасида унинг температураси 1200 – 1300 К гача пасаяди. Тутун газлари утхонанинг юкори қисмида газ йулида жойлашган бугни утқиздиргич 8 ни иситиб утгандан сунг сув экономайзери 9 га ҳаво иситкич 10 оркали тутунни ташқарига тозалаб чиқариш асбобларига утади. Захарли айрим маҳсулотлардан тутун-газ аралашмаси қултуткич 15 да тозаланиб, мури 17 оркали атмосферага чиқариб юборилади. Атмосферага чиқарилган тутун газларининг температураси 350 – 380 К ва ундан ортиқроқ бўлиши мумкин.

Каттик екилги чанги еки майдаси екилганида ҳам қул ва шлақ ҳосил булади. Тутун газларига нисбатан қул ва шлақнинг учувчанлиги кам булганлигидан улар чуқинди сифатида утхона остига тушади. Қулнинг ута майда зарралари қултуткич 15 да ушланиб қолинади ва сувли махсус арикчада оқизилиб, қул ва шлақ бутқасини хайдовчи насос станцияси 18 ердамида козон курилмасидан чиқарилади.

КОЗОН КУРИЛМАЛАРИНИНГ ЕРДАМЧИ УСКУНАЛАРИ

Бу ускуналарга каттик екилгини чангсимон ҳолатга келтириб, уни утхонага узатувчи курилма, суриш-пуфлаш курилмаси, тутун газларини зарарли моддалар (CO_2 , CO_3 , қул зарралари) дан тозалайдиган курилмалар (ЦН циклони, батареяли қул туткич, марказдан қочма ВТИ скрубери, электр филтрлар) ва козон курилмасини автоматик бошқариш ва назорат қилиш асбоб ускуналари қиради. Каттик екилгини чангсимон ҳолатга келтириб екишдан асосий мақсад екилгининг тула енишини, уни

утхонага осон узатилишини ҳамда узатиш микдорини тургун саклашни таъминлашдан иборат булибгина колмасдан, огир ишларнинг асосий қисми механизациялашади ва автоматлашади. Тайерланган чангсимон екилги тегирмондан туғри утхонанинг горелкасига пуфлаш йули билан узатилиши мумкин (19.4 – расм).

Чангсимон екилги тайерловчи курилма хул кумирр бункери 1, кумир узаткич 2, очилиб-епилиб турувчи тескари клапанлар 3, чангсимон екилги трубаси 4, гарелка 5, хаво иситкич 6, иссик хаво трубаси 7, иккиламчи иссик хаво трубаси 8 ва инерцияли ажираткичли болгаси бор тегирмон 9 дан ташкил топган. Чангсимон екилги зарраларининг улчами 40 мкм (микрон) атрофида булиб, хаво билан таъсирлашуви екилги сиртининг умумий юзаси майдаланмаганига нисбатан тахминан 500 мартта катта. Бу эса екилгининг тула енишига самарали таъсир курсатади ва козон курилмасининг тежамли ишлашини таъминлайди.

Утхона екилгининг енишидан хосил булган ениш махсулотларини атмосферага ва курилмадан ташкарига чиқаришда ҳамда хавони горелкага узлуксиз бир текис узатиб туришда суриш-пуфлаш усулидан фойдаланилади. Хавони горелкаларга етказиб беришда ва тутунни атмосферага чиқаришда марказдан кочма вентиляторлар кулланилади. Суриш-пуфлаш машиналари мустахкам ишланади, чунки улар узок муддат давомида юкори температурали (380–420K) мухитда ва зарарли газлар аралашмасида ишлайди. Суриб чиқариш курилмалари айрим холларда баланд мурилар билан алмаштирилади.

Козон курилмалари атроф-мухитга ортикча микдорда зарарли тутун газлари ва кулни чиқармаслиги учун махсус ердамчи курилмалар билан жиҳозланади. Екилгининг таркибий қисми ута мураккаб булганлигидан уни мутлако екиб булмайди. Натижада тутун газлари билан атмосферага захарли маргимуш (As), фторли бирикмалар, ванадий бирикмалари, азот оксиди, олтингуғурт оксиди, карбонат ангидриди ва кул зарралари чиқарилади. Бу зарарли газлар инсоният ва тирик организмга, усимликлар, хайвонот оламига, санъат обидаларига салбий таъсир курсатади.

Хар йили жахонда органик екилгиларнинг екилишидан атмосферага уртача 100 млн. т кул ва 150 млн. т. карбонат ангидрид гази чиқарилади. Масалан майда антрацит екиладиган куввати 950 т/соат булган буг генератори мурмсидан бир кечаю кундузда 60 тоннаша азот оксиди атмосферага чиқарилади. Шунинг учун козон курилмаларининг муътадил ишлашини таъминлаш мақсадида электрон хисоблаш машиналаридан фойдаланилади. Автоматик системаларининг иши ва козон курилмасининг хамма параметирлари ЭХМ ердамида назорат килиб борилади. Чунки горелкадаги аланганинг учиб қолиши оқибатида озгина вақтдансунг йигилиб колган екилгининг бирдан енишидан авария юз бериши еки купгина асбоб ускуналар ишдан чиқиши мумкин. Таъминловчи сув етарли булмаса экран трубалари деформацияланиши, химоя клапанлари ишламай колса барабан ерилиши ва ш.к. холатлар содир булиши мумкин.

19 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Козон агрегати - учокда екилган екилгидан ажралган иссиқлик хисобига босим остида иссиқ сув ва буг ҳосил қиладиган усқуналар мажмуи.

Суриш - силжиш.

Пуфлаш - кучли босим билан ҳаво чиқариш.

Чангсимон - чанг тузонга ухшаш.

Вентилятор - шамол парракли механизм.

Козон қурилма - козон агрегати ва ердамчи усқуналар мажмуи.

Энергетик козон- фақат иссиқлик электр станцияларининг буг турбиналарини буг билан таъминлайдиган козон қурилмалари.

Назорат саволлари

1. Козон қурилмаси қандай қурилган?
2. Козон қурилмаси нима?
3. Козон қурилмасининг саноатдаги урни қандай?
4. Козон қурилмасининг ердамчи усқуналари нималардан иборат?
5. Атроф-муҳитга захарли моддаларни чиқиб кетмаслиги учун қандай чоралар қўлланилади?

БУГ ТУРБИНАСИ

Бугнинг иссиқлик энергиясини босқичма-босқич механик энергияга айлантириб берувчи иссиқлик машинаси буг турбинаси дейилади. Хосил қилинган энергия бошқа турдаги энергиясига еки механик энергияга айлантирилади.

Сув бугнинг кинетик энергиясини механик энергияга айлантириш мумкинлигини швед муҳандиси Г.П. де-Лаваль 1888 йили исботлади (8-1 расм). Шундай қилиб, буг турбинаси яратилгандан сунг, уни такомиллаштириш ишлари ривож топди. Натижада, бир, икки ва куп босқичли буг турбиналари яратилди (8-2 расм). Бугнинг потенциал энергиясини механик энергияга айлантирувчи буг турбинаси актив турбина дейилади. Бугнинг потенциал энергияси бугнинг соплода, йуналтирувчи қурилмада ва кураклар оралигида тез кенгайишидан унинг кинетик энергиясининг ортиши ҳисобига ишлайдиган буг турбинаси реактив турбина дейилади. Реактив турбинани 184 йили инглиз муҳандиси Парсонс яратган ва у 10 от кучига тенг эди.

Кейинчалик буг турбиналарининг номинал қуввати 60 МВт, босими 12,8 МПа га етказилди. Замонавий турбиналарнинг қуввати 1200 МВт дан ошиб кетган. Турбина роторининг айланишлар сони 2000-50000 айл/мин оралигида.

Буг турбиналарида кечадиган иссиқлик жараёнларининг турига қараб, уларни қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

- конденсацион турбиналар (босими ростланадиган ва ростланмайдиган) ;

- карши босимли турбиналар.

Уларнинг актив ва реактив турлари булади.

Конденсацион турбиналарда иш бажариб бўлган бугнинг босими атмосфера босимидан кичик булади ва буг конденсаторда тулик сувга айланади. Конденсация вақтида чиқарилган иссиқлик микдори иссиқлик алмашинуви усули билан системадан ташқарига тулик чиқарилади, яъни бошқа муҳитга узатилади.

Иссиқлик алмашинуви асбоблари сифатида регенерация усулида ишлайдиган қурилмалар қулланилади, яъни қозонга узатиладиган совук сув турбинада ишлатиб бўлинган буг билан иситилади.

Босими ростланадиган конденсацион буг турбиналарига йуналтириладиган бугнинг маълум қисми тугри саноат марказларига ва аҳоли яшайдиган жойларга юборилади.

Карши босимли буг турбиналарида эса, ишлатилиб бўлган бугнинг қолдиқ иссиқлигидан ишлаб чиқаришда ва иситиш тармоқларида ишлатилади.

Буг турбиналари бир, икки ва куп босқичли, ҳамда мос равишда паст, уртача ва юқори босимли булади.

Буг турбинаси бугни халқасимон киритилиш камераси 1, енгиллаштириш поршени 2 бирлаштирувчи буг труба 3, ротор барабани 4, иш куракчалари 5 ва , йуналтирувчи кураклар 6 ва 9, тана 7 дан ташкил топган (20-1 расм). Буг турбинаси компрессорга нисбатан тесқари жараёнли иссиқлик машинаси бўлиб, стационар ва қучма ҳолида ишлатилади. Шунингдек, буг турбинаси қатта қувватдаги марказдан қолчма ҳаво хайдагичлар, компрессорлар ва насосларни ишлатишда асосий қуч манбаи ҳисобланади. 20.2-расмда бир босқичли де-Лавальнинг икки тезлик босқичли актив буг турбиналарининг схематик тасвири берилган. Актив буг турбинаси вал 1, кураклар 5, маҳкамланадиган диск 2, бугнинг қириш ва канали ҳисобланган сопло 3, турбина танаси 6 ва босқичли турбиналарда эса қушимча йуналтирувчи кураклар сони 4 дан ташкил топган. Иш бажарувчи куракларда иссиқлик пасайиши Δp_k ни маълум

тезликка мос келувчи имконияти булган иссикликнинг пасайиши Δi_c га нисбати билан улчанадиган катталиқ буг турбинаси боскичининг асосий тавсифи булиб хисобланади ва у боскич реактивлиги дейилади.

$$Q = \frac{\Delta i_k}{\Delta i_H} \quad (20.1)$$

Агар $Q=0$ булса, имконияти булган иссиклик пасайишининг хаммаси соплонинг тезлик босими (C_2-C_1) га айланади. Бундай жараен актив буг турбинаси куракларида содир булади. Буг оками турбина бушлигидан боскичма-боскич окиб утишида унинг тезлиги босими, температураси узгаради (20-3 расм). Агар $Q=1$ булса, унда имконияти булган иссикликнинг пасайиши факат турбина куракларида юз беради. Бундай жараен уринли булганида турбина реактив булади. Одатда реактив турбиналар ни куриш анча мураккаб. Шунинг учун комбинациялаштирилган турбиналар курилади. Де-Лаваль томонидан яратилган турбина ҳам битта актив боскичдан иборат булган. Турбинанинг актив боскичида буг бирданига бир еки бир неча сопло 3 га йуналтирилади. Соплода буг узининг тезлигини маълум даражада орттирганидан кейин иш кураклари 5 га бориб урилади ва уз импульсини беради. Иш бажариб булган буг чикариш трубази оркали чикарилади. Турбина танаси 6 ичидаги вал 1 га куракли ротор 2 урнатилагн. Бугнинг ташкарига чикиб кетишидан саклаш максидида куракли ротор махсус лабиринт валнинг боши ва охирига урнатилган. Де-Лаваль турбинасида, буг битта боскичда ишлаганлиги сабабли, унинг тезлиги кураклардан чикишда ортади.

Демак, турбина ротори дискининг гардишидаги тезлик 700 м/с булиши талаб этилади. Чунки, гардишдаги айланма тезлик бугнинг окиб чикиш тезлигининг ярмига тенг булганда турбина юкори ф.и.к. эга булади. Лекин турбина деталлари бундай тезликка бардош бера олмайди. Такрибан 300 м/с атрофидаги тезлик турбина учун зурикишларни унча уйготмайди. Шу сабабли асосан актив турбина уз даврида купрок кулланилган, чунки актив турбина куракларига иш буги йуналтирилгунча кадар, унинг кенгайиши сонини орттириш ва йуналтирувчи куракларни куллаш йули билан унинг ф.и.к. ни кутариш мумкин. Замонавий куп боскичли буг турбиналарининг биринчи боскичида икки чамбаракли Кертис дискдан фойдаланилади. Икки чамбаракли Кертис дискининг урта кисми очик булиб, уни турбина танасида жойлашган йуналтирувчи кураклар тулдирати ва бугни куракларга буриб йуналтириб узатиш фази фасини бажаради. Бундай усул кулланилганда турбинанинг ф.и.к. ортади. Актив турбиналар босим боскичли, тезлик боскичли ва аралаш боскичли турларга булинади. Боскичлар ораллиги диафрагма билан ажратилади. Иш кураклари ягона умумий валга махкамланади. Буг турбиналарининг хаммасига ҳам босим остидаги юкори температурали буг сопло оркали киритилади. Кундаланг кесими S булган соплога киришидаги буг босими P_1 булса, ундан утаётганда хажмининг кенгайиши хисобига буг зарраларининг тезлиги ортади ва босими P_2 га тушади. Буг зарраларининг бошлангич тезлигини C_0 , охириги босим P_2 га мос келувчи тезлигини C_1 деб кабул килинади. Бугнинг сопло ва кураклардан утиш давридаги кенгайиш жараеннини адиабатик жараен деб караш мумкин. Чунки, буг узатувчи труба ва турбина куракларига ташкаридан иссиклик микдори узатилмайди, ҳамда труба деворидан ташкарига чикариладиган иссиклик хисобга олинмайдиган даражада кичик булади. Шунинг учун $dq=0$ деб олиш мумкин.

ГАЗ ТУРБИНАСИ

Юкори босим ва температура ениш махсули энергиясини кураклар ердамида ротор валининг механик энергиясига айлантирувчи исиклик машинаси газ турбинаси дейилади. Газ турбинаси газ двигателларига мансуб бўлиб, иш моддасининг екилиш услубига кура $V = \text{const}$, $P = \text{const}$ ва аралаш ҳамда боскичли бўлади.

Газ турбинаси сопло аппаратининг кетма-кет жойлашган кузгалмас (йуналтирувчи курак тожлари ва унинг оким кесимини ҳосил қиладиган иш гилдирагининг айланувчи тожларидан ташкил топган (20-4расм).

Газ турбинаси вал 1, статорда жойлашган сопло аппаратининг йуналтирувчи кураклари 2, турбина диски (лаппак) 3 ҳамда роторнинг иш кураклари 4 дан ташкил топган. Сопло аппаратининг уйлантирувчи кураклар билан роторга урнатилган иш кураклари турбина боскичини ташкил қилади. Одатда газ турбиналари куп боскичли бўлиб, қуввати 100 МВт дан катта бўлади.

Газ турбинаси газ турбиналари қурилмаларини асосини ташкил этади ва исиклик энергиясини механик энергияга айлантиришда кенг қулланилади. Газ турбиналари ҳам буг турбиналаридай бўлиб, факат уларда буг урнига ениш махсуклоти – тутун асосий иш жисми ҳисобланади. Газ турбинасида газ зарраларининг кинетик энергияси механик энергияга (ҳаракат микдорининг сакланиш қонунига мувофиқ) айланади. Тутун газлари босимининг потенциал энергияси соплода кинетик энергиянинг ортишига олиб келса, кинетик энергия роторнинг механик энергиясига айланади.

Газ турбиналари қурилмалари ва уларнинг циклидаги термодинамик жараёнлар.

Газ турбинасининг таркибий қисми ениш камераси 6, ениш махсулоти окимидаги исиклик энергиясини механик энергияга айлантирувчи газ турбинаси 2, атмосфера хавосини суриб ва сиқиб узатувчи компрессор 3, екилги насоси 5 ва бак 4, электр генератори I, сопло II, ениш камераси 9 ва бошқа ерданчи қисмлардан ташкил топган (20-5 расм). Тузилиши ва екилгининг екилиш услубига кура, газ турбинаси қурилмаси (Г Т К) таркибига электр свеча, иш моддаси (хова ва екилги) ни ениш камерасига киритиш ҳамда ениш махсулини камерадан чиқариш клапанлари, регенерация бўлмаси, бирламчи ва иккиламчи боскичли ениш камералари ҳамда турбиналари, шунингдек, иккиламчи компрессор қиради. ГТКларда иш моддасини екиш услубига кура, ва аралаш боскичли бўлади. ГТКларда екилги сифатида табиий газ, то-

заланган кокс, домна ва генератор газлари, махсус дизель вса соляр мойлари ишлатилади.

Газ турбинаси қурилмасидаги турбина, электр генератори, хаво компрессори ва екилги насоси ягона умумий валда жойлаштирилади. Иш екилгисининг да енаётган ГТК циклидаги термодинамик жараёнларни қараб чиқамиз. (20-5 расм. Давоми). Атмосфера хавоси компрессор 3га сурилиб унга сиқилади (PV диаграммада 1 ва 2 нукталар оралиги) ва аниқ параметрга (T, P, V) эга бўлгандан сунг аввал хавони киритиш, кейин екилгини киритиш, кейин екилгини киритиш клапанлари очилиб ениш камераси мос равишда, сиқилган хаво ва екилги узатилади. Шунда ҳосил бўлган иш екилгисига ташқаридан исиклик микдори киритилади, яъни свеча контактлари орасида электр учкуни чакнайди. Шу электр учкуни исиклик манбаи ҳисобланади ва иш екилгисини ендиреди. Бу ениш натижасида ениш камерасидаги босим кесим ортади (PV – диаграммада 2 ва 3 оралиги). Иш екилгиси тула (камида 95%) енгандан сунг, унинг температураси 2300 К га қутарилади, шунда ениш камерасидаги

босим энг юкори кийматга етади. Ана шундагина ениш махсулотин температурасини 1000-1400 К гача пасайтириш максатида унга махсус йулар оркали совук хаво узатилади (чунки газ турбинаси ута юкори температураларга чидамайди). Хосил булган аралашма катта босим остида турбина куракларига катта таъсир курсатиб, унинг роторини айлантиради, яъни исиклик энергияси механик энергияга айланади. Демак, ениш махсулоти ташкаридан исиклик энергиясини олмаган холда, яъни лда турбинада адиобатик кенгайиб (PV диаграммада 3 ва 4 оралиги) иш бажаради. Газ турбинасида иш бажариб чиккан ениш махсулоти соплло оркали атмосферага чикарилади. Система узининг мувозанат холати-га, атмосферага чикарилган ениш махсулотидаги колдик исиклик микдорини совитгичга (атмосферага) узатиб булгандан сунг кайтади (PV - диаграммадаги 4 ва 1 нукталар оралиги). Цикл такрорланади.

Демак, ГТК да утадиган циклга $V=\text{const}$ остида исиклик берилганда, у иккита адиобатик (1-2 ва 3-4 нукталар оралиги), битта изохора (2-3 нукталар оралиги) дан хамда битта изобара (4-1 нукталар оралиги) дан иборат булган термодинамик жараенлардан ташкил топади

Циклнинг бажарган фойдали иши 1-2-3-4-1 нукталар билан чегераланган юзасига сон киймати жихатдан тенг.

Циклнинг T-S диаграммасидан куруниб турибдики, системанинг энтропияси иш моддаси узгармас хажмда енганда ва узгармас босимда тула кенгайганда узгарувчан булади. Бунга асосий сабаб, термодинамик системага ташкаридан исиклик микдори q_1 киритилади ва ундан исиклик микдори q_2 совитгичга чикарилади.

Демак, термодинамик системадаги исиклик чикарилганида еки унга киритилганида система энтропияси ва абсолют температураси узгарувчан булади.

ГТК келтирилган тула исиклик микдорини ишга айлантириш мураккаб физик ва кимевий газрдинамик ва термодинамик жараенларда кечадиган ходисаларга боглик булиб, уларнинг хаммасини хисобга олиш жуда кийин ва аник тажрибалар зарур булади.

Шунинг учун соддалаштириш максатида жараенларни ва унинг иш жисмини идеаллаштириб кабул килинади. Исиклик машиналари йикли тахлил килинса, уларда кечадиган жараенлар шартли цикл кисмларидан ташкил топган ва уларнинг диаграммалари PV ва TS координатларида ифодаланади. Циклнинг термик ф.и.к. ни аниклашда умумлаштирилган цикл диаграммаларидан фойдаланилади. Иш жисмининг иш бажариши учун унинг кенгайиши адиобатик ($dq=0$) жараен деб каралади. Колдик исиклик микдори q_2 иш жисмидан $V=\text{const}$ булган холатда чикарилади. Тулалигича иш жисмидан чикмасдан колган исиклик микдори q_2 $P=\text{const}$ булганда ундан чикарилади деб фараз киламиз.

Умумлаштирилган цикл параметрлари тавсифи куйидагича белгилаб оламиз (20-6 расм):

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad - \text{ сикиш даражаси}$$

$$\lambda = \frac{P_3}{P_2} \quad - \text{ босимни ортиш даражаси}$$

$$\rho = \frac{V_4}{V_2} \quad - \text{ хажмнинг дастлабки кенгвйиш даражаси}$$

$$\lambda_o = \frac{P_5}{P_6} \quad - \text{ босимни пасайиш даражаси}$$

$$\varepsilon_v = \frac{V_6}{V_1} \quad - \text{ хажмнинг кискариш даражаси}$$

- $q_1 = q_1^I + q_1^{II}$ - умумлашган йиклдаги 1 кг иш жисмига келтирилган
иссиклик микдори.
- $q_2 = q_2^I + q_2^{II}$ - умумлашган циклдаги 1 кг тш жисмнинг
совитгичга узатган иссиклик микдори

20 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

- Буг - суюкликликларни иситиш натижасида ҳосил булган газ
- Буг турбинаси - бугнинг иссиклигим энергиясини боскичма-боскич механик энергияга айлантириб берувчи иссиклик машинаси
- Турбина - берилаётган иш жисми (буг, газ, сув) нинг кинетик энергиясини механик ишга айлантириб берадиган бирламчи двигатель
- Диск - машина механизмининг думалок, тугарак қисми.
- Актив - фаолиятни оширмоқ, кучайтирмоқ.

Назорат саволлари

1. Буг турбинаси нима ?
2. Актив турбина нима ?
3. Реактив турбина қим томонидан яратилган ?
4. Буг турбинаси неча қисмдан иборат ?
5. Комбинациялаштирилган турбиналарнинг аҳамияти ?
6. Газ турбинаси нима ва нимага хизмат қилади ?

ИССИКЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ.

Органик екилги енганда ажраладиган иссиқлик энергиясини узгартириш натижасида ҳам иссиқлик ҳам электр энергияси ишлаб чиқарадиган иншоат иссиқлик электр станцияси дейилади. Иссиқлик электр станцияси (ИЭС) лар иш екилгисининг турига кура: каттик, суюқ, газсимон ва аралаш екилгиларда ишлайдиган станциялар; иссиқлик двигателларининг турига кура: буг турбинали, газ турбинали, ички енилги двигатели станциялар; истемолчига узатадиган энергияси турига караб: конденсацияли электр станциялари ва иссиқлик электр марказлари; қувват бериш услубига караб асосий таъмирлавчи (йил давомида узлуксиз ишлайдиган) ва тигиз (энергияни истемол қилиш орқанда кескин ишлайдиган) станцияларга бўлинади. ИЭСларга атом, гелио, геотермик электр станцияларни ҳам киритиш мумкин. Мамлакатни электрлаштиришда ИЭСлар асосий электр манбайи ҳисобланилади. ИЭСларга дунда ишлаб чиқариладиган электр энергиясининг 80% тугри келади.

Конденсацияли электр станцияси.

Бундай электр станцияси факат электр энергиясини ишлаб чиқарши мужжалланган бўлади. КЭС аҳолий яшайдиган нуқталарда, саноат марказларида ва екилги казиб олинадиган жойларда қурилади. Район учун мулжалланган КЭС ГРЭС деб номланилади. ГРЭС лар ҳозирги кунда ИЭС ишлаб чиқарадиган электр энергиясининг 2/3 қисми уларга тугри келади. Сирдаре

ГРЭСи 10 та блокдан иборат бўлиб 3000 МВт электр энергиясини ишлаб чиқаради. ГРЭС ҳозирги кунда жуда катта қувватли (1 МВт дан ортик) ва электр халқасидаги электр станциялари билан биргаликда ишлайдиган КЭС дир. ГРЭСлар бугининг босими критик босимдан (22 МПа) юкори болган босимларда ишлайди. Қуввати 250-300 МВт булган турбиналар критик босимдан юкори булган босимлар (24 МПа) да ишлайди. Бугнинг бошлангич босими 13-14 МПа, температураси $T = 830-850$ К бўлади. Такимиллашган КЭС ларда бугнинг параметрлари $P = 16-25$ МПа, $T = 800-900$ К га етади ГРЭС асосан буг генератори ва буг турбинаси электр генератори билан бирга энергия блоки деб қурилади (21-1 расм) .

КЭСлар иссиқлик электр марказларига нисбатан анча содда ва иктисолдий жихатдан самаралидир. КЭС нинг узига сарфланадиган (электрдвигателларни, насосларни ва ш.к. ердамчи асбоб ускуналарни қуришга) энергияни ҳисобга олмаганда қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_{\text{иэм}} = \frac{W_{\text{ич}} + q_{\text{мч}}}{B^e * q_{\text{киб}}^e} \quad (21.1)$$

бунда $W_{\text{ич}}$ - вақт бирлиги ичида электр генератори ишлаб чиқарган энергия, кЖ, $q_{\text{киб}}$ - вақт бирлиги ичида станция сарфлаган иссиқлик микдори, кЖ, B - вақт бирлигидаги екилги сарфи, кг, $q_{\text{киб}}$ - екилгининг қуйи ениш иссиқлиги, кЖ/кг.

Амалда электр энергияси кВт·соат =3600кЖ) эътироф этилган холда η ни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\eta_t^{\mathcal{E}} = \frac{W_{ич}^u}{B_{\mathcal{E}}^u * q_{киб}^e} \quad \eta_t^u = \frac{W_{ич}^u}{B_u^u * q_{киб}^e} \quad (21.2)$$

Замонавий КЭСларнинг ф.и.к. си 30% атрофида булиб жуда куп энергия конденсатордан совутгичга (даре, ховуз, денгиз сувига) чикарилади.

Иссиклик электр маркази.

Иссиклик электр маркази бир вақтнинг узида ҳам иссиклик ҳам электр энергияси ишлаб чиқарадиган станциялар булиб, улар катта саноат марказларида ва катта шаҳарларда қурилади. ИЭМ ларда екиладиган екилги иссиклигидан икки хил энергия ишлаб чиқариш йили билан улардан самарали фойдаланилади. Буг турбинасида иш бажариб булган бугдаги колдик иссиклик микдоридан иссиклик алмашилиш еки маълум иссиклик микдорини қозон агрегатига қайтариш ҳамда регенерация усуллари орқали ундан туларок фойдаланилади. Бу колдик иссиклик иситиш тармоқларида сув ва хавони иситишга сарфланилади. Турли туман иссиклик аламшинув асбоблари (сув иситгичлар, калориферлар, буглатгичлар, автоклав) конденсатор вазифасини бажаради. Хосил булган конденсат иссиклик электр марказига қайтарилади. Бундай иссиклик алмашивинувининг кулланилиши натижасида истемолчилардаги иссиклика булган талабнинг 90 % ИЭМ зиммасига тушади. Шунинг учун улар саноат марказлари ва аҳоли зич жойлашган минтакаларда қурилади.

Марказлаштирилган иссиклик ва электр энергияси билан таъминлаш иссиклик таъминоти (теплофикация) дейилади. ИЭС лар ишлаб чиқариладиган энергиянинг 30 % дан ортигини беради.

Катта саноат ва металлургия марказларидаги умумий иссиклик энергиясининг тақрибан 90% ни ИЭМ лар беради. ИЭМ нинг ФИК ишлаб чиқарилган электр ва иссиклик энергиялари йигиндисининг екилги сарфини унинг қуйи ениш иссиклигига қупайтмасига нисбати орқали ифодаланади:

$$\eta_{\text{бп}} = \frac{W_{\mathcal{E}}}{q_c} = \frac{W_{\mathcal{E}}}{B * q_{кc}^e} \quad (21.3)$$

бунда: $W_{\mathcal{E}}$ – ва q_c – ишлаб чиқарилган электр ва иссиклик энергиялари микдори, кЖ; B – екилги сарфи, кг/с; $q_{кc}^e$ – екилгининг қуйи иссиклик бериш хусусияти.

ИЭМ ишлаб чиқарган электр ва иссиклик энергияларга мос равишда унинг ФИК лари қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_{\text{бп}} = \frac{3600}{q_c} W_{\mathcal{E}} \quad (21.4)$$

бунда $W_{\mathcal{E}}$ – йиллик ишлаб чиқарилган электр энергияси микдори, кЖ; B . ва B . – йил давомида электр ва иссиклик энергияларини ишлаб чиқаришга сарфланган екилги микдорлари; $B_{\text{исс}} = B - B_{\text{исс}}$ иссиклик электр маркази ишлатган йиллик екилги микдоридан иссиклик ишлаб чиқаришга сарфланган қисмининг айирмаси бир йилда ишлаб чиқарилган электр

энергияга сарфланган екилги микдорини беради. Бунда козон агрегатига келтирилган екилги ҳосил қилган иссиқлик тулалигича фойдаланилади, деб фараз қилинади.

ИЭМ нинг ФИК ни аниқлашда, станцияни иссиқлик ва электр энергиялари билан таъминлаш учун зарур бўлган энергия ҳам ҳисобга алинади.

Замонавий ИЭМ лари 1 кВт·соат энергия ишлаб чиқаришга -350 г екилги сарфлайди.

Юқорида қараб чиқилган ИЭС ларнинг жойлашувига қараб, шундай ҳулоса қилинади. ИЭС лар мамлакатни электрлаштиришда ва иссиқлик таъминотини режалаштиришда, екилгидан тугри фойдаланиб электр ва иссиқлик энергиялари ишлаб чиқаришда улар асосий манбалар бўлиб қолади.

Атроф-муҳитни химоялашда ИЭС лар чиқиндилари табиатга маълум даражада зарар ҳам келтиради. Тутун газлари таркибидаги захарли кимевий бирикмалар атмосфера ҳавосини ифлослантиради. Шунинг учун ҳам екилгидан тугри фойдаланиш талаби кун сайин ортиб бормокда. Тежамли, экологик жиҳатдан нисбатан тоза, такомиллашган қурилмалар лойиҳаланиб қурилмокда.

21 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

Электр станция - органик екилги енганда ажраладиган иссиқлик энергиясини узгартириш натижасида иссиқлик ва электр ишлаб чиқариш иншооти.

Электр - зарядланган зарра, ток.

Конденсатор - бугларни суюқликка айлантириб берувчи иссиқлик алмашилиш қурилма.

ГРЭС - давлат район электр станция.

ИЭС - иссиқлик электр станция.

КЭС - конденсацияли электр станция.

ИЭМ - иссиқлик электр маркази.

Назорат саволлари

1. Электр станция нима ?
2. Конденсацияли электр станциянинг саноатдаги урни ?
3. Иссиқлик электр марказининг аҳамияти нимада ?
4. Замонавий КЭС нинг ф.и.к. қандай топилади ?

АТОМ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ (АЭС)

Хозирги кунда жaxon энергетикасида нефть ва газнинг улуши 50% атрофида, кумирники 35% ни ташкил этса колган 15% энергия гидро, атом ва бошка электр станцияларга тугри келади. АЭС атом энергиясини электр энергиясига айлантирувчи станция булиб, у атом реактори, паст ва юкори босимли регенератор, электр генератор ва бошка ордамчи ускуналар хамда автоматик контрол улчаш асбоблари ва бошкариш системасидан ташкил топган (22-1 расм) Хозир ер юзида 300 га якин АЭС ишляпти.

Табиятда уран-235 изотопининг микдори 0,72%, уран-238 изотопники 99,274%, уран 234 ники эса 0,006% ташкил этади. АЭС ларда атом реакторида кечадиган бошкариладиган заржирли ядро реакцияси вактида, асосан уран-233, уран-235, плутоний-239 атомлари ядроларининг парчаланиши натижасида иссиклик энергияси ажралади. Ядро реакциясида ажралган иссиклик микдори иссиклик ташувчи (гелий, огир сув, суюк натрий) га узатилади. У биринчи берк контурда, яъни реактор ва ташки иссиклик алмаштиргич оралигида насос ердамида мажбурий хараклантирилади. АЭСнинг 2-контуридаги жараенлар ИЭСларникидек кечади.

АЭС ларнинг сув-сув энергетик реактори (ССЭР), суюк металл энергетик реактори (СМЭР) мавжуд булиб улар сув, суюк метал ва суюлтирилган газлар билан совутилади. Энергетикада, транспортда ва космонавтикада иссиклик энергиясининг манбаи сифатида хархил кувватдаги атом реакторлари кулланилади.

Атом реакторлари нейтронларнинг спекторига кура тезкор, иссиклик ва оралик, яъни тез нейтронлар (100 кэВ) энергияси иссиклик харакати энергияси (0,025 эВ) га тенг булган нейтронлар ва энергияси 1 эВ дан бир неча кэВ гача булган нейтронлар таъсирида занжирли ядро реакцияси борадиган туралрга булинади.

Атом реакторларининг иш моддаси ядро екилгиси булиб табиий уран-235 ва суний уран-233, плутоний-239 киради. Суний ядро екилгисининг хом-ашеси булиб торий-232 ва уран-238 тушунилади.

Ядро куч курилмаларининг асосини атом реактори ташкил этади. Ядро куч курилмалари электр энергиясини ишлаб чикаришда, яъни АЭС да, муз ерар ва сув ости кемаларда, самолетларда, ядро реактив двигателларда кулланилади. АЭСларда асосан электр ва иссиклик энергиялари ишлаб чикарилади ва тузилиши иссиклик куч курилмаларига ухшаш.

Атом реактори бошкариладиган заржирли ядро реакцияси кечадиган ва реакция бир меерда саклаб туриладиган курилма булиб, у каструлка симон зангламайдиган идиш булиб, унинг ичига иссиклик ажратуви элементлар, бошкариш стерженлари, совутгич модда ва нейтронларни кайтаргич жойлаштирилади. Иссиклик ажратувчи элементлар шахмат тартибида, нейтронларни кайтаргичлар (графит) ички девори реакторнинг сирти буйлаб жойлаштирилади. Совутгич вазифасини огир сув, суюк метал ва суюлтирилган газ бажаради. Огир сув уз навбатида нейтронларни сусайтиргич вазифасини хам утайди. Бошкариш стерженлари кадмий, индий, гольмий ва шу каби элементлар котишмаларидан тайерланилади. Бу стерженлар юкорига кутарилган сари занжирли ядро реакцияси жадаллашиб боради ва реакторда иссиклик ажралиш юз беради. Бу иссикликни ташкарига берк контурдаги айланадиган совутгич ердамида насос билан узатилади. Совутгичдаги иссиклик микдори юкори болганлигидан у тугри буг генераторига узатилади. Буг генераторида хосил килинган курук киздирилган буг юкори босимли буг турбинасига юборилади. Умуман олганда, АЭСнинг охирги берк контурида кечадиган жараенлар ИЭСларники кабидир. 1-чи берк контурдаги совутгичнинг харорати реактордан чиканда 550 К атрофида буг генераторидан кейин эса реактор турига караб 360-460 К

атофида булади.

АЭСлар 1, 2, ва 3 контурли булади: 1 контурлида сув буги атом реакторида хосил булади (расм) ва унда радиактив моддалар болиши мумкин. 1 берк контурдаги радиактив моддаларнинг иккинчи контурга утиш эхтимали йук. 1 берк контурдаги совутгич 2 берк контур учун иссиқлик манбаи вазифасини бажаради. Купчилик икки контурли АЭС ларнинг 1-чи контурида иссиқлик ташувчи вазифасини огир сув ва суюк натрий бажаради; 3 контурли АЭСда 1 ва 2-чи берк контурлардаги иссиқлик алмаштиргич вазифасини суюк натрий бажарса 3-чи контурда эса оддий сув бажаради.

АЭСларнинг ФИК 40% атофида булиб ишлаб чиқариладиган электр энергиясининг таннархи ИЭСларники каби булади. Замонавий АЭСларда 1млн.кВт соат электр энергияси ишлаб чиқариш учун 200 гр. уран элементи ядро реакцияси вактида екилади. Худди шунча электр энергиясини ИЭС ишлаб чиқариши учун тахминан 400 тонна кумир екиш керак булади. АЭСлар ишлаб чиқараетган электр энергияси унча арзон булмасада екилги кам сарфланиши билан ажралиб туради. Иш муддати нуктаий назаридан ишлатиб булинган иссиқлик ажратгич элементларини алмаштириш керак булади. Бу иссиқлик ажратгич элементлари радиактив моддалардан ташкил топганлиги сабабли улар бирор радиактив моддалар кабристонида узок йиллар (1 млн. йил ва ундан ортик) герметик холатда сакланиши керак. Хозирги кунда хам радиактив моддаларни саклаш масаласи узил-кесил ечилган эмас. Экологик нуктаи назардан караганда АЭСлардан мутлоко фойдаланиш керак эмас. Турли мамлакатларда атом реакторлари аварияга учрамокда ва табиятга катта зарар етказяпти.

Термоядро синтез энергетикаси.

Табиятда органик екилги захираси камайиб боретганлиги, атомэлектр станцияларнинг экологик жихатдан талабга жавоб бермаслиги хамда гелио ва геотермал станциялар ф.и.к. нинг пастлиги хисобга олинганда экологик нуктаи назардан тоза электр энергиясини манбаини яратиш муаммоси уз ечимини кутмокда.

Бу муаммонинг ечими термоядро энергетикасини яратишдан иборат. Термоядро синтез реакцияси Куеш ва юлдузларда водород ва гелий ядроларининг кушилиши натижасида содир булади.

Дуне океанларидаги водород ва дейтерий захираси 0,015% ни ташкил этади. Бу захира бир неча миллион йилларга етади. Масалан, 1г термоядро екилгиси 1 кг тошкумир энергиясига нисбатан 5.10. марта купрок энергия беради еки ичимлик сувининг бир литридан ажратилга дейтерийни екишда хосил булган иссиқлик энергиясининг микдори 300 кг нефтни екканда ажратилган энергияга тенг.

22 - маърузага оид таянч суз ва иборалар

АЭС - атом энергиясини электр энергияга айлантириб берувчи электр станция.

Термоядро реакцияси - юкори температураларда енгил ядроларнинг огиррок ядролар булиб бирикиш реакциялари.

Ядро занжир - атом ядроларининг нейтрон таъсири остида реакциялари уз-узини давом эттирувчи булиниш реакциялари

Атом энергияси - атом ядроларининг баъзи ядро реакцияларида ажралиб чиқаетган ички энергияси.

ССЭР - сув-сув энергетик реактор.

Ядро реактори-ядро булиниш занжир реакциясини бошкарувчи курилма.

Назорат саволлари

1. Атом электростанциялари нима ?
2. Неча фоиз электр энергия АЭС ларда ишлаб чиқилади ?
3. АЭС лар неча контурли бўлади ?
4. Термоядро синтез энергетикаси нима ?

АДАБИЁТЛАР

1. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника.- М.:Энергия, 1980.- 550с.
2. Архаров А.М., Исаев С.И., Крутов В.И. и др. Теплотехника. - М.: Машиностроение, 1986. - 432 с.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. - М.:Высшая школа, 1986. - 344 с.
4. Баскаков А.П. Теплотехника. - М.: Энергия, 1982. - 264 с.
5. Ларионов Н.Н. Теплотехника. - М.:Стройиздат, 1985. - 432 с.
6. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.: Энергоиздат, 1983. - 367 с.
6. Ястржембский А.С. Техническая термодинамика. - М-Л.: Госэнергоиздат, 1960. - 495 с.
7. Лабораторный практикум по термодинамике и теплотеплопередаче. Под ред. Крутова В.И., Шишова Е.В. - М.: Энергия, 1988. - 216 с.
8. Рогов И.А., Куцакова В.Е., Фролов С.В. и др. Консервирование пищевых продуктов холодом. - М.: Колос, 1999. - 176 с.

Кушимча адабиёт

1. Хазен М.М., Матвеев Г.А., Грицевский М.Е., Казакевич Ф.П. Теплотехника. - М.: Высшая школа, 1981. - 480 с.
2. Базаров И.П. Термодинамика.-М.:Машиностроение, 1986.-272 с.
3. Лейтес И.А., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии.-М.:Химия, 198. - 200 с.
4. Романков П.Г., Курочкина М.И. Расчетные диаграммы и номограммы по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". - Л.: Химия, 1985. - 56 с.
5. Исаев С.И. Курс химической термодинамики.-М.:Химия, 1986.-272 с.
6. Коваленко А.Д. Основы термоупругости. - Киев, Высшая школа, 1970. - 308 с.
7. Андриященко А.И. Основы термодинамических циклов теплоэнергетических установок. - М.:Энергия, 1985. - 319 с.
8. Сычев В.В. Сложные термодинамические системы. - М.:Энергия, 1980. - 208 с.
9. Циглер Г. Экстремальные принципы термодинамики необратимых систем. - М.: Энергия, 1966. - 278 с.
10. Крутов В.И., Исаев С.И. и др. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа, 1991. - 384 с.
11. Бальян С.В. Техническая термодинамика и тепловые двигатели. - Л.:Машиностроение, 1973. - 304.
12. Вукалович М.П., Новиков И.И. Техническая термодинамика. - М.:Энергия, 1969. - 304 с.
13. Жумахов И.М. Насосы, вентиляторы и компрессора. М.: Углетехиздат, 1959. - 598 с.
- 14.Козин В.Е. и др. Теплоснабжение.- М.:Энергия, 1980. - 408с.
- 15.Кокорев Л.С., Харитонов В.В. Прямое преобразование энергии и термоядерные энергетические установки. М.: Энергия., 1980. - 216с.
- 16.Локай В.И. и др. Газовые турбины двигателей летательных ап-

- паратов: Теория, конструкция и расчет. - М.: Машиностроение, 1979. - 477 с.
17. Маргулова Т. Атомные электрические станции. - М.: Энергоатомиздат, 1978. - 360 с.
18. Теория тепломассообмена. Под ред. Леонтьева А.И. - М.: Высшая школа, 1979. - 495 с.
19. Техническая термодинамика. Под ред. Крутова В.И. М.: Машиностроение, 1986. - 432 с. 18 - маъруза
20. Ионина А.А. Теплоснабжение. - М.: Стройиздат, 1982. - 215 с.
21. Лосев С.М. Паровые турбины и конденсационные установки. - М.: Энергия, 1984. - 368 с.
22. Копьев С.Ф., Качанов Н.Ф. Основы теплоснабжения и вентиляции. - М.: Стройиздат, 1984. - 228 с.