

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“Кимё-технология” факультети

“Кимё-технология” кафедраси

“Химояга рухсат этилди”

Факультет декани

_____доц. О.К.Эргашев

“___” _____ 2015 йил

5320400 – Кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича) бакалавриатура
таълим йўналиши битирувчиси

Юсупова Нилуфар Абдурахимовна

Иссиқликка чидамли полиэтилен материалларидан тажрибавий
“Труба ичида труба” қурилмасини лойихалаш мавзусидаги

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Битирувчи: _____ Н.А. Юсупова

БМИ раҳбари: _____ доц. Д.Ш. Шерқўзиев

Кафедра мудири: _____ доц. Д.Ш. Шерқўзиев

Наманган-2015

МУНДАРИЖА

Кириш.....	2
I.Технологик бўлим	4
1.1.Иссиқликка чидамли полиэтилен материалларидан тажрибавий “Труба ичида труба” қурилмасини лойихалашда полиэтилен материалларининг физик-кимёвий хусусиятлари ва ахамияти	4
1.2.Хом ашё маҳсулотларни қиздириш жараёнларининг назарий асослари	6
1.3. Хом ашё маҳсулотларини қиздириш жараёнида қўлланиладиган иссиқлик ташувчи агентларнинг асосий хоссалари	8
1.4. Корхоналарда қўлланиладиган иссиқлик алмашилиш қурилма ва аппаратларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва конструктив-технологик кўрсаткичларини тахлили.....	32
1.5. Жараённинг иссиқлик баланси.....	42
1.6. Иссиқлик узатиш коэффициенти ҳисоби.....	44
1.7. Аппаратнинг иссиқлик узатиш юзаси ҳисоби.....	45
1.8. Труба ичида труба қурилмасининг назарий ҳисоби.....	45
1.9.Тажриба қурилмасининг тузилиши ва тажриба ўтказиш тартиби.....	46
II. Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш.....	58
III. Техник- иқтисодий кўрсаткичлар ҳисоби.....	62
IV.Мехнат муҳофазаси ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш.....	68
Хулоса.....	72
Фойдаланилган адабиётлар.....	74
Иловалар	

Кириш

Президентимизнинг 2015-йил 4-мартдаги “2015-2019-йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги Фармони мамлакатимизда амалга оширилаётган ишлаб чиқаришни янгилаш ва инновация технологияларини жорий этиш бўйича узлуксиз жараённинг мантиқий давоми бўлди.

Дастур таркибий ўзгаришларини изчил таъминлаш, ишлаб чиқаришни модернизация ва диверсификация қилиш, барқарор иқтисодий ўсиш локомотивлари бўлишга қодир юқори технологияли саноат тармоқларини янада ривожлантириш, ишлаб чиқаришни кенгайтириш, бунинг учун хорижий инвестицияларни жумладан, етакчи хорижий компаниялар билан биргаликда қўшма корхоналар ташкил этиш орқали фаол жалб қилиш мақсадида қабул қилинди.

Хусусан, ушбу фармонга мувофиқ, ресурс тежайдиган буғ-газ қурилмаси ва қуёш энергиясидан фойдаланиш бўйича синаб кўрилган замонавий технологияларни кенг жорий этиш бўйича электр энергетика соҳасида фаолият кўрсатаётган ишлаб чиқариш қувватларини изчил модернизация қилиш ва янгиларини кўзда тутиш кутилмоқда.

Нефт-газ ва нефт-кимё саноатида табиий газ ва газ конденцатини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматга эга маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш ва турини кенгайтириш режалаштирилмоқда. Кимё саноатида ишлаб чиқариш ва экспортни мураккаб минерал ўғитлар, полимерлар, синтетик каучук, метанол ва кенг турдаги маиший-кимё товарлари ишлаб чиқариш бўйича замонавий технологияларни жорий этиш орқали диверсификация қилиш кўзда тутилган.

Умуман, геология, ёқилғи энергетика комплекси, кимё, нефт-кимё ва металлургия саноатида ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва

технологик янгилаш бўйича 124 инвестиция лойихаси, шунингдек, хорижий сармоядорларни жалб этган ҳолда 48 истиқболли инвестиция лойихасини амалга ошириш режалаштирилмоқда. Юртбошимизнинг юқорирдаги маърузаларидан келиб чиқиб иссиқликка чидамли полиэтилен материалларидан тажрибавий **“Труба ичида труба” қурилмасини** лойихалашда нафақат кимё ва бошқа ишлаб чиқариш корхоналари учун балки озиқ-овқат саноатида ҳам кенг фойдаланишда энг асосийси кам чиқимлигидир қурилмада иссиқликни ушлаб қолиш билан бирга метал ва энергия сарфини камайтириш, кечаётган жараёни моддий ва иссиқлик балансларини ишлаб чиқишда самарали унумли фойдаланиш иш коэффициентига эгадир. Афзалликлари оддий, енгил ва металл харажати кам бўлиб асосан иссиқликни атроф муҳитга чиқиши камайтирилади ва вақтдан унумли фойдаланиб сифатли маҳсулотни ишлаб чиқишга қаратилган.

I.Технологик бўлим

1.1.Иссиқликка чидамли полиэтилен материалларидан тажрибавий **“Труба ичида труба” қурилмасини** лойихалашда полиэтилен материалларининг физик-кимёвий хисусиятлари ва ахамияти.

Полиэтилен - полиэтилен паст ҳароратда (110-130°C) юмшайдиган термопластик полимер бўлиб, хона шароитида биронта ҳам эритувчида эримади. Ароматик ва хлорланган углеводородларда 70°C дан юқорида бўкади ва эрийди. Полиэтилен концентрланган кислота ва ишқорлар, тузларнинг сувдаги эритмалари таъсирига ҳам чидамли. Атмосфера таъсирига ҳамда иссиқликда оксидланишга чидамлилигини ошириш мақсадида полимер таркибига турли хил стабилизатор-антиоксидантлар қўшилади. Полиэтилен радиотехникада ва телевизор қисмларини олишда электроизоляция materiali сифатида, коррозияга чидамли қопламлар, турли мақсадларда ишлатилувчи пленкалар, идишлар олишда, қоғоз, ёғоч, матоларни шимдиришда ва ҳ.к. ишлатилади. Механик ва физик-кимёвий хусусиятларини яхшилиги, қайта ишлашнинг осонлиги ҳамда арзонлиги дунё бўйича ишлаб чиқарилаётган синтетик полимерлар орасида полиэтиленни биринчи ўринга чиқиб олишига сабаб бўлди. Ҳозирги кунда полиэтилен юқори босимда, паст босимда, ўрта босимда, ҳамда "SKLEARTECH" технологиялари бўйича ишлаб чиқарилади.

Юқори босимли полиэтилен (паст зичлики)

Саноатда юқори босимли (ЮБПЭ) полиэтилен этиленни 200-280°C да 150-300 МПа босим остида конденсирланган газ фазасида радикал полимерланиш инициаторлари иштирокида полимерлаб олинади. Олинган полимер 920-930 кг/м³ зичликка, 80000-500000 ўртача массавий молекуляр оғирликка ва 50-65% кристаллик даражасига эга бўлади.

Паст босимли полиэтилен (юқори зичликдаги)

Саноатда паст босимли (ПБ) полиэтилен газ ва суюқ фазаларда ионли ёки координацион ионли полимерлаш орқали олинади. Жараёни (0.3-0.5) - (22.5) МПа босимда (70-80)°C - (90-105)°C ҳароратда, Циглер-Натта ёки хроморганик, хром

оксидлари каби катализаторлар иштирокида олиб борилади. Бу усулда олинган полиэтиленнинг молекула массаси, олиш усули ва ишлатилган катализатор хилига боғлиқ бўлади. Циглер-Натта катализаторлари иштирокида молекула массаси 2-3 млн га тенг полимерлар олиш мумкин. Саноатда асосан 80000-500000 молекула массасига эга полиэтилен ишлаб чиқарилади. Молекула массаси жуда юқори бўлган полиэтиленни қайта ишлашни махсус усуллари ишлаб чиқилган.

Суюқ фаза ва паст босимда (юқори зичликли) полиэтилен олиш

Паст босимдаги (ПБ) полиэтилен бу усул билан этиленни 0.30.5 МПа босимда, 70-80°C да, органик эритувчилар (бензин ва ш.к.) муҳитида полимерлаб олинади. Полимерланиш Циглер-Натта катализаторлари (диэтилалюминийхлорид ва титантетрахлориди) иштирокида олиб борилади. Алкилалюминийни титан тўртхлоридга нисбати 1:1 дан 1:2 гача олинади. Бу катализатор комплекси ҳаводаги кислород ва намлик таъсирида парчаланиб кетиши сабабли, полимерланиш сувсизлантирилган эритма муҳитида ва азот атмосферасида олиб борилиши шарт.

Ўртача босимда олинadиган полиэтилен (юқори зичликли)

Ўртача босимда (ЎБ) полиэтилен, этиленни 130-150°C да, 3.5-4 МПа босимда эритувчи муҳитида алюмосиликат юзасига ўтказилган ўзгарувчан валентли металл (Cr, Mo, V) оксидларидан иборат катализаторлар иштирокида полимерлаб олинади. Катализатор ташувчиси сифатида ишлатиладиган алюмосиликатни 75-90% и кремнийни икки оксиддан иборат. Хром оксиди асосидаги катализатор, алюмосиликат ташувчини хром уч оксидини (CrO_3) сувдаги эритмаси билан шимдириб тайёрланади. Хром оксиди билан шимдирилган ташувчи 100-200°C да қуритилади. Хром оксидларини оптимал миқдори 5-6 % ни ташкил этади. Катализаторни фаоллигини ошириш мақсадида ишатишдан аввал уни 500-550°C да 5 соат давомида қуруқ ҳаво билан қиздирилади. Ушбу шароитда ишлов берилган катализатор таркибидаги 80-90% хром олти валентли ҳолда бўлади. Фаоллаштирилган катализатор совутилиб яхшилаб беркитилган идишда сақланади. Ўртача босимда полиэтилен олишни ютуқлари сифатида ишлатилаётган метал оксид катализаторларини кам заҳарлилиги ва хавфсизлиги ҳамда бу катализаторларни регенерация қилиш мумкинлигини кўрсатиш мумкин. Усулни

камчилиги сифатида, полимерни ажратиб олиш ва тозалаш билан боғлиқ қўшимча жараёнларни ортиши, ҳамда эритувчининг кўп харж бўлиши ва уни регенерлаш билан боғлиқ янги жараёнларни қийинлигини кўрсатиш мумкин.

1.2.Хом ашё маҳсулотларни қиздириш жараёнларининг назарий асослари

Температураси юқори бўлган жисмдан температураси паст жисмга иссиқликнинг ўз - ўзидан, қайтмас ўтиш жараёнига иссиқлик алмашилиш дейилади. Жараёни ҳаракатга келтирувчи кучи, бу ҳар хил температурали бўлган жисмларнинг температуралар фарқидир. Термодинамиканинг 2-қонунига биноан, иссиқлик ҳар доим температураси юқори жисмдан температураси паст жисмга ўтади. Иссиқлик (иссиқлик миқдори) – бу иссиқлик алмашилиш жараёнининг энергетик характеристикаси бўлиб, жараён мобайнида узатилган ёки олинган энергия миқдори билан белгиланади. Иссиқлик алмашилиш жараёнида иштирок этувчи жисмлар иссиқлик ташувчи элткич ёки иссиқлик элткич деб номланади. Иссиқлик ўтказиш – иссиқлик энергиясининг тарқалиш жараёнлари иситиш, совитиш, конденсациялаш, буғланиш ва буғлатишлар киради. Ушбу жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган қурилмалар иссиқлик алмашилиш қурилмалари деб аталади.

Маълумки, иссиқлик алмашилиш жараёнларида камида 2 та турли температурали муҳитлар иштирок этади. Ўз иссиқлик энергиясини узатувчи, юқори температурали муҳит - иссиқлик элткич деб аталса, иссиқлик энергиясини қабул қилувчи паст температурали муҳит эса-совуқлик элткич деб аталади. Иссиқлик ва совуқлик элткичлар кимёвий бардошли бўлиши, қурилмаларини емирмаслиги ва унинг деворларида қаттиқ, ғовак, қуйқа ҳосил қилмаслиги керак. Шунинг учун, иссиқлик ёки совуқлик элткичларни танлашда жараён температураси, нархи ва уларни қўлланиш соҳалари каби кўрсаткичларга катта аҳамият бериш керак. Қуйидаги 1-жадвалдан кўриниб турибдики

Иссиқлик (совуқлик) элткичларнинг энг кенг тарқалган турлари

1- жадвал

т/р	Иссиқлик элткичнинг номи	Ишчи шароитлар	
		Температура, °C	Босим, МПа
1.	Гелий	≤ -272	≤ 0,1
2.	Водород	≤ -257	≤ 1,0
3.	Азот, кислород, хаво	≤ -210	≤ 20,0
4.	Метан	-100...-160	≤ 4,0
5.	Этан, этилен, фреонлар	-70...-150	≤ 4,0
6.	Аммиак, олтингугурт ва углерод диоксиди, фреон	0...-70	≤ 1,5
7.	-12,22	0...-65	≤ 0,1
8.	Этиленгликоль	0...-50	≤ 0,1
9.	Кальций хлорид эритмаси	0...-10	≤ 0,3
10.	Фреон –11, 21, 113, 114	0...-100	0,1
11.	Сув	100...374	0,1...22,
12.	Тўйинган сув буғи	0...250	5
13.	Газойль	200...300	0,1...4,0
	Дифенил, дифенилоксид, дифенил аралашмалари	260...350	0,1
14.	(юқори температурали органик иссиқлик	320	0,1...0,6
15.	элткичлар)	400	0,1
16.	Силиконлар (юқори молекулали кремний органик	150...530	0,1
17.	бирикма)	420...1000	0,1
18.	Калай ва сурмаларнинг қўрғошин билан	≤ 1500	0,1
19.	қотишмаси	≤ 3500	0,1
	HTS қуюқ эритмаси (40% NaNO ₂ , 17% NaNO ₃ ва 53% KNO ₃)		0,1
	Тутун газлари		
	Қаттиқ иссиқлик элткичлар (шамот, алунд ва хоказо)		
	Газлардан электр разряди ўтганда ҳосил бўлган		

	газлар		
--	--------	--	--

Температураси турли бўлган мухитлар орасида иссиқлик ўтказиш турғун ва нотурғун шароитларда амалга ошиши мумкин. Турғун жараёнларда қурилманинг температура майдони вақт ўтиши билан ўзгармайди. Нотурғун жараёнларда эса, вақт ўтиши билан температура ўзгаради. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда жараёнлар турғун боради, узлукли (даврий) ишлайдиган қурилмаларда эса-жараёнлар нотурғун бўлади. Ундан ташқари, даврий ишлайдиган қурилмаларни юргизиш ва тўхтатиш, ҳамда иш режимлари ўзгарган ҳолларда нотурғун жараёнлар содир бўлади.

Иссиқлик ўтказиш жараёнининг асосий кинетик характеристикалари бўлиб, ўртача температуралар фарқи, иссиқлик ўтказиш коэффициентлари ва узатилаётган иссиқлик миқдорлари ҳисобланади.

Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблашда қуйидаги параметрлар топилади:

1. Иссиқлик оқими (қурилманинг иссиқлик юкласи), яъни иссиқлик миқдори Q ҳисобланади. Иссиқлик оқимини аниқлаш учун иссиқлик баланси тузилади ва у Q га нисбатан ечиб топилади;
2. Берилган вақт ичида зарур иссиқлик миқдорини узатишни таъминловчи қурилма-нинг иссиқлик алмашилиш юзаси аниқланади. Бунинг учун иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан фойдаланилади.

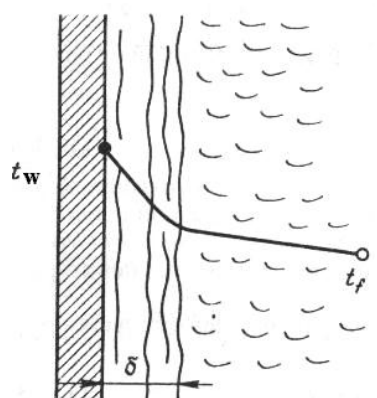
Иссиқлик асосан 3 усулда узатилиши мумкин. Иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва иссиқлик нурланиши.

1.3.Хом ашё маҳсулотларини қиздириш жараёнида қўлланиладиган иссиқлик ташувчи агентларнинг асосий хоссалари

Конвектив иссиқлик алмашилиш

Суяқлик массаси турбулентлиги қанчалик юқори ва унинг заррачалари жадал равишда аралаштирилса, конвекция усулида иссиқлик алмашилиш шунчалик

интенсив булади. Шундай қилиб, конвектив иссиқлик алмашилиш, иссиқликнинг механик узатилиши ва суюқлик ҳаракати гидродинамикасига қаттиқ боғлиқдир. Иссиқлик алмашилиш жараёнида қатнашаётган суюқлик икки қатламдан ташкил топган, яъни чегаравий қатлам ва оқим ўзаги (ядроти) дан. Оқим ўзаги иссиқлик ўтиш вақтининг ўзида ҳам конвекция, ҳам иссиқлик ўтказувчанлик усулларида амалга ошади. Бундай иссиқлик алмашилиш **конвектив иссиқлик алмашилиш** дейилади (1-расм) Иссиқликнинг қаттиқ жисм юзасидан суюқлик (ёки газ) га ёки суюқлик (ёки газ) дан қаттиқ жисм юзасига ўтиши **иссиқлик бериш** деб номланади.



1-расм. Конвектив иссиқлик алмашилиш схемаси

Девор юзасидан чегаравий қатлам орқали энергия иссиқлик ўтказувчанлик усули билан ўтади. Чегаравий қатламдан эса, суюқлик ўзагига энергия асосан конвекция усулида узатилади. Иссиқлик энергиясининг девор юзасидан суюқликка узатилиш жараёнига оқимнинг ҳаракат режими катта таъсир қилади.

Конвектив иссиқлик алмашилиш асосан 2 хил бўлади, яъни **эркин** (ёки **табиий**) ва **мажбурий** конвекция.

Суюқлик ҳажмининг турли нуқталаридаги зичликларнинг фарқи туфайли рўй берадиган иссиқлик алмашилишга **эркин конвекция** дейилади. Бу жараёнга суюқликнинг физик хоссалари, унинг ҳажми, совуқ ва иссиқ заррачалари орасидаги температуралар фарқи катта таъсир кўрсатади. Бутун суюқлик ҳажмининг ташқи кучлари таъсири натижасида рўй берадиган иссиқлик алмашилишга **мажбурий конвекция** дейилади. Суюқликнинг ҳаракати насос, аралаштиргич, вентиляторлар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Бу жараёнга суюқликнинг физик хоссалари, унинг тезлиги, каналнинг шакли ва ўлчамлари салмоқли таъсир этади. Суюқликнинг турбулент ҳаракат режимида ламинар режимдагига қараганда иссиқлик алмашилиш анча интенсив бўлади.

Конвектив иссиқлик алмашилишнинг ўхшашлик критерий ва тенгламалари

Нуссельт критерийси девор ва суюқлик ўртасидаги чегарада иссиқлик алмашилиш жараёни интенсивлигини характерлайди.

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (1)$$

бу ерда α - иссиқлик бериш коэффициентлари, Вт/(м²·К); l – геометрик ўлчам, м; λ - мухитнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К).

Ушбу критерий чегаравий қатлам қалинлиги δ нинг аниқловчи геометрик ўлчам (труба учун унинг диаметри d) га нисбатини характерлайди.

Фурье критерийси нотурғун иссиқлик алмашилиш жараёнида температура майдонининг ўзгариш тезлиги, мухитнинг ўлчами ва физик катталиклари ўртасидаги боғлиқликларни характерлайди.

$$Fo = \frac{a \tau}{l^2} \quad (2)$$

Пекле критерийси суюқлик оқимида конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик усуллари билан иссиқлик тарқалиш нисбатини характерлайди.

$$Pe = \frac{wl}{a} \quad (3)$$

Одатда, Пекле критерийси иккита ўхшашлик критерийларининг кўпайтмаси кўринишида келтирилади:

$$Pe = \frac{wl}{a} = \frac{wl}{v} \cdot \frac{v}{a} = Re \cdot Pr$$

Прандтл критерийси суюқлик қовушоқлиги ва температура ўтказувчанлиги хоссаларининг нисбатини ифода этади. Ушбу критерий фақат суюқликларнинг диффузион – иссиқлик параметрлари ёрдамида аниқланади:

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{\mu}{a\rho} = \frac{\mu g}{a\gamma} \quad (4)$$

Грасгоф критерийси табиий конвекция жараёнидаги суюқлик оқимининг гидродинамик режимини характерлайди:

$$Gr = \frac{gl^3}{v^2} \beta \cdot \Delta t \quad (5)$$

бу ерда Δt – девор ва суюқликлар ўртасидаги температуралар фарқи, К; β - суюқликнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти; g – эркин тушиши тезланиши, м/с². Айрим ҳолларда Нуссельт критерийси ўрнига конвектив иссиқлик алмашилиш критерийси, Стентон критерийсини, ҳам қўллаш мумкин:

$$St = \frac{Nu}{Pe} = \frac{\alpha}{c_p \rho w} \quad (6)$$

Ушбу критерий иссиқлик бериш интенсивлигини суюқлик иссиқлик оқимига нисбатини аниқлайди. Юқорида келтириб чиқарилган ўхшашлик критерийлари конвектив иссиқлик алмашинишнинг ўхшашлик тенгламасини аниқлаш имконини беради:

$$f(Re, Nu, Pr, Fo, Gr) = 0 \quad (7)$$

Ушбу тенгламада фақат Нуссельт ***Nu*** сони аниқловчи бўлганлиги учун, тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, Fo) \quad (8)$$

Иссиқлик алмашиниш жараёнининг аниқ масалаларини ечишда тенгламани анча соддалаштириш мумкин. Турғун иссиқлик алмашиниш жараёнида тенгламадан ***Fo*** критерийси туширилиб қолдирилади ва ушбу кўринишни олади:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \quad (9)$$

Суюқликнинг мажбурий ҳаракати даврида табиий конвекцияни инобатга олмаса ҳам бўлади ва унда тенглама ***Gr*** критерийси киритилмайди:

$$Nu = f(Re, Pr) \quad \text{ёки} \quad Nu = A Re^n \cdot Pr^m \quad (10)$$

Суюқликнинг эркин ҳаракати (табиий конвекция) даврида тенгламадан Рейнольдс критерийси тушуриб қолдирилади:

$$Nu = f(Gr, Pr) \quad \text{ёки} \quad Nu = A Gr^n \cdot Pr^m \quad (11)$$

Эркин конвекция даврида иссиқлик бериш

Маълумки, иссиқ ва совуқ суюқлик қатламлари зичликларининг фарқи таъсири остида эркин конвекция мавжуд бўлади. Зичликларнинг ушбу фарқи, девор ва суюқлик температуралар фарқига боғлиқдир. Девор шаклининг жараёнга таъсири иккиламчи бўлгани учун, иссиқлик беришнинг ўхшашлик тенгламаси ушбу кўринишда ёзилади:

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n \quad (12)$$

бу ерда ***c*** ва ***n*** - суюқлик ҳаракати режими, яъни ***Gr·Pr*** га, боғлиқ бўлган константалар.

2 жадвал

Режимлар		C	N
Ламинар	$(Gr \cdot Pr \leq 10^{-3})$	0,45	0
	$(Gr \cdot Pr = 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^2)$	1,18	0,125
Ўтиш	$(Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^7)$	0,54	0,25
Турбулент	$(Gr \cdot Pr > 2 \cdot 10^7)$	0,135	0,33

Грасгоф критерийсида аниқловчи геометрик ўлчам сифатида қуйидагилар қабул қилинган: цилиндрик ва сферик жисмлар учун – диаметр; текис плиталар учун – баландлик. Аниқловчи температура - чегаравий қатламнинг ўртача температураси $t = 0,5 \cdot (t_w + t_f)$ қабул қилинган. Бу ерда t_w – девор температураси, t_f - суюқлик ўзагидаги температура. Грасгоф критерийсидаги температуралар фарқи $\Delta t = t_w - t_f$ формулада ҳисобланади.

Мажбурий конвекция даврида иссиқлик бериш

1. Труба ичида иссиқлик элткичнинг иссиқлик бериш коэффиценти қуйидаги тенгламалардан аниқланади:

турбулент режим учун ($Re > 10000$)

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (13)$$

ўтиш режими учун ($2320 < Re < 10000$)

$$Nu = 0,008 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (14)$$

ламинар режим учун ($Re \leq 2320$)

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (15)$$

2. Трубалар ўрами мажбурий ҳаракатдаги кўндаланг иссиқлик элткич билан ювилиб турган шароитда иссиқлик бериш қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$Re < 10^3$ бўлганда

$$Nu = 0,56 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (16)$$

$Re > 10^3$ бўлганда

$$Nu = 0,28 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (17)$$

Ушбу тенгламаларда аниқловчи геометрик ўлчам бўлиб, каналларнинг эквивалент диаметри ҳисобланади.

Nu , Re ва Pr критерийларидаги физик параметрлар суюқликнинг ўртача температурасида, Pr_g эса – деворнинг ўртача температурасида ҳисобланади.

$(Pr/Pr_g)^{0,25}$ иссиқлик оқими йўналиши ва температуралар фарқининг иссиқлик беришга таъсирини ҳисобга олувчи параметр.

3. Иссиқлик элткичнинг змеевикда ҳаракат қилганда иссиқлик бериш коэффиценти α ни (13) формуладан ҳисобланган қиймати змеевик ўлчамларини инобатга олувчи коэффиценти χ га кўпайтирилади:

$$\chi = 1 + 3,54 \frac{d}{D} \quad (18)$$

бу ерда d – змеевик трубасининг ички диаметри, м; D – змеевик ўрамининг диаметри, м. Хаво учун (19) формула қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = 0,018 \cdot Re^{0,8} \quad (19)$$

чунки $Pr/Pr_g = 1$

4. Иссиқлик элткич халқасимон каналларда ҳаракат қилган даврида (масалан, “труба ичида труба” иссиқлик алмашилиш қурилмасида) иссиқлик бериш ушбу формуладан ҳисоблаб аниқланиши мумкин:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \left(\frac{D_u}{d_T} \right)^{0,45} \quad (20)$$

бу ерда d_T – ички трубанинг ташқи диаметри, м; D_u – ташқи трубанинг ички диаметри, м.

5. Иссиқлик элткич қобик-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасининг трубалараро бўшлиғида ҳаракат қилганда, иссиқлик бериш энг кенг тарқалган

жараёндир. Ушбу ҳолатда иссиқлик бериш коэффиценти қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Nu = C(Re^{0,6} \cdot Pr^{0,23} \cdot d_s) \quad (21)$$

бу ерда $C = 1,16$ ва $1,72$ қийматларга тенг бўлиши мумкин. Биринчи қиймат қурилмада қўндаланг сегмент тўсиқлар бўлмаган ҳол учун, иккинчи эса – сегмент тўсиқлар ўрнатилган ҳол учун.

6. Қобик-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларида трубалар шахматли ёки йўлакли қилиб жойлаштирилади.

7. Иссиқлик элткич оқими трубалар ўрамини ташқи томонидан ювиб ўтганда, иссиқлик бериш коэффиценти ушбу формуладан ҳисоблаб топилиши мумкин: трубаларнинг шахматли жойлашишида

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (22)$$

трубаларнинг йўлакли жойлашишида

$$Nu = 0,27 \cdot Re^{0,63} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (23)$$

Тенгламалар орқали $Re = 200 \dots 2 \cdot 10^5$ бўлган ораликда қўлланилиши мумкин ва аниқ натижалар беради. х

8. Текис трубалар ўрамида суюқлик қўндаланг йўналишда ҳаракатланганда иссиқлик бериш.

а) суюқлик бир маротаба ўзаро кесишган йўналишда ҳаракатланувчи қурилма (2-расм).

$Re < 1000$ бўлганда, трубалар шахматла ва коридорсимон жойлаштирилганда

$$Nu = 0,56 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (24)$$

$Re > 1000$ бўлганда, коридорсимон ўрам учун

$$Nu = 0,22 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,65} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (25)$$

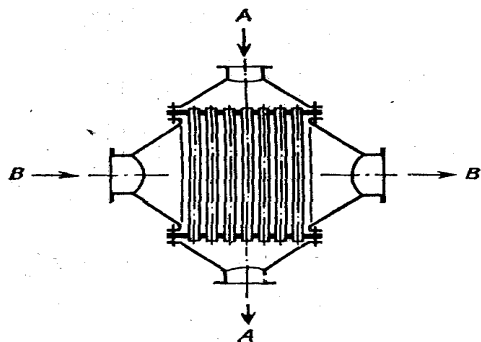
шахматли ўрам учун

$$Nu = 0,4 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (26)$$

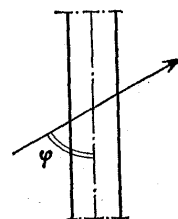
аниқловчи температура – суюқликнинг ўртача температураси, аниқловчи ўлчам - трубанинг ташқи диаметри. Тезлик – суюқликнинг секундли сарф формуласидан топилади.

ε_y – оқим ҳаракат йўналишининг бурчагини ҳисобга олувчи коэффициент (3-расм) 2-3 – жадвалда ε_y қийматлари келтирилган.

(24)-(26) формулалар ёрдамида ўрамдаги 2- ва 3-қатордаги трубалар учун иссиқлик бериш коэффициентларини аниқлаш мумкин. Агар, ўрамдаги қаторлар сони кўп бўлса, 2 ва 3- қаторлар учун олинган қийматни бутун ўрам учун ўртача деб ҳисобласа бўлади.



2-расм. Ўзаро кесишган
йўналишли қурилма



3-расм. Суюқлик ҳаракат
йўналишининг бурчаги

Газлар учун $Pr/Pr_g=1$, шунинг учун формула содда кўринишни олади ва Pr фақат газнинг атомлигига боғлиқ бўлади.

3- жадвал

φ	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ε_y	1	1	0.98	0.94	0.88	0.78	0.67	0.52	0.42

$Re > 1000$ да ҳаво учун шахматли ўрам бўлганда, $Nu = 0,356 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,6}$

Суюқлик кўп маротаба ўзаро кесишган йўналишда ҳаракатланувчи қурилмалар (2.3-расм).

Бунда (24)-(26) формулалардаги коэффициент $\varepsilon_y = 0,6$ га тенг.

Сегмент тўсиқлар орасидаги масофа ℓ ушбу формуладан топилади:

$$\ell = \frac{b}{1,415 \cdot \Psi} \quad (27)$$

бу ерда Ψ - труба ташқи диаметри d_t ва жойлашган қадами t га боғлиқ коэффициент:

$$\Psi = \frac{1 - (d/t)}{1 - 0,9(d/t)^2} \quad (28)$$

Оқимнинг тезлиги

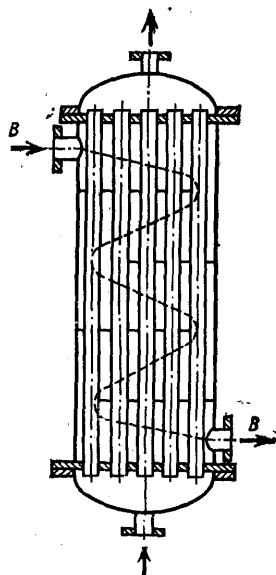
$$w = \frac{V}{F_c} \quad (29)$$

бу ерда V – суюқлик сарфи, $\text{м}^3/\text{с}$; F_c – тўсиқлар орасидаги трубалараро бўшлиқнинг кўндаланг кесим юзаси, м^2 .

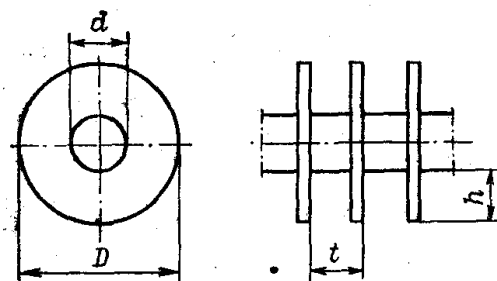
9. Кўндаланг қовурғали трубалар ўрами (2.5-расм) орқали суюқлик ҳаракатланганда иссиқлик бериш.

хисоблаш формуласи ушбу кўринишга эга:

$$Nu = c \cdot \left(\frac{d}{t}\right)^{-0,54} \cdot \left(\frac{h}{t}\right)^{-0,14} \cdot Re^n \cdot Pr^{0,4} \quad (30)$$



4-расм. Кўндаланг сегмент
тўсиқли қобик трубали
иситкич



5-расм. Кўндаланг қовурғали труба

бу ерда d -асос труба ташқи диаметри, м; t - қовурғалар қадами, м; $h=(D-d)/2$ қовурға баландлиги, м.

Коридорсимон ўрам учун $C=0,116$; $n=0,72$;

Шахматли ўрам учун $C=0,25$; $n=0,65$.

Аниқловчи температура – суюқликнинг ўртача темперетураси, аниқловчи ўлчам-қовурға қадами– t . (30) формулани $Re=3000 \div 25000$ ва $3 < (d/t) < 4,8$ оралиқларда қўллаш мумкин. (30) формула ёрдамида ҳисоблаб топилган α орқали 6-расмдаги графикдан α_{np} ни аниқлаш мумкин ва уни иссиқлик ўтказиш формуласига қўйилади:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{np}} + \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{F_T}{F_u} + \Sigma r_g} \quad (31)$$

бу ерда F_T – қовурғали труба бир ўлчам узунлигидаги ташқи томоннинг юзаси, м²; F_u – асос трубанинг ички томони юзаси, м²; α_2 – труба ичида ҳаракатланаётган оқимнинг иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/м²·К; Σr_g – девор ва ундаги ифлосликлар термик қаршилиқлар йиғиндиси.

10. Суюқликларнинг текис горизонтал юза бўйлаб ҳаракатлангандаги иссиқлик бериши.

ҳисоблаш формуласи:

а) $Re < 5 \cdot 10^5$

$$Nu = 0,66 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (32)$$

$Re > 5 \cdot 10^5$

$$Nu = 0,037 \cdot \varepsilon_y \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (33)$$

Аниқловчи температура – суюқлик ўртача темперетураси, аниқловчи ўлчам – оқим ҳаракат йўналиши бўйича девор узунлиги.

Газларучун қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = 0,032 \cdot Re^{0,8} \quad (34)$$

11. Вертикал юзада суюқликнинг юпқа қатламда оқиб тушуши даврида иссиқлик бериш.

А) юпка катламли суюкликнинг турбулент режимда ((Re>2000) оқиш даврида:

$$Nu = 0,01 \cdot (Ga \cdot Pr \cdot Re)^{0,33} \quad (35)$$

Б) юпка катламли суюкликнинг ламинар режимда ((Re<2000) оқиш даврида

$$Nu = 0,67 \cdot (Ga^2 \cdot Pr^3 \cdot Re)^{0,11} \quad (36)$$

Аниқловчи температура – чегаравий катлам уртача температура ва у $t=0,5 \cdot (t_d + t_{c,yp})$ формуладан топилади.

Бу ерда

$$Nu = \alpha \cdot H / \lambda; \quad Ga = H^3 \rho^2 g / \mu^2; \quad Re = w \cdot d_g \rho / \mu = 4\Gamma / \mu \quad (37)$$

Формуладаги Н-юза баландлиги, м; $d_g=4f/\Pi$ – юпка катлам эквивалент диаметри, м; f- юпка катлам кундаланг кесими, м²; Π – суюклик билан хулланган периметр, м; $\Gamma = G/(\pi d n) = G/\Pi$ – ювилишнинг чизикли зичлиги, кг/(м·с).

Агар, Re<1500 булса, юпка катлам калинлиги b ушбу формуладан топилади:

$$b = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot G \cdot \mu}{\Pi \cdot \rho^2 \cdot g}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot \Gamma \cdot \mu}{\rho^2 \cdot g}} \quad (38)$$

12. Суюкликларни аралаштириш даврида иссиқлик бериш.

Змеевикли, гилофли ва аралаштиргичли қурилмаларда иссиқлик бериш коэффициентини ушбу тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$Nu = c \cdot Re^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)^{0,14} \cdot \Gamma^{-1} \quad (39)$$

бу ерда $Nu = \alpha \cdot d_m / \lambda$; $Re = \rho \cdot n \cdot d_m / \mu$; $\Gamma = D / d_m$; D- идиш диаметри; n – аралаштиргич айланиш частотаси; d_m - аралаштиргич айланаси диаметри; μ_g – змеевик ёки гилоф девори емпературасидаги суюкликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти; μ - ўртача температурадаги $0,5(t_{c,yp} + t_g)$ суюкликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти. қолган физик катталиклар қиймати идишдаги суюкликнинг ўртача температурасида олинади.

ғилофли қурилмалар учун: C=0,36, m=0,67;

Змеевикли қурилмалар учун: C=0,87, m=0,62.

(39) формула $\Gamma = D/d_m = 2,5 \div 4$ ва диаметри $D \leq 1,5$ м бўлган турбинали, парракли ва пропеллерли аралаштиргичлар учун қўллаш мумкин.

13. Табиий конвекция даврида иссиқлик бериш.

А. $10^3 < Gr \cdot Pr < 10^9$ да горизонтал труба ташқи юзасида иссиқлик бериш:

$$Nu = (Gr \cdot Pr)^{0,25} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (40)$$

Аниқловчи температура – трубани ўраб турган мухит температураси;
аниқловчи ўлчам – труба диаметри.

Б. Вертикал текис ва цилиндрик юзалар учун

а) $10^3 < Gr \cdot Pr < 10^9$ ораликда

$$Nu = 0,76 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (41)$$

б) $Gr \cdot Pr > 10^9$

$$Nu = 0,15 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (42)$$

Аниқловчи температура – мухит температураси; аниқловчи ўлчам – вертикал юзалар учун баландлик.

Аралаштириш жараёнида иссиқлик бериш.

Ғилоф орқали иссиқлик алмашиниш

$$Nu = 0,36 \cdot Re_{ap}^{0,66} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_\partial} \right)^{0,14} \quad (43)$$

Змеевик орқали иссиқлик алмашиниш

$$Nu = 0,87 \cdot Re_{ap}^{0,62} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_\partial} \right)^{0,14} \quad (44)$$

Аниқловчи катталиқ суюқлик ўртача температураси ва аралаштириш тезлиги. Re_{ap} ва Nu критерийлари ушбу формулалардан топилади:

$$Re_{ap} = \frac{n \cdot d^2}{\nu}; \quad Nu = \frac{\alpha \cdot \ell}{\lambda} \quad (45)$$

бу ерда d – аралаштиргич парраги диаметри, м; n – аралаштиргич айланиш частотаси, айл/мин; ℓ - қурилма диаметри, м.

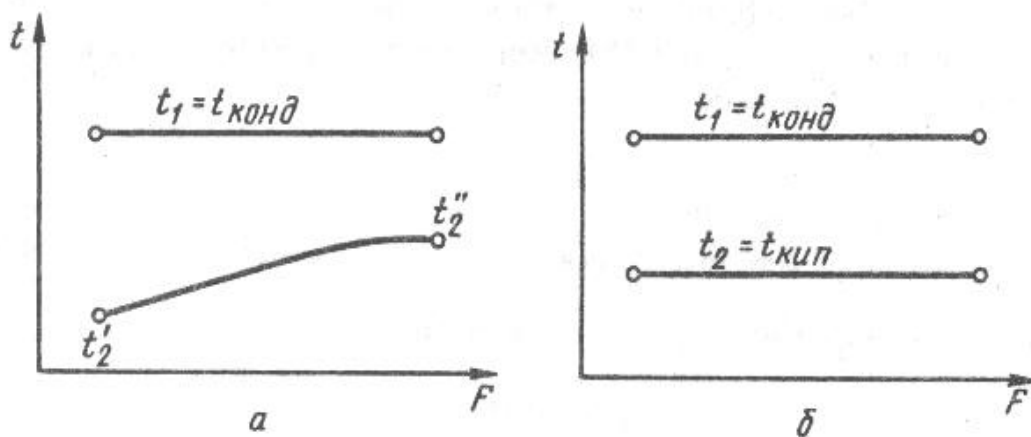
Иссиқлик элткичнинг агрегат ҳолати ўзгаришида иссиқлик бериш

Буғланиш, конденсацияланиш, кристалланиш ва эриш жараёнларида иссиқлик

алмашилишнинг ўзига хос хусусиятлари шундаки, мухитдан иссиқликнинг олиниши ёки унга узатилиши ўзгармас температурада рўй беради ва иккала фазада тарқалади. 7 – расмда иссиқлик бериш жараёнида мухитнинг агрегат ҳолати ўзгараши билан температурасининг ўзгариш схемаси келтирилган. Иссиқлик беришнинг бу ўзига хос хусусиятини конвек-тив иссиқлик алмашилишнинг критериал тенгламаси фазавий ўзгариш критерийси ёки конденсацияланиш критерийси $K = r/c \cdot \Delta t$ (бу ерда r – буғ ҳосил қилиш иссиқлиги, Ж/кг; c – солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/кг·К)ни киритиш йўли билан ҳисобга олинади. Сув буғининг конденсацияланиш пайтидаги иссиқлик алмашилишини ифодалаш учун ўхшашлик назарияси асосида келтирилиб чиқарилган қуйидаги критериал формуладан аниқлаш мумкин:

$$Nu = f(Ga, Pr, K) \quad (46)$$

бу ерда $Ga = gl^3/\nu^2$ – Галилей критерийси; K - фазавий ўзгариш критерийси; Pr – Прандтл критерийси.



6-расм. Мухитнинг агрегат ҳолати ўзгариши билан иссиқлик элткич температурасининг ўзгариш схемаси:

а – иссиқлик элткич ўз иссиқлигини агрегат ҳолати ўзгарганда узатмокда (тўйинган сув буғининг конденсацияланиш даврида).

$$\text{Бу ҳолатда; } \Delta t_{yp} = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1 - t_2)}{\ln[(t_1 - t_2)/(t_1 - t_2)]} \quad (47)$$

б - иккала иссиқлик элткичлар агрегат ҳолати ўзгарганда иссиқлик алмашмоқда. Бу ҳолатда $\Delta t = t_1 - t_2$ Бугнинг юпқа қатламли конденсацияланиш даврида иссиқлик бериш Нуссельтнинг умумлаштирилган ҳисоблаш формуласи ушбу кўринишга эга:

$$Nu = C(Ga, Pr, K)^n \quad (48)$$

бу ерда C, n – ўзгармас катталиклар; $Nu = \alpha \ell / \lambda$; $Ga = g \ell^3 \rho^2 / \mu$; $Pr = c_p \mu / \lambda$; $K_\phi = r / (c_p \Delta t)$; α - буғ конденсацияланишидаги ўртача иссиқлик бериш коэффиценти; ℓ - чизиқли ўлчам (вертикал юзалар учун – H , горизонтал трубалар учун – d); $\lambda, c_p, \rho, \mu, g$ – конденсатнинг $t_{пл} = 0,5(t_{конд} + t_g)$ ўртача температурадаги иссиқлик ўтказувчанлик, изобар иссиқлик сиғим, зичлик, динамик қовушоқлик коэффицентлари ва эркин тушиш тезланишлари; $r - t_{конд}$ температурадаги фазовий айланиш иссиқлиги.

$$\Delta t = t_{конд} - t_g \quad (49)$$

$C=0,728$ – бугнинг ягона горизонтал трубада ва $C=0,94$ – вертикал труба ўрамида конденсацияланиши даврида; $C=1,15$ – худди шундай, фақат 21% ли тузатиш юпқа қатламнинг тўлқинсимон оқиб тушишига киритилади; $n=0,25$.

Юпқа қатламли конденсацияланиш даврида иссиқлик беришни конденсат юпқа қатламининг қалинлигини чегаралайди. Бугнинг тезлиги юпқа қатламли конденсатни узиб олиш учун етарли бўлмайди ва бир хиллик шартларига қирмайди. Юпқа қатламда конденсацияланишнинг умумлаштирилган тенгламасидаги ***Re*** ва ***Fr*** критерийлари ўрнига ***Ga = Re^2 / Fr = g l^3 / v^2*** критерийси киритилади. Бунга сабаб, Галилей критерийсининг буғ - конденсат икки фазали оқимда оғирроқ фаза таъсир этувчи оғирлик кучларининг ўхшашлигини ифодалашидир. Ушбу ҳолатда

конденсацияланиш пайтидаги иссиқлик бериш коэффициентни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\alpha = C \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 g r}{\mu \cdot l \cdot \Delta t}} \quad (50)$$

Тўйинган буғнинг вертикал деворда конденсацияланиши ва конденсатни ламинар режимда юпқа қатламда оқиб тушиш ҳолати учун (2.50) формуладаги C коэффициентининг қиймати 2,04 эканлиги аниқланди. Аниқловчи ўлчам бўлиб, вертикал девор баландлиги H хизмат қилади. Унда, иссиқлик бериш коэффициентни α ни қуйидаги формуладан ҳисоблаш мумкин:

$$\alpha = 2,04 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \rho^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} = 3,78 \cdot \varepsilon_t \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho^2 \cdot d \cdot H}{\mu \cdot G}} \quad (51)$$

бу ерда r – конденсацияланиш иссиқлиги, Ж/кг; ρ – конденсат зичлиги, кг/м³; λ – конденсат иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/м·К; μ – конденсатнинг динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с; $\Delta t = t_{\text{конд}} - t_g$ – тўйинган буғ ва девор температуралари ўртасидаги фарқ, °С; H – вертикал труба ёки девор баландлиги, м. Конденсацияланиш иссиқлиги r нинг қиймати конденсация температурасидаги, конденсатнинг λ , ρ ва μ параметрлари $t_{\text{юк}} = 0,5(t_g + t_{\text{конд}})$ да ҳисобланади.

Агар, буғ горизонтал трубада конденсацияланса, (52) формула ушбу кўринишда ёзилади:

$$\alpha = 0,72 \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta t \cdot D}} \quad (52)$$

бу ерда D – трубанинг ташқи диаметри, м.

Агар, буғ труба ўраида конденсацияланса, ўртача иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун ушбу формулани қўллаш мумкин:

$$\alpha = 0,728 \varepsilon_t \sqrt[4]{\frac{r g \rho^2 \lambda^3}{\mu \Delta t D}} \quad (53)$$

бу ерда ε_t – трубаларнинг жойлаштирилиши (йўлакли ёки шахматли) га боғлиқ коэффициент; λ , ρ , g , r , μ , Δt , H – температура $t_{\text{пл}} = 0,5(t_{\text{конд}} - t_g)$ бўлган конденсат юпқа қатламлар учун.

$$\varepsilon_t = \left[\left(\frac{\lambda_g}{\lambda} \right)^3 \frac{\mu}{\mu_g} \right]^{0,125} \quad (54)$$

(52) даги λ_g ва μ_g лар конденсат тегиб турган девор температурасида хисобланади.

Хусусан, сув буғи конденсацияланганда, $\varepsilon_t=1$ деб хисоблаб, формула қуйидаги кўринишни олади:

$$\alpha = 2,04 \cdot \frac{A_t}{\sqrt[4]{H \cdot \Delta t}} \quad (55)$$

Сув буғи учун B_t ва A_t функцияларнинг қийматлари $t_{\text{конд}}$ температураси

4– жадвалда келтирилган. Бу ерда $B_t = \lambda \rho^{0,66} / \mu^{0,33}$.

4 – жадвал

Конденсацияланиш температураси, $t_{\text{конд}}$, °C	100	110	120	140	160	180
A_t	6960	7100	7240	7420	7490	7520
B_t	1010	1040	1070	1120	1150	1170

Мухандислик хисобларда $\varepsilon_t = 0,55 \dots 0,68$ деб қабул қилиш мумкин.

Суюқликлар қайнаши пайтида иссиқлик бериш жуда мураккаб жараёндир. Амалиётда энг кенг тарқалган ва учрайдиган қайнаш тури – бу пуфакчали қайнаш режимидир. Ушбу режимдаги иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланса бўлади:

$$Nu = 125 Re^{0,66} \cdot Pr^{0,33} \quad (56)$$

бу ерда $Nu = \alpha d / \lambda$; $Re = w l / \mu$; l – чизиқли ўлчам бўлиб, пуфакча радиусининг функцияси, м; w - буг фазаси ҳаракатининг ўртача тезлиги, м/с;

Одатда пуфакчалар диаметри 2...3 мм бўлади ва уни ушбу формуладан хисоблаб топиш мумкин:

$$d_o = 0,02 \cdot \left[\frac{\sigma}{g(\rho - \rho_\delta)} \right]^{0,5} \quad (57)$$

Охирги критериял тенгламадан эркин ва мажбурий конвекция шароитида пуфакчали қайнаш жараёнида α ни ҳисоблаш учун қуйидаги тенглама келтириб чиқарилган.

$$\alpha = b \cdot \sqrt[3]{\frac{\lambda^2 \cdot q^2}{\nu \sigma T_{кай}}} \quad (58)$$

бу ерда $b = 0,075 + 0,75 (\rho_6/\rho - \rho_6)^{0,66}$ - ўлчамсиз коэффициент; ν – суюқликнинг кинематик қовушоқлиги, м²/с; σ - сиртий таранглик коэффициенти, Н/м.

Эркин конвекция шароитида пуфакчали қайнаш режимида α ни аниқлаш учун ушбу тенглама таклиф этилган:

$$\alpha = 7,77 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\rho_\delta}{\rho - \rho_\delta} \right)^{0,033} \left(\frac{\rho}{\sigma} \right)^{0,033} - \frac{\lambda^{0,75} \cdot q^{0,7}}{\mu^{0,45} \cdot c^{0,12} \cdot T_{муй}^{0,37}} \quad (59)$$

бу ерда ρ_δ , ρ - буғ ва суюқликнинг зичликлари, кг/м³; σ - суюқлик ва буғни ажратиб турувчи чегарадаги сиртий таранглик, Н/м; λ - суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/м·К; $q=Q/F$ – солиштирма иссиқлик юклама, Вт/м²; μ суюқлик қовушоқлиги, Па·с; c – суюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); $T_{муй}$ – тўйиниш температураси, К.

Катта хажмда сувнинг қайнаш жараёнида иссиқлик бериш коэффициентини тахминий ҳисоблаш учун қуйидаги формулани қўллаш мумкин:

$$\alpha = 2,72 \cdot q^{0,7} \cdot p_{абс}^{0,7} \quad (60)$$

$$\alpha = 2,72 \cdot q^{0,7} \cdot p^{0,4}$$

бу ерда p – босим, кг·к/см²

формулани $q = 0,4 \cdot q_{кр}$ ва $p_{абс} = 0,2 \dots 10$ кг·к/см² бўлган ораликда ишлатиш мумкин.

5-жадвалда энг кўп учрайдиган иссиқлик алмашилиш жараёнларининг

тахминий иссиқлик бериш коэффициентлари келтирилган.

5- жадвал

т/р	Иссиқлик алмашиниш жараёни	Иссиқлик бериш коэффициенти, $Вт/(м^2 \cdot К)$
1.	Газларни иситиш ва совитиш (атмосфера босимида)	10...50
2.	Органик суюқликларни иситиш ва совитиш	50...1500
3.	Сувни иситиш ва совитиш	200...10000
4.	Сувнинг қайнаши	500...10000
5.	Сув буғларининг конденсацияланиши	4000...15000
6.	Органик суюқлик буғларининг конденсация-ланиши	500...2000

Иссиқлик ўтказиш

Иссиқлик алмашиниш жараёнларида кўпинча иссиқлик энергияси бир суюқликдан иккинчисига уларни ажратиб турувчи девор орқали узатилади. Температураси юқори бўлган суюқликка девор орқали иссиқликнинг узатилиши **иссиқлик ўтказиш** дейилади. Ушбу йўл билан узатилган иссиқлик миқдори иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

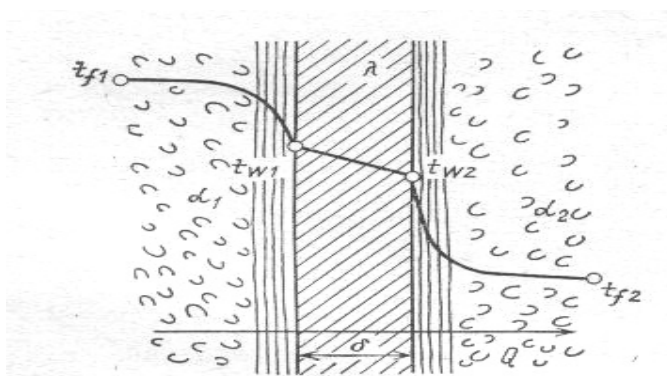
$$Q = K \Delta t_{yp} F \quad (61)$$

бу ерда K – иссиқлик ўтказиш коэффициенти, $Вт/(м^2 \cdot К)$; Δt_{yp} – иссиқлик ва совуқлик элткичлар температураларининг фарқи, $К$; F – ажратиб турувчи девор юзаси, $м^2$.

Текис деворнинг иссиқлик ўтказиши. 2.8-расмда қалинлиги δ ва материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ бўлган текис девор тасвирланган. Деворнинг бир томонидан температураси t_{f1} (оқим ўзагида) бўлган иссиқлик элткич, иккинчи томонидан эса – температураси t_{f2} бўлган совуқлик элткич оқиб ўтмоқда. Девор юзаларининг температураси t_{w1} ва t_{w2} . Иссиқлик

бериш коэффициентлари α_1 ва α_2 . Турғун жараёнда F юза орқали биринчи иссиқлик элткич ўзагидан деворга узатилаётган иссиқлик миқдори, девордан ўтган ва девордан иккинчи иссиқлик элткич ўзагига узатилаётган иссиқлик миқдорига тенг бўлади. Ушбу иссиқлик миқдорини қуйидаги тенгламалардан топиш мумкин: Унда, текис деворнинг иссиқлик элткичининг ўзгармас температураларида иссиқлик ўтказиш тенгламаси ушбу кўринишни олади:

$$Q = KF\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \quad (62)$$



7-расм. Текис девор орқали иссиқлик ўтказиш жараёнида температуранинг ўзгариш характери

узлуксиз жараёнлар учун эса: $Q = KF (t_{f1} - t_{f2}) \quad (63)$

бу ерда

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (64)$$

бу ерда K – иссиқлик ўтказиш коэффициенти, Вт/(м²·К).

(63) тенгламага биноан иссиқлик ўтказиш коэффициентининг ўлчов бирлиги:

$$K = \left[\frac{Q}{F\tau(t_{f1} - t_{f2})} \right] = \left[\frac{Ж}{м \cdot с \cdot К} \right] = \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot К} \right]$$

(64) тенгламадан

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (65)$$

Шундай қилиб иссиқлик ўтказиш коэффициентини K температураси юқори бўлган, иссиқлик элткичдан температураси паст элткичга вақт бирлигида ажратувчи деворнинг 1м^2 юзасидан элткичлар температураси 1К бўлганда ўтказилган иссиқликнинг миқдорини билдиради.

Иссиқлик ўтказиш коэффициентига тескари бўлган катталик **термик қаршилиқ** деб номланади. $1/\alpha_1$ ва $1/\alpha_2$ лар иссиқлик беришнинг термик қаршилиғи бўлса, δ/λ деворнинг термик қаршилиғи. (65) тенгламадан кўриниб турибдики, иссиқлик ўтказишнинг термик қаршилиғи иссиқлик бериш ва деворнинг термик қаршилиқлар йиғиндисига тенг.

Деворнинг термик қаршилиғини аниқлашда, унга ўтириб қолган ифлосларнинг термик қаршилиғини ҳам ҳисобга олиш зарур (6 жадвал).

$$r_{\text{ифл}} = \frac{\delta_{\text{ифл}}}{\lambda_{\text{ифл}}}$$

Кўп қатламли текис девордан иссиқлик ўтиш жараёнида ҳар бир қатламнинг термик қаршилиғи ҳисобга олиниши зарур. Бундай деворлар учун K ни қуйидаги тенгламадан аниқлаш лозим:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (66)$$

бу ерда i - қатламнинг тартиб рақами; n - қатламлар сони.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ҳар доим иссиқлик ўтказиш коэффициенти энг минимал иссиқлик бериш коэффициенти қийматидан кичик бўлади.

$r_{\text{ифл}}$ нинг тахминий қийматлари

6- жадвал

т/р	Иссиқлик элткич	$r_{\text{эфл}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1.	Сув	
	- дистилланган	0,00009
	- денгиз	0,00009
	- сифатли кудук, кўл, водопровод, дарё суви	0,00018
	- $w < 0,9$ м/с	0,00035
	- $w > 0,9$ м/с	0,00018
	- ифлосланган дарё суви	
	- $w < 0,9$ м/с	0,00053
	- $w > 0,9$ м/с	0,00035
2.	Нефть махсулотлари	
	- хом-ашё	0,00009
	- тоза (шу жумладан минерал мойлар)	0,00018
3.	Органик суюқликлар, тузли эритмалар, совуқлик элткичлар (NH_3 , фреонлар ва хоказо.)	0,00018
4.	Сув буғи	0,00018
5.	Буғлар	
	- органик суюқликники	0,00009
	- совуқ элткичларники	0,00035
6.	Хаво	0,00035

Цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказиши. Маълумки, саноатнинг турли

сохаларида иссиқлик алмашиниш труба орқали ўтади. Трубадан температураси t_1 бўлган суюқлик ҳаракат қилса, ташқарисидан эса – t_2 температурали суюқлик оқиб ўтсин, яъни $t_1 > t_2$ дан. Температураси юқори суюқликдан труба ички деворига иссиқлик бериш коэффиценти α_1 , ташқи юзасидан совуқ суюқликка иссиқлик бериш коэффиценти - α_2 , труба баландлиги L , ички радиуси r_1 ва ташқи радиуси r_2 бўлса, цилиндрик юзадан узатилган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q = K_R 2\pi L \cdot (t_1 - t_2) \quad (67)$$

Иссиқлик ўтказиш коэффиценти K ни эса ушбу тенгламадан топилади:

$$K_R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} 2,3 \lg \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot r_2}} \quad (68)$$

бу ерда K_R – иссиқлик ўтказишнинг чизиқли коэффиценти, Вт/(м·К).

K нинг K_R дан фарқи шундаки, K деворнинг юза бирлигига нисбатан олинса, иккинчиси

K_R - труба узунлигининг бирлигига нисбатан олинади.

Иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч

Иссиқлик алмашиниш жараёнларининг ҳаракатга келтирувчи кучи – иссиқлик элткичларнинг температуралар фарқи. Ушбу фарқ таъсири остида иссиқлик температураси юқори муҳитдан температураси паст муҳитга ўтади.

Ўзгармас температурада иссиқлик ўтказиш жараёни жуда кам тарқалган. Бундай жараёнлар, бир томонида буғ конденсацияланса, иккинчисидан эса, суюқлик қайнаши рўй беради. Лекин, саноатда кўпчилик жараёнлар иссиқлик элткичларнинг ўзгарувчи температураларида содир бўлади. Одатда температура иссиқлик элткичларни ажратиб турувчи девор юзаси F бўйлаб ўзгаради. Лекин, вақт ўтиши билан иссиқлик элткичнинг температураси ўзгармаслиги мумкин ва у $t = f(F)$ функция билан ифодаланади. Бундай ҳол турғун иссиқлик алмашиниш жараёнини характерлайди.

Нотурғун иссиқлик алмашиниш жараёнларида 2 ҳолат бўлиши мумкин:

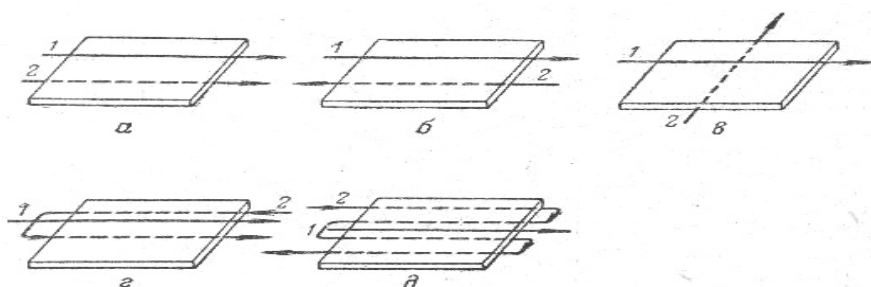
- девор юзасининг хар бир нуқтасида температура фақат вақт ўтиши билан ўзгаради, яъни

$$-t = f(\tau);$$

- иссиқлик элткичнинг температураси вақт ўтиши ва девор юзаси бўйлаб ўзгаради, яъни

$$-t = f(\tau, F).$$

Ўзгарувчан температурада иссиқлик ўтказиш суюқликларнинг ҳаракат йўналишига боғлиқдир. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда иссиқлик алмашилиш жараёнида суюқликлар ҳаракати



8-расм. Иссиқлик алмашилиш жараёнида суюқликларнинг ҳаракат йўналишлари

а - параллел; б - қарама - қарши; в - кесишиб ўтган; г, д - аралаш.

параллел, қарама-қарши, кесишиб ўтган ва мураккаб (аралаш) йўналишли бўлиши мумкин (8-расм). Ажратиб турувчи девор бўйлаб бир - бирига нисбатан суюқликлар ҳаракатининг қуйидаги вариантлари бўлиши мумкин:

- 1) параллел ҳаракатда (8а-расм) иккала иссиқлик элткичлар ҳам бир хил йўналишда ҳаракат қилади;
- 2) қарама-қарши ҳаракатда (8б-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига қарши йўналишда ҳаракат қилади;
- 3) кесишиб ўтувчи ҳаракатда (8в-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига нисбатан перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилади;
- 4) мураккаб ёғи аралаш ҳаракатда (8г, д-расм) биринчи иссиқлик элткич бир йўналишда ҳаракат қилса, иккинчиси ҳам тўғри, ҳам тескари йўналишда ҳаракат қилади. Ўзгарувчан температурали жараёнларда иссиқлик элткичларнинг ўзаро ҳаракат йўналишига қараб, иссиқлик алмашилиш жараёнининг ҳаракатга

келтирувчи кучи ўзгаради. Шунинг учун, иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидаги ўртача ҳаракатга келтирувчи куч суюқликларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракат йўналишига ва жараёни ташкил этилишга боғлиқ бўлади.

10-расмда паралел ва қарама - қарши йўналишли ҳаракатлар пайтида иссиқлик элткичлар температураларининг ўзгариши тасвирланган. Иссиқлик элткичлардан бири G_1 совутилганда температураси t_1' дан t_1'' гача пасаймоқда, иккинчиси эса G_2 , иситилганда t_2' дан t_2'' гача кўтарилмоқда.

10-расмда қобик - трубаги иссиқлик алмашилиш қурилмаларида тез-тез учраб турадиган аралаш йўналишли суюқликлар ҳаракат схемалари келтирилган.

11-расмдан кўриниб турибдики, иссиқлик алмашилиш жараёнида икки иссиқлик элткичлар орасидаги ҳаракатга келтирувчи куч миқдори девор юзаси бўйлаб ўзгармоқда. Масалан, иссиқлик элткичларнинг қурилмага киришда, параллел йўналишда (10а-расм) локал ҳаракатга келтирувчи куч максимал йўналишли ҳаракатда ҳам худди шундай натижага эга бўламиз. Шунинг учун иссиқлик алмашилиш жараёнларини ҳисоблашда ўртача ҳаракатга келтирувчи кучдан фойдаланилади.

Иссиқлик алмашилиши юзасининг чексиз кичик элементида вақт бирлигида иссиқ элткичдан совуқ элткичга узатилаётган иссиқлик миқдори (11а-расм) ушбу тенгламадан аниқланади: $dQ = K(t_1 - t_2)dF$. Иссиқлик алмашилиш оқибатида иссиқ элткичнинг температураси $dt_1 = -dQ/(G_1 \cdot c_1)$ га пасаяди, совуқ элткичнинг температураси эса $dt_2 = -dQ/(G_2 \cdot c_2)$ га кўтарилади, бу ерда G_1 ва G_2 иссиқ ва совуқ элткичларнинг массавий сарфи; c_1 ва c_2 - иссиқ ва совуқ элткичларнинг солиштирма иссиқлик сифимлари.

Агар $\Delta t_{\max}/\Delta t_{\min} \leq 2$ ва иссиқлик элткичларнинг тезлиги кичик бўлганда, температураларнинг фарқи ўртача арифметик қилиб ҳисобланади:

$$\Delta t_{yp} = \frac{(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})}{2} \quad (67)$$

Бу формулада ҳисоблаганда, хатолик 5% дан ошмайди. Агар, $\Delta t_{\max}/\Delta t_{\min} > 2$ бўлганда, температураларнинг фарқи ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \Delta t_{\max} / \Delta t_{\min}} \quad (68)$$

Иссиқлик элткичларнинг кесишиб ўтган ва аралаш йўналишли ҳаракатида ўртача ҳаракатлантирувчи куч ушбу формуладан аниқланади:

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \Delta t_{\max} / \Delta t_{\min}} \quad (69)$$

бу ерда $\varepsilon_{\Delta t}$ - ўлчамсиз, коэффициент бўлиб, 11-расмдаги графиклардан топиш мумкин.

Графиклардаги P ва R катталиклар Боуман формуласидан топилади:

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2'}; \quad R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} \quad (70)$$

1.4. Корхоналарда қўлланиладиган иссиқлик алмашиниш қурилма ва аппаратларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва конструктив-технологик кўрсаткичларини таҳлили

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ўтказиладиган суюқлик ва газларни иситиш, буғланиш, совитиш ва буғларни конденсациялаш жараёнлари жуда кенг тарқалган.

Бирор муҳитдан бошқасига иссиқлик ўтказиш учун мўлжалланган мослама **иссиқлик алмашиниш қурилмаси** деб номланади. Иссиқлик узатиш жараёнида қатнашаётган муҳитлар **иссиқлик элткичлар** деб аталади. Юқори температурали ва иссиқлик берувчи муҳит **иссиқлик элткич** дейилади. Паст температурали ва иссиқлик олувчи муҳит **совуқлик элткич** дейилади.

Турли саноатларда тўғридан тўғри иссиқлик манбаи бўлиб ёкилғиларни ёнишдан ҳосил бўлган газлар ва электр энергияси ҳам ишлатилади. Бу турдаги бевосита иссиқлик манбаларидан иссиқлик олиб, ўзининг иссиқлигини қурилма девори орқали иситилаётган суюқлик ёки газга берувчи моддалар **оралиқ иссиқлик элткичлар** деб юритилади. Бундай иссиқлик элткичларга сув буғи, иссиқ сув ва юқори температурали иссиқлик элткичлар (ўта қиздирилган сув, минерал мой, органик суюқлик ва уларнинг буғлари, туз эритмалари, суюқ материаллар ва бошқалар) киради. Оддий температура (10...30°C) ларгача совитиш учун сув ва маво кенг миқёсда ва самарали қўлланилади.

Иссиқлик элткичларни танлашда уларнинг қуйидаги хоссаларига эътибор бериш зарур:

- муҳитни совитиш ёки совитиш даражаси ва уни бошқариш;
- минимал массавий ва хажмий сарфларда катта иссиқлик алмашилиш тезлигига эришиш;
- қовушоқлиги кичик, зичлиги, иссиқлик сиғими ва буғ ҳосил қилиш иссиқлиги катта бўлиши керак;
- ёнмайдиган, захарлимас, иссиққа чидамли бўлиши зарур;
- иссиқлик алмашилиш қурилмаси материални емирмаслиги ва бузмаслиги керак;
- арзон ва камёб бўлмаслиги зарур.

Кўп ҳолатларда иссиқлик элткичлар сифатида саноат ярим маҳсулот, маҳсулот ва чиқиндиларнинг иссиқлигидан фойдаланиш иқтисодий томондан мақсадга мувофиқдир.

Буғ билан иситиш

Маълумки, саноат миқёсида иссиқлик элткич сифатида тўйинган сув буғи кенг қўламда ишлатилади, чунки у бир қатор афзалликларга эга. Масалан, буғ конденсацияланганда жуда катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Агар, буғнинг босими $9,8 \cdot 10^4$ Н/м² бўлса, $2,26 \cdot 10^6$ Ж/кг миқдорда иссиқлик бериши мумкин. Конденсацияланиётган буғнинг иссиқлик бериш коэффиценти юқори бўлгани учун, буғ томонидаги термик қаршилик кичик бўлади. Бу эса, буғ ёрдамида иситиш учун кам юза талаб этади. Тўйинган буғнинг энг асосий афзалликларидан бири шундаки, маълум бир босимда, бир хил температурада конденсацияланади. Бу ҳол тегишли иситиш температурасини юқори аниқликда ушлаб туриш имконини беради. Зарур пайтда буғ босимини ўзгартириш усули билан иситиш температурасини бошқариб туриш мумкин. Буғ конденсати иссиқлигидан фойдаланиш натижасида буғли иситкичлар ф.и.к. жуда юқори бўлади. Яна бир афзаллиги шундаки, буғ ёнмайди ва ундан фойдаланиш қулай.

Сув буғининг асосий камчилиги, бу унинг температура ортиши билан босимининг пропорционал равишда ўсишидир. Шунинг учун, сув буғи ёрдамида

180...200°C гача иситиш мумкин. Ушбу температураларда буғнинг босими 1,0...1,2 МПа га тўғри келади. Жуда юқори босимли иссиқлик элткичлар ишлатилганда, қалин деворли ва қиммат қурилмалардан фойдаланиш эмтиёжи туғилади.

Иссиқ сув билан иситиш

Ушбу усул кимё ва озиқ - овқат махсулотларини 100°C гача иситиш учун қўлланилади. 100°C дан юқори температураларгача иситиш учун ортиқча босим остидаги **ўта қиздирилган сув** ишлатилади.

Сувнинг афзалликлари жуда кўп: ер куррасида кенг тарқалган ва арзон; коррозия фаол эмас. Одатда бирор махсулотни иситиш иссиқлик қурилмасининг девори орқали амалга оширилади. Айрим ҳолларда иситиш учун сув буғи конденсатининг иссиқлигидан ҳам фойдаланиш мумкин. Сув ёки бошқа органик суюқликлар билан иситиш учун кўпинча циркуляцион усул ишлатилади. Циркуляцион ҳаракат эркин ёки мажбурий бўлиши мумкин. Лекин, саноатда насос ёрдамида амалга ошириладиган мажбурий циркуляцион жараёнлар кенг тарқалган.

Юқори температурали органик суюқлик ва уларнинг буғлари билан иситиш

Ушбу гуруҳ иссиқлик элткичларига қуйидаги органик моддалар киради: глицерин, этиленгликоль, нафталин, дифенил эфери, дифенилметан, дитоллилметан, дифенил ва полифенолларни хлорлаш махсулотлари, минерал мойлар, тетрахлордифенил, кремний органик бирикмалар ва хоказолар.

Саноатда энг кенг тарқалган юқори температурали органик суюқликлардан бири дифенил аралашма (26,5 - дифенил ва 73,5% - дифенил эфери) сидир. Ушбу иссиқлик элткич циркуляцион усулда иситиш учун ишлатилади ва эркин циркуляция шароитида иссиқлик бериш коэффиценти 200...350 Вт/(м²·К).

Дифенил аралашмасининг асосий афзалликларидан бири шундаки, юқори босим ишлатмасдан туриб юқори температуралар олиш мумкинлигидир. Масалан, 300°C температурада сув буғининг босими 87,6 ат бўлса, дифенил аралашмасида эса - атиги 2,4 ат. Ушбу гуруҳдаги органик суюқликлар ёрдамида 250...400°C температурагача иситиш мумкин. Сув ёки бошқа иссиқлик элткичнинг иситиш

учун кетган сарфи иссиқлик балансидан аниқланади:

$$G_c c_c t_{cб} + G_m c_m t_{mб} = G_c c_c t_{cox} + Q_{йук} \quad (71)$$

бу ерда G_c ва G_m - сув ва махсулотнинг массавий сарфлари, кг/соат; c_c ва c_m - сув ва махсулотнинг иссиқлик сиғимлари, кЖ/(кг·К); $t_{cб}$ ва $t_{mб}$ - сув ва махсулотнинг бошланғич температуралари, °С; t_{cox} ва t_{mox} - сув ва махсулотнинг чиқишдаги Қ температуралари, °С; $Q_{йук}$ – атроф мухитга иссиқликнинг йўқотилиши, кЖ/соат.

(69) дан сувнинг сарфини топиш мумкин:

$$G_c = \frac{G_m c_m (t_{mox} - t_{mб}) + Q_{йук}}{c_c (t_{cб} - t_{cox})} \quad (72)$$

Иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Маълумки, саноатнинг турли сохаларида хилма-хил хом - ашё ва махсулотларни қайта ишлашда иссиқлик алмашиниш жараёнлари ва уларни амалга оширувчи қурилмалар жуда кенг миқёсда қўлланилади. Жараёнларни ўтказиш шартлари ва қурилмаларни қўллаш соҳасига қараб, иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг тузилиши турлича бўлади.

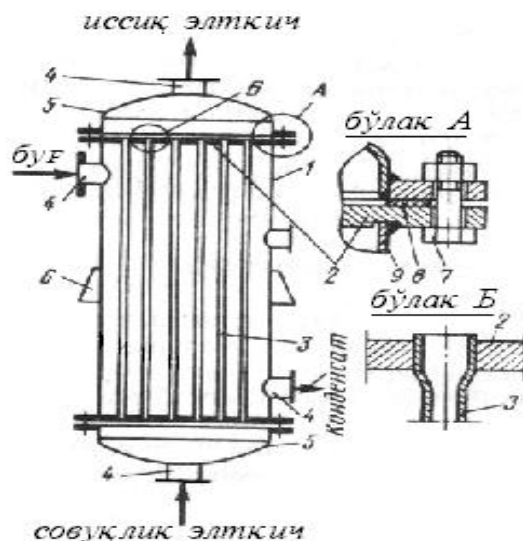
Ишлаш принципи қараб иссиқлик алмашиниш қурилмалари сиртий (рекуператив), регенератив ва аралаштирувчи (градирня, скруббер, аралаштирувчи конденсатор ва м.) қурилмаларга бўлинади. Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иссиқлик элткичлар девор билан ажратилган бўлиб, уларда бир мухитдан иккинчисига иссиқлик ушбу девор орқали узатилади. Конструкциясига кўра сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари қобик - трубали, змеевикли, пластиналы, спиралсимон, қиррали, ғилофли, блок-графитли ва махсус иссиқлик алмашиниш қурилмаларига бўлинади. Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмаларида бир иссиқлик алмашиниш юзаси галма-гал иссиқ ва совуқ элткичлар билан ювилиб туради. Агар, иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқ элткич билан ювилиб турса, мухитнинг иссиқлиги хисобига исийди, совуқ элткич билан ювилганда эса - ўз иссиқлигини беради. Шундай қилиб, иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқлик элткичнинг иссиқлигини йиғиб олади, сўнг эса совуқ элткичга беради. Аралаштирувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иккала элткич бевосита ўзаро аралашуви пайтида иссиқлик алмашади. Иссиқлик алмашиниш

турига кўра қурилмалар иситкич, буғлаткич, совуткич ва конденсаторларга ажратилади.

Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Конструкциясига қараб ушбу турдаги қурилмалар қобиқ - трубали, «труба ичида труба», змеевикли, спиралсимон, ювилиб турувчи, пластиналар, қирралар, ғилофли, блок-графитли, шнекли ва хоказо бўлиши мумкин.

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари халқ хўжалигининг турли соҳаларида энг кенг тарқалган ва кўп ишлатиладиган турдидир.



9-расм. Вертикал, бир йўлли қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1 - қобиқ; 2 - тешикли панжара; 3 – иситувчи трубалар; 4 - патрубок; 5 - қопқоқ;

9-расмда трубаларнинг қўзғалмас тешик панжарали, бир йўлли, вертикал қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси тасвирланган. Ушбу қурилма цилиндр қобиқ 1 ва унинг икки чеккасига иситувчи трубалар 3 маҳкамланган тешикли панжара 2 лардан таркиб топган. Трубалар ўрами иссиқлик алмашиниш қурилмасининг бутун ҳажмини иккига бўлади: 1) труба бўшлиғи; 2) трубалараро бўшлиқ, тешикли панжара 2 лар цилиндрик қобиқ 1 га пайвандлаш усулида маҳкамланади. Қурилма қобиғига болтли бирикма ёрдамида 2 та қопқоқ

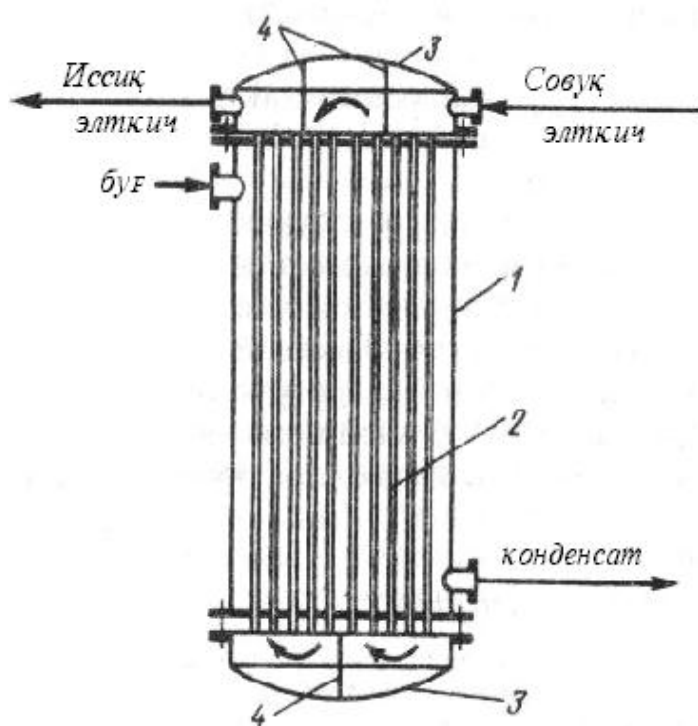
махкамланади. Иссиқлик элткичлар кириши ва чиқиши учун цилиндрик қобик 1 ва қопқоқ 5 ларда патрубкалар ўрнатилган. Иссиқлик элткичлардан бири, масалан суюқлик, трубалар бўшлиғига йўналтирилса, у трубалар орқали ўтиб қопқоқнинг патрубкасидан чиқиб кетади. Бошқа иссиқлик элткич оқими эса, масалан буғ, трубалараро бўшлиққа йўналтирилади, иситувчи трубалар ташқи юзасига ўз иссиқлигини беради ва суюқ агрегат ҳолати (конденсат) га айланиб қобикнинг пастки патрубкасидан чиқазиб юборилади. Мухитлар орасидаги иссиқлик алмашилиш жараёни трубалар девори орқали амалга оширилади. Иситувчи трубалар тешикли панжарага пайвандлаш ёки развальцовка қилиб маҳкамланади (9-расм). Кўпинча, иситувчи трубалар пўлат, легирланган пўлат, мис, латун, титан ёки бошқа материаллардан тайёрланиши мумкин.

Кўп йўлли иссиқлик алмашилиш қурилмаси. 10-расмда тўрт йўлли қурилма тасвирланган.

Трубалар бўшлиғи секцияланиши туфайли, секциядаги трубалар сони бутун қурилманинг қараганда камайди. Бу эса, суюқлик оқими ҳаракатланадиган кўндаланг кесим юзаси камайишига ва иссиқлик элткич тезлигининг ортишига олиб келади.

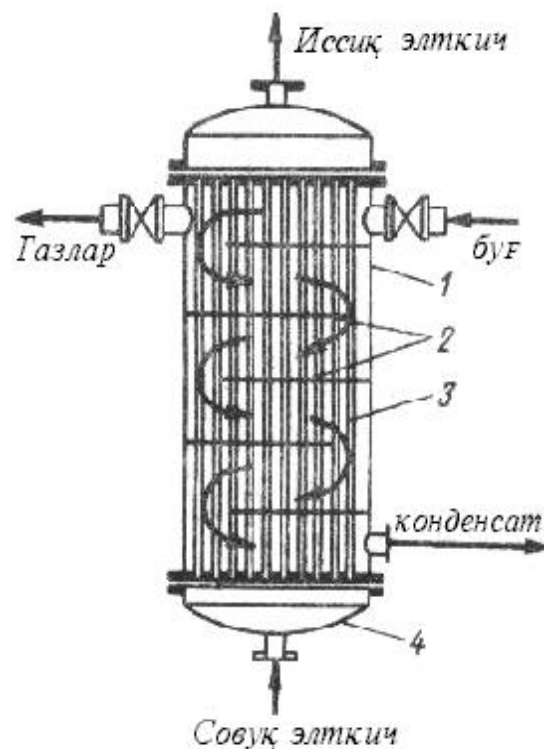
Масалан, тўрт йўлли қурилмада, бир йўлликка қараганда суюқликнинг тезлиги тўрт марта кўп бўлади. Ушбу ҳол эса, трубалар бўшлиғида иссиқлик бериш коэффициентини ўсишига сабабчи бўлади. Шунинг назарда тутиш керакки, ҳар доим термик қаршилиги юқори иссиқлик элткичнинг тезлигини ошириш мақсадга мувофиқдир. Трубалараро бўшлиқда суюқлик оқими тезлигини ва ҳаракат йўлини узайтириш мақсадида сегмент тўсиқлар ўрнатилади (11-расм).

Горизонтал иссиқлик алмашилиш қурилмаларида ушбу сегмент тўсиқлар труба ўраи учун оралиқ таянчлар вазифасини ҳам бажаради. Одатда горизонтал қурилмалар кўп йўлли қилиб ясалади ва уларда суюқликлар тезлиги юқори бўлади. Бундай қилишдан мақсад, температура ва зичликлар фарқи остида суюқликларнинг қатламларга ажралиб, ҳамда ҳаракатсиз зоналар ҳосил қилмаслигини таъминлашдир.



10-расм Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси (труба бўшлиғи бўйича)

1 - қобик; 2 - иситувчи труба; 3 - қопқоқ; 4 – тўсиғ.

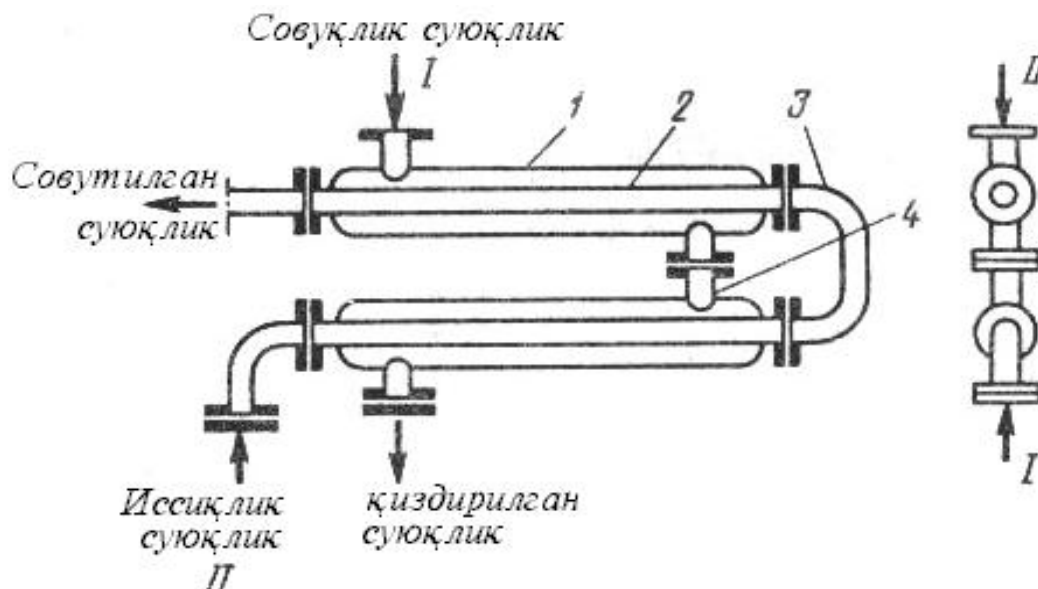


11-расим Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси (трубалараро бўшлиқ бўйича).

1- қобик; 2 – тўсиғ;
3 - иситувчи труба; 4 - қопқоқ.

Агар, иссиқлик алмашиниш қурилмаси қўзғалмас тешик панжара тузилиши, қобик ва трубалар температурала рининг ўртача фарқи 50°C дан катта бўлса, қобик ва трубалар узайиши хар хил бўлади. Бу хол ўз навбатида тешикли панжарада катта кучланишлар хосил қилади ва панжарадаги трубалар зичланишини, пайванд чокларини бузади ва йўл қўйиб бўлмайдиган иссиқлик элткичлар аралашишига олиб келади. Шунинг учун, температуралар фарқи катта бўлганда, температура таъсирида узайини компенсация қиладиган иссиқлик алмашиниш қурилма конструкциялари қўлланилади.

"Труба ичида труба" типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаси бир нечта элементлардан таркиб топган бўлади (12-расм).



12-расм. "Труба ичида труба" типдаги ажралмас, бир оқимли иссиқлик алмашилиш қурилмаси.

1 – ташқи труба; 2 - ички труба; 3 - калач; 4 – патрубкa. I, II – иссиқлик элткичлар.

хар бир элемент катта диаметрли ташқи труба 1 (одатда 25...159 мм) ва концентрик жойлаштирилган ички труба 2 (одатда 57...219 мм) лардан ташкил топган. Совуқлик элткич I труба ичида ҳаракатланса, иссиқлик элткич II трубалараро бўшлиқда ҳаракатланади. Иссиқлик алмашилиш ички трубанинг девори орқали амалга ошади.

Ушбу қурилмаларнинг труба ва трубалараро бўшлиғида юқори тезликларга (3,0 м/с гача) эришса бўлади. Агар, катта юзалар зарур бўлса, бир неча секциялардан батарея ҳосил қилиш осон ва мумкин. Бу турдаги қурилмаларда суюқликлар сарфи катта ва «суюқлик–суюқлик», «суюқлик– буғ» системаларида иссиқлик алмашилиш учун қўлланилади.

"Труба ичида труба" иссиқлик алмашилиш қурилманинг афзалликлари: тузилиши ва ясалиши содда; суюқликлар тезликлари катта бўлгани учун иссиқлик ўтказиш коэффициенти юқори.

Камчиликлари: кўпол; металл сарфи кўп, трубалараро бўшлиқни тозалаш қийин.

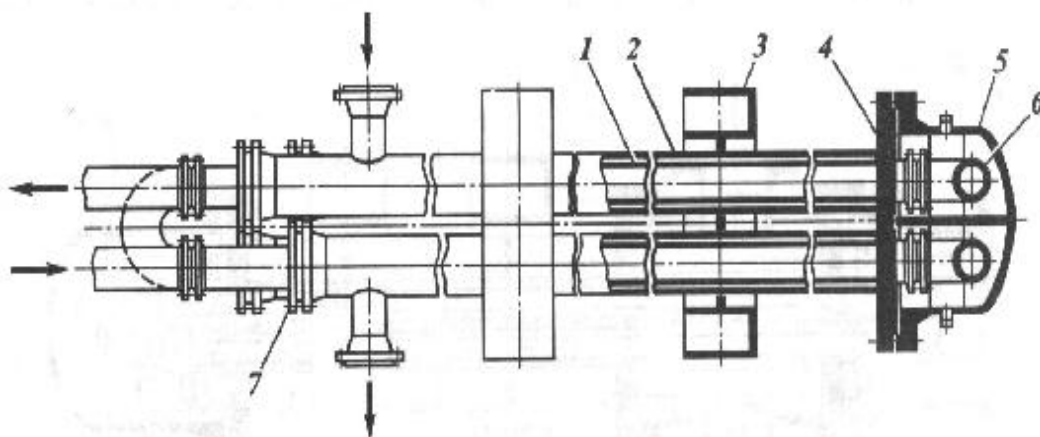
Ажралувчан конструкцияли **«труба ичида труба»** типдаги иссиқлик алмашилиш қурилмаларида, температура ортиши билан ташқи трубаларга боғлиқ бўлмаган ҳолда, ички трубалар узайиши мумкин (12а,в-расм). Қурилманинг

конструкцияси иссиқлик алмашиниш трубаларининг ички юзасини ифлослик ва қуйқалардан мунтазам равишда механик тозалаб туриш имконини беради. Ундан ташқари, бу қурилмаларда трубаларни алмаштириш жараёнини амалга ошириш учун уларни ечиб олиш осон ва ташқи юзасини тозалаш мумкин.

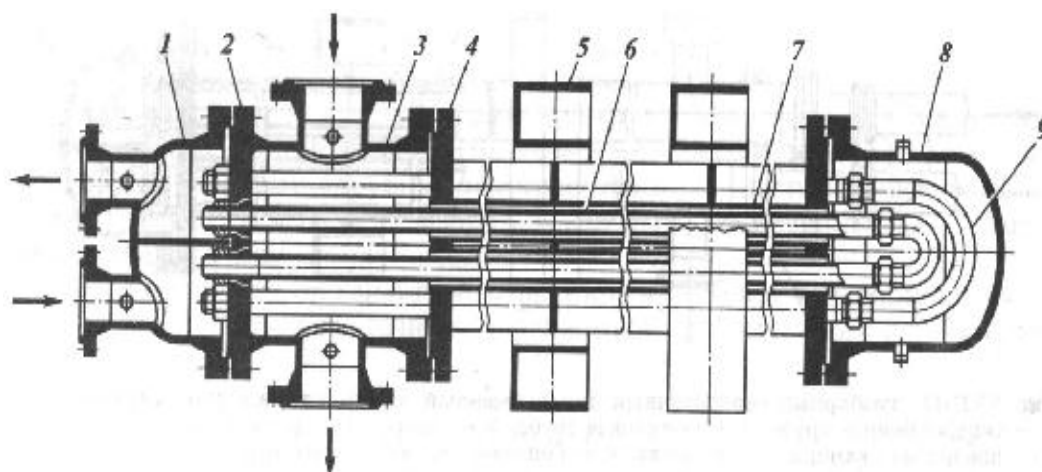
Қўп оқимли иссиқлик алмашиниш қурилмаларидаги (13б-расм) тақсимлаш камераси 1 оқимларни труба 6 ларга бўлиб беради. Труба-қобик 4 ва труба 2 ларнинг тешикли панжараси орасида тақсимлаш камераси 3 жойлашган. Ушбу камера трубалараро бўшлиқда ҳаракатланаётган мухит учун мўлжалланган. Қўп оқимли қурилмаларнинг ички ва ташқи трубалари иккита йўлли бўлади.

Бу турдаги қурилмаларда оқимларнинг ҳаракат тезлиги қобик-трубали қурилмаларникига қараганда анча юқори. Шу сабабли иссиқлик ўтказиш коэффициентини ва труба юзасининг иссиқлик кучланиши катта бўлади. Ундан ташқари, иссиқлик алмашинувчи мухитларни қарама-қарши йўналишда ҳаракат қилишини ташкил этиш осон.

Бир ва кўп оқимли қурилмаларнинг трубаларида иссиқлик элткичлар таркибидаги агрессив ва механик ифлосликлар камроқ ўтириб қолади. Кўпчилик



13а-расм. «Труба ичида труба» типда ажралувчан, бир оқимли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. 1-иссиқлик алмашиниш трубаси; 2-труба-қобик; 3-таянч; 4-қоби-труба тешикли панжараси; 5-бурилиш камераси; 6-қўшалок труба;



13б-расм. «Труба ичида труба» типдаги ажралувчан, кўп оқимли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. 1-биринчи тақсимлаш камераси; 2-трубалар тешикли панжараси; 3-иккинчи тақсимлаш камераси; 4-труба-қобик тешикли панжараси; 5-таянч; 6-иссиқлик алмашиниш трубаси; 7-труба-қобик; 8-бурилиш камераси; 9-қўшалок труба.

холларда, «труба ичида труба» қурилмаларининг иссиқлик кўрсаткичлари қобик-трубали қурилмаларникига қараганда анча юқори бўлади. Айрим холларда, қурилманинг ички трубаларнинг ташқи юзаси қиррали қилиб ясалади. Натижада, иссиқлик алмашиниш юзаси 4...5 маротаба ортади. Одатда бу усулдан трубанинг бирорта мухит ҳаракатланаётган томонида иссиқлик бериш коэффициентини ошириш қийин бўлганда (газ, қовушоқ суюқлик ҳаракатида ёки ламинар режимда)

фойдаланилади. Бундай ҳолларда, қиррали трубаларни қўллаш, узатилаётган иссиқлик миқдорини анчага ошириш имконини беради.

1.5. Жараённинг иссиқлик баланси

Иссиқлик баланси юқори иссиқлик элтигичдан берилаётган иссиқлик миқдори Q_1 , температураси паст элтигични иситиш учун Q_2 , ва маълум бир қисми қурилмадан атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик ўрнини тўлдириш учун $Q_{йўқ}$ сарф бўлади одатда 3..5% ташкил этаиб иссиқлик баланси қуюдаги тенглама билан ифодаланади.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (73)$$

Энергияни сақланиш қонунига асосан жараёнларнинг иссиқлик балансини умумий ҳолда қуйидагича тавсифлаш мумкин: жараёнга киритилаётган иссиқлик миқдори $\Sigma Q_{кел}$ уни амалга ошириш пайтида ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдорига $\Sigma Q_{сарф}$ тенгдир:

$$\Sigma Q_{кел} = \Sigma Q_{сарф} \quad (74)$$

Жараёнга киритилаётган иссиқлик миқдори ташки энергия манбаининг (сув буғи, кайнок сув) иссиқлиги, аппаратга киритилаётган маҳсулотларнинг иссиқлиги ва технологик ишлов бериш пайтидаги физик ёки кимёвий узгаришлар иссиқликлари йигиндисига тенг.

Жараёни амалга ошириш пайтида ажралиб чиқувчи иссиқлик миқдори эса аппаратдан қайта ишланиб чиқаётган маҳсулот иссиқлиги, ишлатилиб булинган иссиқлик ташувчи (сув буғи конденсати, илиқ сув) ва атроф-муҳитга таркалаётган (йўқотилаётган) иссиқлик миқдорларининг йигиндисидан ташкил топади. Аппаратга киритилаётган ва ундан чиқаётган моддалар, ўзларининг агрегат ҳолатларига қўра, маълум миқдордаги иссиқлик энергиясига эга бўлади.

Суюқликларнинг иссиқлик энергияси уларнинг сарфи G (ёки массаси m), солиштирма иссиқлик сифими c ва ҳароратининг t ўзаро кўпайтмасига тенг бўлади

$$Q = mct \quad \text{ёки} \quad Q = Gct \quad (75)$$

Сув буғлари ва газсимон компонентларнинг иссиқлик энергияси (кВт)

$$Q = D i , \quad (76)$$

бу ерда D - компонент сарфи, кг/с; i - компонент буғининг энтальпияси, кЖ/кг.

Модданинг агрегат ҳолатини ўзгариши (буғни конденсацияланиши) пайтида ажралиб чиқаётган (ёки ютиладиган) иссиқлик энергияси (кВт) куйидагича ҳисобланади

$$Q = W r_{\text{кн}} , \quad (77)$$

бу ерда W - агрегат ҳолати ўзгараётган модда (иккиламчи сув буғи) сарфи, кг/с; $r_{\text{кн}}$ - конденсацияланиш (ёки буғланиш) иссиқлиги, кЖ/кг.

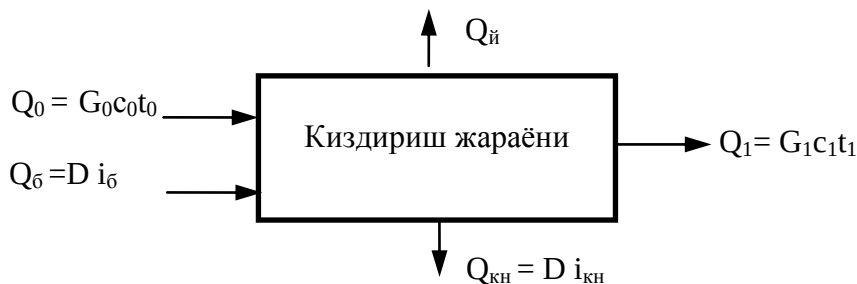
Иссиқлик баланси тенгламасидан тегишли турдаги қурилманинг иссиқлик юкламаси ва жараёни амалга ошириш учун зарур бўлган иссиқлик ташувчи агентлар (сув буғи, совуқ сув ва б.) сарфи аниқланади.

Сув буғи билан қиздириш жараёнининг иссиқлик баланси (22-расм) тенгламаси куйидаги кўринишда бўлади

$$G c_1 t_1 + D i_6 = G c_2 t_2 + D i_{\text{кн}} + Q_{\text{й}}. \quad (78)$$

бу ерда G - қиздириладиган суюқлик сарфи, кг/с; t_1 ва t_2 - суюқликнинг бирламчи (совуқ) ва қиздирилган ҳолатдаги ҳароратлари, °С; c_1 ва c_2 - суюқликни t_1 ва t_2 ҳароратлардаги иссиқлик сиғимлари, кЖ/(кг·°С); D - сув буғи ва унинг конденсатини сарфлари, кг/с; i_6 ва $i_{\text{кн}}$ - сув буғи ва унинг конденсатини энтальпиялари, кЖ/кг.

Қиздириладиган суюқликнинг иссиқлик сиғими тегишли соҳа бўйича мавжуд адабиётлардан [1-5, 8-11] ва маълумотномалардан [6] аниқланади.



14- расм. Қиздириш жараёнининг иссиқлик баланси схемаси.

Сув буғининг ишчи босими P_6 кийматларига асосан буғнинг харорати $t_{\text{кн}}$, буг ва конденсатнинг энтальпиялари i_6 , $i_{\text{кн}}$ аникланади [1,2,5]. Юкорида келтирилган (86) тенгламадан сув буғининг жараён учун зарур бўлган сарфи аникланади

$$D = [G(c_1 t_1 - c_2 t_2) + Q_{\text{й}}] / (i_6 - i_{\text{кн}}) \quad (79)$$

Ушбу тенгламадаги ифода

$$G(c_1 t_1 - c_2 t_2) = Q_{\text{ф}}. \quad (80)$$

жараённи амалга ошириш учун фойдали сарфланган иссиқлик миқдори $Q_{\text{ф}}$ ёки қурилманинг иссиқлик юкламаси деб юритилади.

1.6. Иссиқлик узатиш коэффициентлари ҳисоби

Иссиқлик узатиш коэффициентлари (K) ҳисобланадиган миқдорий катталик бўлиб, унинг сон киймати иссиқлик бериш коэффициентлари α_i , иссиқлик ўтказувчи девор ва унга ёпишган маҳсулот қуйиндисининг термик қаршилиқларига λ_i боғлиқ.

Текис юзали иссиқлик ўтказувчи девор ёки юпка деворли трубалар ($d_{\text{т}}/d_{\text{и}} < 2$) учун иссиқлик бериш коэффициентлари қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланади

$$K = (1/\alpha_1 + \delta_{\text{д}}/\lambda_{\text{д}} + \delta_{\text{к}}/\lambda_{\text{к}} + 1/\alpha_2)^{-1}, \quad (81)$$

бу ерда α_1 - иссиқ муҳитдан иссиқлик ўтказувчи деворга иссиқлик бериш коэффициентлари, Вт/(м²·К); $\delta_{\text{д}}$ ва $\delta_{\text{к}}$ - девор ва унга ёпишган қуйинди, занг ва бошқа бирикмаларнинг қалинлиги, м; $\lambda_{\text{д}}$ ва $\lambda_{\text{к}}$ - девор материали ва унинг юзасидаги бирикмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, Вт/(м·К); α_2 - иситувчи девор юзасидан қиздирилаётган суюқликка иссиқлик бериш коэффициентлари, Вт/(м²·К).

Агар деворнинг термик қаршилиги ҳисобга олинмаса (81) тенглама қуйидаги содда кўринишга эга бўлади:

$$K = (\alpha_1 \alpha_2) / (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (82)$$

Иссиқлик ўтказувчи юза материали ва унга ёпишган органик бирикмаларни иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентларининг кийматлари [1,2] адабиётларда ва мазкур кўрсатма иловасининг 5-жадвалида келтирилган.

1.7. Аппаратнинг иссиқлик узатиш юзаси ҳисоби

Аппаратларнинг иссиқлик алмашилиш юзалари F иссиқлик алмашилиш жараёнининг асосий тенгламасидан аниқланади

$$F = Q / (K \Delta t_{\text{ур}}) \quad (83)$$

бу ерда Q - аппаратни тенгламалар бўйича ҳисобланган иссиқлик юкламаси, Вт.

Иссиқлик алмашилиш юзасининг ҳисобланган қийматига кўра мавжуд каталоглардан стандартлаштирилган аппаратларни танлаш мумкин. Лойихалаш жараёнида эса F бўйича аппаратнинг конструктив ўлчамлари аниқланади.

1.8. Труба ичида труба қурилмасининг назарий ҳисоби

Қўш трубаги иссиқлик алмашилиш аппаратлари сув буғи босими 2.5 МПа гача бўлган ҳолларда ишлатилиши мумкин. Ушбу типдаги аппаратларнинг умумий қиздириш юзаси $4.5 \div 20 \text{ м}^2$ ни ташкил этади.

Аппаратнинг ички (кичик) трубасини ташқи диаметри қуйидаги қатордан танланади:

$$d_m = 25; 38; 48; 60; 76; 89; 108; 133 \text{ мм.}$$

Ташқи (катта) труба диаметрини қуйидаги қатордан танлаш тавсия этилган

$$D_m = 48; 60; 76; 89; 108; 133; 159; 194; 219 \text{ мм.}$$

Трубалар диаметри маҳсулот ва қиздирувчи агент сарфлари тенгламасидан келиб чиққан ҳолда, (2-1), (2-2) ва (2-19) тенгламаларга асосан танланади.

Трубаларнинг умумий узунлиги

$$L = \frac{F}{\pi d_y}, \quad (84)$$

бу ерда d_y - ички трубанинг ўртача диаметри, м.

Аппаратнинг ички ва ташқи концентрик трубалари пайвандланиб, бирлаштирилади. Бундай конструктив элементларнинг умумий сони

$$n_3 = L / l, \quad (85)$$

бу ерда l - битта элементнинг узунлиги, м.

Аппарат элементлари лойиҳачининг қарорига биноан горизонтал ва вертикал секцияларга (қаторларга) жойлаштирилади.

Иситувчи (совитувчи) муҳит одатда ташқи ва ички трубалар орасидаги бўшлиқларда ҳаракатланади. Бу бўшлиқнинг кўндаланг кесим юзаси

$$S = \frac{\pi}{4}(D_n^2 - d_t^2), \text{ м}^2. \quad (86)$$

Қиздирувчи муҳитнинг ушбу бўшлиқдаги тезлиги ω қуйидаги тенгламадан аниқланади

$$\omega = G/(n_c \rho S), \quad (87)$$

бу ерда n_c - коллекторлар воситасида бирлаштирилган вертикал секциялар сони.

1.9.Тажриба қурилмасининг тузилиши ва тажриба ўтказиш тартиби

Кўпчилик технологик жараёнларнинг интенсивлиги, иситиш ёки совитиш жараёнини қандай амалга оширилаётганига боғлиқ. Иссиклик жараёнлари- температуралар фарқи мавжуд бўлганда, температураси юқори бир жисмдан температураси паст иккинчи жисмга иссиқликнинг ўтишидир. Бундай жараёнлар иссиқлик алмашилиш қурилмаларида амалга оширилади. Иссиқлик алмашилиш жараёнларида қатнашувчи суяқликлар иссиқлик ташувчи агентлар деб аталади. Юқори температурага эга бўлиб, узидан иссиқликни температураси паст муҳитга берувчи суяқликлар иситувчи агентлар дейилади. Совитилаётган муҳитга нисбатан паст температурага эга бўлган ва ўзига муҳитдан иссиқликни олувчи суяқликлар совитувчи агентлар деб аталади.

Иссиқлик ташувчи агентлардан совитувчи агентларга иссиқлик тарқалишининг асосан учта тури бор:

1.Иссиқлик ўтказувчанлик (ёки кондукция); 2.Конвекция; 3.Иссиқлик нурланиши.

Бир-бирига тегиб турган кичик заррачаларнинг тартибсиз ҳаракати натижасида юз берадиган иссиқликнинг ўтиш жараёни иссиқлик ўтказувчанлик дейилади. Иссиқлик ўтказувчанлик йули билан узатилаётган иссиқлик микдори Фурье қонунига биноан топилади:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} * dF \cdot d\tau \quad (88)$$

Газ ёки суюқликларда макроскопик хажмларнинг ҳаракати ва уларни аралаштириш натижасида юз берадиган иссиқликнинг тарқалиши конвекция деб аталади. конвекция икки хил булади. Газ ёки суюқликларнинг ҳар-хил қисмларидаги зичликларнинг фарқи натижасида ҳосил бўладиган иссиқлиқнинг алмашилиши табиий ёки эркин конвекция дейилади. Ташқи кучлар таъсирида (насослар ёрдамида узатиш, механик аралаштиргичлар билан аралаштириш пайтида) мажбурий конвекция ҳосил булади.

Иссиқлик ташувчи агентлар трубанинг деворига ёки трубанинг деворидан совитувчи агентга иссиқликнинг ўтишига иссиқлик бериш дейилади ва у Ньютоннинг совитиш қонунига биноан аниқланади:

$$Q = a \cdot F \cdot (t_d - t_c) \quad (89)$$

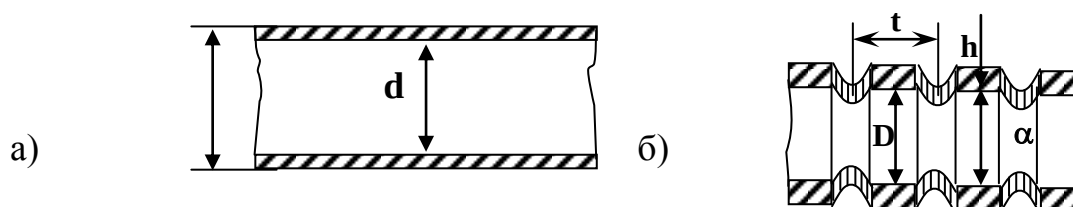
яъни, Δt вақт ичида ўтаётган иссиқлик миқдори Q девор юзаси ва муҳит температураларининг фарқига $(t_d - t_c)$, ҳамда жараённинг давомийлигига тугри пропорционалдир. Ҳозирги пайтда конвектив иссиқлик алмашилиш жараёнларини тезлатишни бир неча хил усуллари ўрганилган ва янги қурилмаларда (иситкичларда) қўлланишга тавсия этилган. Бир фазали суюқликларнинг труба ичида оқиб ўтаётган қуйидаги усулларда иссиқлик алмашилишни тезлатиш мумкин: сунъий йул билан труба юзасида турбулизаторлар, ғадир-будирликлар ва қирралар ҳосил қилиш, спиралсимон қирралар ёрдамида оқимга айланма ҳаракат бериш, шнекли ва оқимга тулқинсимон йуналиш берувчи мосламалар ёрдамида амалга оширилади.

Бугларни конденсациялаш жараёнида эса, конденсат юпка қатламни турбулизатор ёки қирралар ёрдамида бузиш, махсус қурилма орқали томчисимон конденсация ҳосил қилиш, оқимга ёки иссиқлик алмашилиш юзасига айланма ҳаракат бериш усуллари ёрдамида иссиқлик жараёнини тезлатиш мумкин.

Шуни таъкидлаш керакки, иссиқлик алмашилиш жараёнини у ёки бу усул билан тезлатиш фақат труба юзасининг самарадорлик кўрсаткичи етарли эмас. Шунинг учун, иссиқлик алмашилиш қурилмаларини йиғиш технологияси мустаҳкамлиги, труба юзасининг ифлосланиш даражаси, фойдаланиш хусусиятлари ва хоказо кўрсаткичларга ҳам аҳамият бериш керак. Юқорида айтиб ўтилган кўрсаткичлар, тезлатиш усулини танлаш кўламини камайтиради, чунки

технологик кулайлик, мустахкамлик ва қурилмаларнинг фойдаланиш пайтидаги кулайликлар асосий мезонлардир.

Хозирги пайтда оқимни сунъий равишда турбулизация қилиш усуллари билан конвектив иссиқлик алмашинишни тезлатиш энг самарадор усул деб тан олинган. Бу усулларда кулай ва самаралиги думалатиб зичлаш оркали трубаларда сунъий ғадир-будурликлар ҳосил қилишдир. (15-расм.)



15-расм. Силлик (а) ва думалатиб зичлаштирилган (б) трубаларнинг бўйлама кесимлари тасвирланган.

Иссиқлик бериш коэффиценти α деворнинг 1 м^2 юзасидан суюқликка 1 с вақт ичида, девор ва суюқликлар фарқи 1°C бўлганда, берилган иссиқлик миқдорини билдиради ва у қуйидаги улчов бирлигига эга:

Пропорционаллик коэффиценти девор юзасидан атроф мухитга ёки аксинча атроф мухитдан деворга иссиқлик ўтиши интенсивлигини характерлайди. Иссиқлик бериш коэффиценти купчилик факторларга: оқимнинг тезлиги w , зичлиги ρ , унинг ковушқоклиги μ , мухит иссиқлик ва физик хоссаларига, иссиқлик сиғими c , иссиқлик ўтказувчанлик λ суюқликнинг хажмий кенгайиш коэффиценти β , деворнинг шакли, ўлчами ва унинг ғадир-будурлигига (боғлиқ, яъни : $\alpha=f(w,\mu,\rho,c,\lambda,l,\beta,\alpha,\epsilon)$

$$Nu=\frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (90)$$

Nu - Нуссельт критерийси девор ва оқим чегарасида иссиқликнинг ўтиш тезлигини характерлайди; l -аниқловчи геометрик ўлчам (трубалар учун унинг диаметри), м; λ -мухитнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти, Вт/(мК).

Конвектив иссиқлик алмашинишнинг критериал тенгламаси умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu=f(Re,Gr,Pr,Fo,Pe...) \quad (91)$$

Думалатиб ишлаш усули билан олинган трубалар учун иссиқлик алмашиниш тезлиги куйидаги кўрсаткичларга боғлиқ:

$$Nu=f\{Re, Pr, \psi, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}\} \quad (92)$$

бу ерда $\psi=T_d/T_c$ —температура фактори; h/D —думалатиб зичлашнинг ўлчовсиз чуқурлиги; d/D —думалатиб зичлашнинг ўлчовсиз диаметри; t/D —думалатиб зичлашнинг ўлчовсиз қадами.

Бўғларнинг силлиқ трубали қурилмаларда конденсациялаш пайтида, бўғ таркибига хаво қўшилиб қолса иссиқлик алмашиниш тезлиги кескин камайиб кетади. Лекин, конденсаторлардаги силлиқ трубалар, думалатиб зичлаш усули билан олинган трубалар билан алмаштирилса иссиқлик алмашиниш тезлашади ва бу жараён ушбу функция орқали ифодаланади:

$$Nu=f\{Re, Re_{ni}, \varepsilon, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}, P\} \quad (93)$$

бу ерда $\varepsilon=(G_x/G_6)$ —хаво Бўғ аралашмасидаги хавонинг микдори, %; G_x —хавонинг сарфи, кг/с; G_6 —бўғнинг сарфи, кг/с; P —қурилмадаги босим, Па; Re_{ni} —конденсат юпка қатлами оқимининг Рейнольдс сони. Re —Пекле критерийси, жараённинг гидродинамик шароити ва муҳитнинг хоссаларини белгилайди.

$$Pe=\frac{w \bullet l}{\alpha}; \alpha=\frac{\lambda}{c \bullet p} \quad (94)$$

бу ерда α —температура ўтказувчанлик коэффициентини, $м^2/с$; Pr —Прандтл критерийси суюқликнинг қовушқоқлик ва температура ўтказувчанлик хоссаларининг нисбатини ифода қилади.

$$Pr=\frac{Pe}{Re}=\frac{w \bullet l}{a} \div \frac{w \bullet l}{v}=\frac{v}{a} \quad (95)$$

Рейнольдс критерийси оқимдаги инерция ва ишқаланиш кучларининг нисбатини аниқлайди.

$$Re=\frac{w \bullet d \bullet \rho}{\mu}=\frac{w \bullet d}{v} \quad (96)$$

Фурье критерийси нотурғун иссиқлик жараёнларида температура майдонининг ўзгариш тезлиги—муҳитнинг ўлчами вақт ва физик катталиклари ўртасидаги боғлиқликларни белгилайди.

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2} \quad (97)$$

Крихгоф критерийси эркин конвекция пайтида иссик ва совуқ суюқлик зичликларининг фарқи таъсирида ҳосил бўлган оқимнинг гидродинамик режимини ифодалайди.

$$Gr = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (98)$$

β -ҳажмий кенгайиш коэффиценти, $1/K$; Δt -девор ва атроф муҳит орасидаги температуралар фарқи.

Иссиклик ўтказишнинг ҳар қандай ҳолати учун алоҳида критериял тенглама мавжуд.

Шундай қилиб, оқимнинг ҳар бир режими алоҳида критериял тенглама билан ифодаланади.

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left[\frac{Pr_c}{Pr_g} \right]^{0,25} \quad (99)$$

Ламинар режимда:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left[\frac{Pr_c}{Pr_g} \right]^{0,25} \quad (100)$$

бу ерда Pr_c -суюқликнинг ўртача температурасида ҳисобланади;

Pr_d -деворнинг ўртача температурасида ҳисобланади.

Думалатиб зичланган трубалар ичида бир фазага суюқликлар ёки газлар оқиб ўтганда, ўртача иссиклик бериш қуйидаги критериял тенгламадан аниқланади:

$$Nu = A \cdot Nu_{сл} \quad (101)$$

бунда

$$A = \left[l + \frac{\lg \cdot Re - 4,6}{35} \right] \cdot \left\{ 3 - 2 \exp \cdot \left[\frac{-18,2 \left(1 - \frac{d}{D} \right)^{1,13}}{\left(\frac{t}{D} \right)^{0,326}} \right] \right\} \quad (102)$$

бу ерда $Nu_{сл}$ -силлик труба учун ушбу формулада топилади:

$$Nu_{сл} = 0,0207 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,443} \quad (103)$$

(1.16) формуладан ва $Re \geq 10^4$ булган ораликда фойдаланиш мумкин. Иситувчи агентлар учун иссиқлик бериш коэффициентининг ораликда иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати қуйидагича ўзгариши мумкин:

Иситиб ёки совутилади $\alpha, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

1. Хаво учун	1,16-58
2. Ёғлар учун	58,0-1740
3. Сув учун	232-11600
4. Ўта қиздирилган сув бағи учун	23,2-116
5. қайнаётган сув учун	2580-52200

6. Пленкасимон конденсацияланаётган сув буғи учун конденсацияланаётган экстракцион бензин хаво буғининг конденсацияланиши учун 500-2000

Конденсацияланаётган буғнинг иссиқлик бериш коэффициенти конденсацияланиш критерийси орқали ҳисобга олинади.

$$K = \frac{r}{C_p \cdot \Delta t} \quad (104)$$

бу ерда r -буғланиш иссиқлиги, Ж/кг.

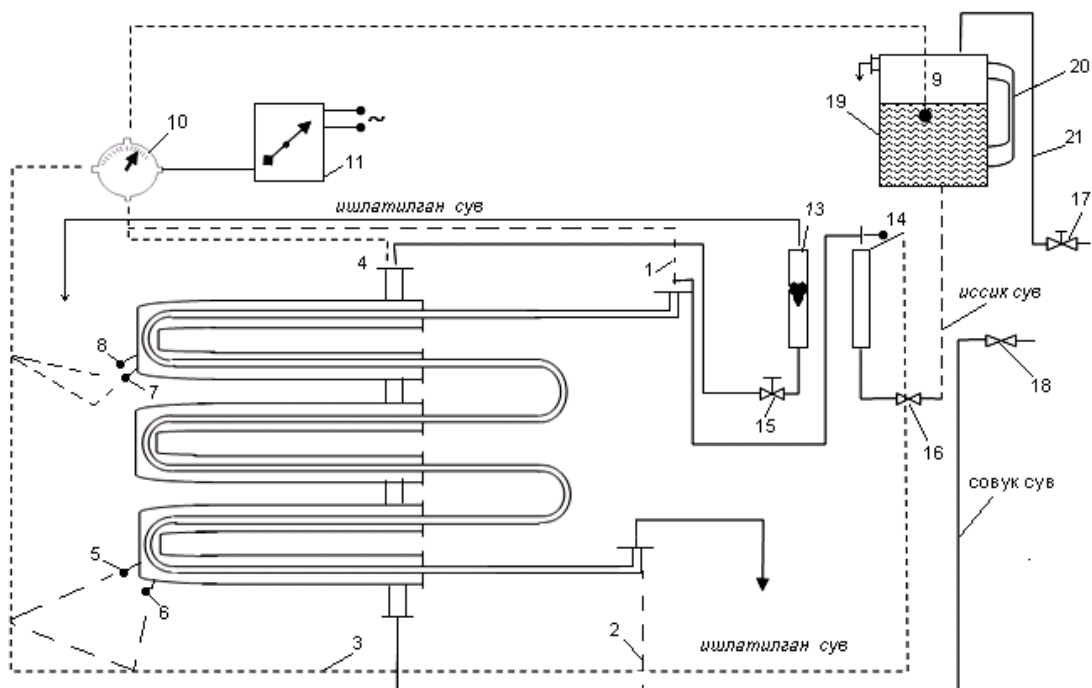
Конденсацияланиш критерийси K иситувчи агентнинг агрегат ҳолатининг ўзгаришини характерлайди. r ва C_p лар иситувчи агентнинг ўртача температурасида берилган иловадаги жадвалдан аниқланади.

Иш ўтказишдан мақсад-иситувчи агентдан трубанинг деворига ёки трубанинг деворидан совутувчи агентга иссиқлик ўтганда иссиқлик бериш коэффициентларини аниқлаш.

Ишнинг бажариш тартиби

28-расмда экспериментал қурилма схемаси тасвирланган. қурилма напорли бак 19, «Труба ичидаги труба» типдаги иссиқлик алмашилиш қурилмадан 12 ва сув сарфини ўлчовчи асбоблардан иборат. Иситувчи агент сифатида иссиқ сув ишлатилади ва у иссиқлик алмашилиш қурилма трубасининг ички қисмида йўналтирилади. Совутувчи агент сифатида совуқ сув ишлатилиб, у трубалар ва қурилманинг ички девори оралиғидаги бўшлиқда ҳаракат қилади. Иссиқлик алмашилиш қурилмасида иссиқ ва совуқ сувлар ўзаро қарама-қарши йўналишда

харакат қилишади. Совуқ ва иссиқ сувларнинг сарфи ротаметрлар (13,14) ёрдамида ўлчанади.



16-расм. Тажриба қурилмасининг схемаси.

1-9-термопаралар, 10-термопараларни потенциометрга улайдиган қурилма, 11-потенциометр, 10-иссиқлик алмашилиш қурилмаси, 13-14-сув сарфини ўлчайдиган РС ротаметри, 15-18-сув сарфини ростловчи мосламалар, 19-босим ҳосил қилувчи идиш, 20-сув баландлигини кўрсатувчи найча, 21-иссиқ сув бериладиган труба.

Температура термопаралар ёрдамида ўлчанади ва уларнинг тартиб номери жадвалда берилган.

Термопаралар номери	Ўлчанаётган температура	Белгила ниши
1.	Иссик сув қурилмага киришдан олдин	t_1
2.	Иссик сув қурилмадан чиқкандан сўнг	t_2
3.	Совуқ сув қурилмага киришдан олдин	t_3
4.	Совуқ сув қурилмадан чиқкандан сўнг	t_4
5.	Ички девор атрофидаги сувни	t_5
6.	температураси	t_6
7.	Кичик трубани ички деворини	
	температураси	t_7
8.	Кичик трубанинг ташки деворини	
	температураси	t_8
9.	Катта трубанинг ички девори атрофидаги	t_9
	суюқликнинг температураси	
	Бакдаги сувнинг температураси	

қуйидаги ишда иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш қуйидаги тартибда олиб борилади:

1.Напорли бак 19 сув билан тўлдирилади ва термопара 9 ёрдамида унинг температураси аникланади. Бунинг учун термопараларни потенцио метрга улай диган қурилмани 0 ҳолатига қуйилади.

2.Совуқ сув берила бошланади. Унинг сарфи ротаметр 13 ёрдамида аникланади.

сўнг иссиқ сув бериб, унинг сарфи ротаметр 14 ёрдамида ўлчанади.

3.Хамма термопараларнинг кўрсаткичлари аникланади ва ёзиб олинади.

4. 5 минут вақт ўтгандан кейин қайтадан хамма термопаралар кўрсаткичи аникланади ва ёзиб олинади.

5.Совуқ ёки иссиқ сувнинг сарф кўпайтирилади ва 4,5 бандлардаги ишлар қайтарилади.

Тажриба кўрсаткичларини ҳисоблаш

Иситувчи агентдан деворга бериладиган иссиқлик микдори қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$Q=G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (105)$$

бу ерда G_1 —иситувчи агентнинг сарфи, кг/с; c_1 —ўртача теапературадаги $t_{yp} = \frac{t_1 - t_2}{2}$ иситувчи агентнинг иссиқлик сиғими.

Тенгламадан Q нинг қийматини аниқлаб, иситувчи агентдан труба девори орасидаги тажрибий иссиқлик бериш коэффиценти α_1 қуйидаги формуладан топилади:

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (106)$$

бу урда F_1 -труба деворнинг юзаси, $F_1 \cdot 0,193 \text{ м}^2$

Иситилган труба деворидан совутувчи агентга ўтаётган иссиқлик микдори, ушбу формуладан аниқланади.

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (107)$$

бу ерда G_2 совутувчи агент сарфи, кг/с; c_2 —ўртача температура $t_{yp} = \frac{t_3 + t_4}{2}$ даги совуқ агентнинг иссиқлик сиғими, Ж/кг•К.

Труба девори ва совутувчи агент орасидаги иссиқлик бериш коэффиценти α_2 қуйидаги формуладан топилади:

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot F_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (108)$$

бу ерда F_2 -ички трубанинг юзаси, $F_1 \cdot 0,139 \text{ м}^2$

Иссиқлик бериш коэффиценти қийматини критериал тенгламадан аниқланади:

$$Nu = 0.17 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} \left(\frac{Pr_c}{Pr_o} \right)^{0.25} \quad (109)$$

$$Re = \frac{w \cdot d \rho}{\mu} \quad (110)$$

бу ерда w -суюқликнинг тезлиги, секундли сарф тенгламасидан топилади:

$$V_c = w \cdot F \quad (111)$$

бу ерда V_c -суюқликнинг хажмий сарфи м³/с; S-трубанинг кўндаланг кесими, $F \cdot \pi \cdot d^2/4$. Трубалар кўндаланг кесими учун $F \cdot \pi \cdot d_3^2/4$ ($d=0,021$ м, $d_3=0,028$ м).

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (112)$$

бу ерда c, μ, λ -уртача температура суюқликнинг иссиқлик сифими, қовушқоқлиги ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари(2-жадвалдан олинади).

$$Gr = \frac{g \cdot d_3^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (113)$$

бу ерда β -ҳажмий кенгайиш коэффициентининг қиймати иловадаги жадвалдан аниқланади; Δt -девор ва атроф муҳит температуралари фарқи; d_3 -труба диаметри; ν -суюқликнинг кинематик қовушқоқлиги (жадвалдан олинади).

$$Pr_c | Pr_d \approx 0,25 \div 1,1 \quad (114)$$

бу ерда Pr_d -критерийни ҳисоблаш учун суюқликнинг физик-кимёвий катталиклари деворнинг температураси бўйича олинади.

Иссиқлик ўхшашлик критерийларининг қийматларини билгандагина, Нуссельт критерийсини аниқлаш мумкин. Сўнгра, Nu критерийсидан иссиқлик бериш коэффициенти α топилади:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda} \quad (115)$$

бу ерда λ -иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти (жадвалдан олинади). Кейин, тажрибавий ва ҳисобий α ларнинг қийматлари таққослаб тажрибанинг хатоси аниқланади.

Сув сарфи		Температура °C									α_1 тажр.	α_2 тажр.	α_3 тажр.	α_4 тажр.	α_5 тажр.	α хисоб.
Ис сиқ	Со- вуқ	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9						
$\frac{M^3}{c}$	$\frac{M^3}{c}$															

Тажриба натижаларини ЭХМ да хисоблаш дастури

```

5 PRINT «Работа № »
10 PRINT «Определение коэффициента теплоотдачи в теплообменнике»
12 PRINT «ТИПА ТРУБА В ТРУБЕ»
15 PRINT
20 PRINT
25 PRINT
30 F*.193:F2к.139:D1к.028:D2к.021:P2к1
40 PRINT «Введите начальную и конечную (T1,T2)»
45 PRINT «температуру горячей воду»
50 INPUT T1,T2
60 Tk(T1кT2)/2
70 PRINT «Введите значение расхода и теплоемкости (G,C)»
75 PRINT «для горячей воду»
80 INPUT G,C
90 QкG*C*(T1-T2)
100 PRINT «Введите значение T3,T4,G2,C2 для холодной воду»
105 INPUT T3,T4,G2,C2
110 Q1кG2*C2*(T4-T3)
120 PRINT «Введите значение расходов (V1,V2)»
125 PRINT «горячей и холодной воду»
130 INPUT V1,V2
150 PRINT «Введите значение плотности и вязкости (R,M)»
155 PRINT «горячей и холодной воду»
160 INPUT R1,M1,R2,M2
170 R3кV1*R1*D1/M1:R4кV2*R2*D2/M2
171 PRINT «Введите значение критерия Прандля (P,P1)»
172 PRINT «горячей и холодной воду»
173 INPUT P,P1
175 PRINT «Введите значения критерия Грасгофа (G3,G4)»
176 PRINT «горячей и холодной воду»
178 INPUT G3,G4
180 IF R3<2320 THEN 210
190 N1к.023*R3^.8*P^.43
200 GOTO 230
210 N1к.17*R3^.33*P^.43*G3^.1*P2^.25
212 GOTO 230
215 N2к.17*R4^.33*P1^.43*G1^.1*P2^.25:GOTO 240
230 IF R4<2320 THEN 215
235 N2к.023*R4^.8*P1^.43*G4^.43

```

```
240 PRINT «Введите значение коэффициента теплопроводности (L1,L2)»
245 PRINT «для горячей и холодной воду»
250 INPUT L1,L2
260  $A1_k = L1 * D1 / N1$ 
270  $A2_k = L2 * D2 / N2$ 
274 PRINT
275 PRINT
276 PRINT
280 PRINT «Коэффициент теплоотдачи для горячей воду A1к»;A1;«BT/KBМ*К»
290 PRINT «Коэффициент теплоотдачи для горячей воду A2к»;A2;«BT/KBМ*К»
291 PRINT
292 PRINT
293 PRINT
295 GOTO 40
300 END
```

II. Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

Кимё, нефт-газ, озиқ-овқат саноати ишлаб чиқариш саноатларидан ташқари барча турдаги ишлаб чиқариш корхоналари технологиялар соҳасида эришилаётган муваффақиятлар халқ хўжалигининг техник тараққиёти, мустақил мамалакатимизнинг иқтисодиётини ва маданиятини ривожлантириш, шунингдек аҳолининг турмуш фарофонлигини ошириш алоҳида ўрин тутади. Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш техника тараққиётининг асосий йўналиши бўлиб сифатли маҳсулотлар ҳамда ишлаб чиқариш технологик линияда иштирок этувчи машина , аппарат, қурилма, жихозларни узоқ муддат ишлашини таъминлашга қаратилган. [2,3].

Замонавий ишлаб чиқариш ўзининг юқори механизация жадаллик даражаси билан умумий хом-ашё базаси ва яқин ишлаб чиқариш йўналишига эга бўлган корхона ёки цехларнинг ривожланган комбинациялашуви билан характерланади.

Халқ хўжалиги ривожланишининг ҳозирги босқичда муҳим йўналишлардан бири деб, микроэлектроника, ҳисоблаш техникаси, янги асбоб ва автоматик приборлар, информатика ва ахборот тизимлар ютуқларига асосланган замонавий бошқарув усуллари кенг тадбиқ этиш ҳисобланмоқда. Бу билан чиқарилаётган маҳсулотларни (тармоқлар бўйича) сифатли, харидоргир, халқ хўжалигини янада ривожлантиришда рақобатбардош кенг тармоқли ассортиментларни етиштиришда муҳим аҳамиятга эгадир.

Фан ва техника ютуқларидан фойдаланиш асосида эса ишлаб чиқаришни кенгайтириш ва уни кенг миқёсда автоматик манипуляторлар (саноат роботлари), микропроцессор ва микро ЭХМ лари қўлланиладиган автоматик бошқаришнинг турли қурилмалари билан таъминланган автоматлаштирилган завод, корхона, кичик цехларни вужудга келтириш ётади.

Ишлаб чиқаришни бошқаришни мукаммаллаштириш борасидаги халқ хўжалиги вазифаси бутунлигича ва умуман кимё, нефт ва газ саноати, металлургия, озиқ-овқат саноати тармоғига таалуқлидир. Шу билан бирга нефтни қайта ишалаш завод ва корхоналари, газ конденсантини қазиб олиш ва уларни қайта ишлаш борасида ҳозирги замон талабларидан келиб чиқиб, кимё саноатида

турли хил химикатлар, кимёвий ўғитлар ишлаб чиқаришда автоматик приборлар уларни ҳаракат режимларини автоматик бошқариш приборлари орқали маҳсулотни сифатли чиқишини кафолатлаб беради.

Ишлаб чиқаришда замонавий техника ва технологияларни қўллаш ҳамда уларни бошқаришда замонавий атоматлаштирилган бошқарув системаларидан фойдаланиш ушбу соҳаларнинг бугунги кундаги ютуқлари ҳисобланади. Битирув малакавий ишдан кўриниб турибдики экспериментал қурилмани сатх ва сафи ҳамда ҳароратини , ҳавони телгини ва босимларини автоматик бошқариш натижасида керакли бўлган мақбил варинантни тахлил этишда асосий вазифаларни бажаради. Иссиқлик таъсирида , қўллиналанаётган поликаронатни ўзгаришини ҳароратларга қараб аниқлаш ва маҳсулот ва аппаратни ишлаш ҳаракатини тажрибада синаб олиш имконини яратади.

Автоматик назорат ростлаш приборларининг тавсифлари

№ Жойлашуви	Ўлчанаётган катталик	Ўлчанаётган модда	Ўлчанаётган модданинг тавсифи	Ўрнатилган жойи	Автоматик приборлари номи ва техникавий тавсифи	Автоматик приборнинг тури	Сони	Ишлаб чиқарган завод ва корхона
1а	Бошқариш	Электродвигатель	Ноагрессив N=11кВт	Маҳаллий	Магнитли қўшгич кириш сигналарининг максимал чегараси 0- 220 Минимал қуввати 0.3кВт Максимал қуввати 23кВт Кучланиш 220 ёки 350В Частота 50Гц Габарит ўлчамлари 296x139x80 мм Оғирлиги 3 кг	У 2525	1	Москва иссиқлик автоматиказаво ди

Автоматик назорат ростлаш приборларининг тавсифлари

№ Жойлашуви	Ўлчанаётган катталиқ	Ўлчанаётган модда	Ўлчанаётган модданинг тавсифи	Ўрнатилган жойи	Автоматик приборлари номи ва техникавий тавсифи	Автоматик приборнинг тури	Сони	Ишлаб чиқарган завод ва корхона
26	қайнаш	монометр	агрессив	махаллий	Жисмнинг темиератураси молекулаларининг иссиқлик ҳаракатидан ҳосил бўлади ўлчаш чегараси : 0.1 Па аниқлиги: 0.01 Габарит ўлчами: 240x10 мм оғирлиги 120 гр	ТП-1У бурчакли	2	Клинский иссиқлик (термометровый) ааводи

III. Техник- иқтисодий кўрсаткичлар ҳисоби

Кучли ижтимоий йўналтирилган бозор иқтисодиётини шакллантириш, мамлакатни ижтимоий-иқтисодий жиҳатдан тараққий эттириш ва шу асосда жамият аъзоларининг моддий ва маънавий фаровонлигини таъминлашда халқ хўжалигининг етакчи тармоғи бўлган саноат мавқеи жиҳатидан алоҳида ўрин эгаллайди. Саноат ишлаб чиқариш тараққиётининг муҳим қонуниятларидан бири саноат ходимларининг маданий-техникавий, маънавий-маърифий даражаси ўсиши, ишлаб чиқариш малакаси ва тажрибасининг смарадорлигини тинмай ошиб боришидир. Ишлаб чиқариш саноатлари шундай тармоқки, барча мамлакатларнинг сиёсий, иқтисодий ва ташкилий интилишлари, уларнинг хўжалик жиҳатдан бирлашиши, яъни иқтисодий интеграция тавсифида ўзифодасини топади. Натижада барча мамлакатларнинг табиий, меҳнат ва молиявий ресурсларидан, фан-техниканинг барча ютуқларидан оқилона фойдаланиш имкониятлари юзага келади.

Саноатлардан, айниқса, оғир саноат, кимё, озиқ-овқат саноатларида-бутун ижтимоий ишлаб чиқаришни идустрлаштириш муаммоларини ҳал этиш калитидир. Шу муҳим соҳаларини инновацион ғоялар билан ривожлантиришдан бошланади. Ижтимоий-иқтисодий тараққиётни жадаллаштиришни таъминловчи буюк ҳаракатлантирувчи куч-рақобат, яъни беллашув, рақиблар кураши ҳам саноат соҳасида ривожини топади. Илғор техника ва технологиялардан фойдаланиш, материалларнинг янги турларини яратиш, меҳнат унумдорлигини ошириш, ишлаб чиқаришдаги маҳсулотларнинг рақобатбардошлигини юқори даражага кўтариш, ишлаб чиқаришнинг бошқа бир қатор техник-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш асосида унинг самарадорлигини кўтариш учун ҳаракат ва бошқа меҳнат анъаналари ҳам аввало, саноат соҳасида вужудга келди ва келмокда.

Мустақилликнинг афзалликлари ва давлатнинг иқтисодий сиёсати саноатнинг етакчи ўрнини янада оширмокда. Ислохотларнинг асосий

йўналишлари ва уларнинг ечимини топиш даставвал саноат соҳасида амалга оширилмокда ва яхши самара бермокда.

Бозор иқтисодига ўтиш туфайли саноат тараққиётига муносабат бутунлай ўзгарди: тузилмавий ўзгаришларнинг аҳамияти ҳамда раҳбарликнинг иқтисодий ва маънавий, психологик роли сезиларли даражада ошди. [22,23].

Маълумки, “Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чора-тадбирлари туғрисида”ги дастур инқироздан сўнг Ўзбекистон иқтисодиётининг янада кучли, барқарор ва мутаносиб ривожланган ҳолда майдонга чиқишига, жаҳон бозорларида ўзимизнинг мустаҳкам ўрнимизни эгаллаш, шулар асосида изчил иқтисодий ўсишни таъминлаш, халқимизнинг ҳаёт даражаси ва фаровонлигини янада ошириш бўйича олдимизда турган ва устувор вазифаларни муваффақиятли ҳал этиш учун ишончли замин яратади”.

Каримов, Ислон Абдуғаниевич. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари /И.А. Каримов. – Т.: Ўзбекистон, 2009. – 56 б.

Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашни ташкил қилиш ва бошқаришда прогрессив технологик жараёнларнинг, стандарт технологик мослама ва ускуналарнинг, ишлаб чиқариш жараёнларининг механизациялаш ва автоматлаштириш жараёнларининг, инженер-техник ва бошқарув ишларининг белгиланган давлат стандарти мажмуасида кенг қўлланилиши ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш ягона мажмуасини ташкил қилади (ДАСТ14.001-73), ДАСТ14.001-73 га мувофиқ ишлаб чиқишни технологик тайёрлаш воситалари ва қўлланилиш усулларига, уларни танлашга барча корхоналар учун ягона ёндашвни тайёрлаш: буюмни яратишнинг ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш босқичида, бундан бошқа барча босқичларда ҳам, тажриба нусхалар ва бирлик ишлаб чиқариш ҳисобига олган ҳолда ҳам минимал муддатларда, минимал меҳнат ва материал ҳаражатларида олий сифатли маҳсулотни ўзлаштириш ва ишлаб чиқариш янги буюм чиқаришда тез қайта созланадиган узлуксиз такомиллаштириб борадиган юқори эгилувчанлик даражали ишлаб чиқаришни ташкил қилиш, инженер-техник ва бошқарув ишларининг комплекс механизациялашган ва автоматлашган ҳолда бажаришни таъминлаш, ишлаб

чиқаришни технологик тайёрлашнинг ва бошқаришнинг бошқарув тизимидаги бошқа мажмуалар билан ўзаро алоқадорлигини таъминлашдан иборат.

Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш воситалари ва ускуналарнинг шаклланиш тартиби қўлланиладиган ҳужжатлар ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш ягона мажмуасининг стандартларига мос ҳолда тайёрланган тармок стандартлари, корхона стандартлари ва бошқа ҳужжатлар билан аниқланади.

Қисқа муддатларда юқори сифатли буюмлар ишлаб чиқаришни самарадорлигини ошириш буюмни чиқаришнинг ҳаражатлари технологиясининг такомиллаштириш ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг асосий вазифаси ҳисобланади.

Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш қуйидаги:

- А) Буюм конструкциясининг технологиклигини таъминлаш;
- Б) Технологик жараёнларни ва назорат усуллари ишлаб чиқариш ;
- С) Технологик мосламаларни ностандарт (махсус) ускуналарни лойихалаштириш ва тайёрлаш;
- Д) Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашни ташкил қилиш ва бошқариш каби асосий муаммоларни ҳал қилади.

Юқоридаги технологик тайёрлашлар муаммолар ечимини ишлаб чиқаришни бўйича ишлар билан бир қаторда буюмни конструкторион технологик тахлилини, ишлаб чиқаришнинг ташкилий техникавий тахлилини, ишлаб чиқариш қувватларининг аниқлашини, технологик жихозларни воситалари ва технологик жараёнларини созлашни ҳам қамраб олади.

Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш мазмуни ва иш ҳажми буюмнинг конструкторион технологик хусусиятларидан, ишлаб чиқариш типларига боғлиқ. Буюм таркибига кирувчи деталлар ва йиғма бирикмалар сони қанчалик кўп бўлса, уни тайёргарликдаги технологик жараёнларга операциялар сони ҳам кўп бўлади, шунга технологик жихозлар, технологик ҳужжатлар ва меҳнат ҳам кўп талаб этилади.

Бирлик ва кичик серияли ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг асосий босқичлари содда қилиб тайёрланиш, одатда у фақат технологик

маршрутлардан иборат бўлади. Буюмлар кўп миқдорда чиқариладиган ишлаб чиқариладиган йирик серияли технологик тайёрлаш бўйича мукаммал тайёрланади, яъни операциялар дифференциалланади (элементларга ажратилади) меҳнат тақсимоти чиқарилади. Буюмнинг ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш босқичидаги меҳнат сарфи умумий меҳнат сарфининг бирлик ва кичик серияли ишлаб чиқаришда 20-25%, сериялида 50-55% ни, йиллик серияли ва оммавий ишлаб чиқаришда эса 60-70% ни ташкил қилади.

Бирлашмаларда (корхоналарда) ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш бош технологик бош металлург, бош пайвандчи, бўлимларида, асосий цехларнинг инструмент ва технологик бюроларида амалга оширилади.

Инструмент модел штамплар ва мосламалар тажриба цехлари ҳамда асосий цехлардаги махсус моддийси ҳисобланади. Ишлаб чиқариш типлари ва кўламига боғлиқ ҳолда ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг марказлашган, марказлашмаган ва аралаш мажмуалари қўлланилади.

Марказлашган мажмуа серияли, йирик серияли ва оммавий ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бунда технологик жараёнларни тайёрлаш асосий цехларда олиб борилади. Заводнинг технология бўлимлари технология хизмати бўлимига услубий раҳбарлик қилиш билан бирга технологик жараёнларни тезлаштириш, технологик жихозларни стандартлаш билан шуғулланиладилар, шунингдек тадқиқот ва экспериментал ишлари ва технологик жараёнларни такомиллаштириш ишларини бажарадилар. Аралаш мажмуада янги муҳим маҳсулотга технологик жараёнлар технология бўлимларида ишлаб чиқаришда тезлашадиган маҳсулотга эса цехларда тайёрланади. Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш барча ишларни режалаштириш ва координациялаш бажариш муддатларининг назорат қилиш, бош муҳандиснинг ишлаб чиқаришни тайёрлаш бўйича ўринбосари зиммасига юкланади.

Технологик жараёнларни тайёрлашнинг умумий қоидалари ДАСТ14.301-83 билан аниқланади. Деталларнинг классификатлари эса ЭХМ лардан фойдаланиб тузилиши зарур. Бунинг учун ЭХМ хотирасига детал схемасининг номери, материал тури, маркаси ва оғирлиги, деталнинг габарит ўлчамлари,

сиртларининг текислик, цилиндр, тешик, резба, тишли сирт, шар,эгри чизикли сирт ва ҳоказолар, уларнинг ўлчамлари сиртнинг ғадур-будурлиги, ишлов бериш аниқлиги каби конструкторлик маълумотлари киритилади. Бу параметрларнинг барчаси кодланади. Бу параметрларнинг номланиши (юқоридан пастга)- аниқ жараёнларнинг тайёрлашнинг асосий бўлган типик қурилмани имконини берадиган ишлов бериш технологияси ва конструкцияси бўйича ўхшаш бўлган деталлар гуруҳини тузиш таъқозо этади.

Типик технологик жараёнларни тайёрлашнинг асосий босқичлари ДАСТ14.303-73 билан аниқланади. Буларга: ишлаб чиқариш объектларининг синфланиши, уларнинг миқдорий базаси ва типик вакиллар конструкциясининг тахлили хом-ашёни ва тайёрлаш усуллари танлаш, ишлов бериш турини жараёнларини расмийлаштириш киради. Шу билан бир қатрода тайёрланаётган экспериментал қурилмани ишлаб чиқаришга тафсия этишдан олдин унинг ишлаш ҳолатини тажрибада ўрганиб энг мақбил вариантини физик, математик моделлаштириш натижаларини тахлилин кўриб чиқиб тавфсия этилади. Экспериментал циклон кетган харажатларни қуядаги - жавалга келтирамиз

9 -жадвал

№	Хом ашё материаллари	Русуми, ўлчов бирлиги	Қиймати
1	Металл труба	2.8метр диаметр15	20000
2	Винтел (жўмрак)	4 дона	28000
3	Манометр босим ўлчагич	1 дона 0.3 Па	12000
4	Полиэтилен трубалр	3.0 метр 20 диаметр	88000
	Отвод	15м х50 3дона 20м х30 3дона	8000 15000
6	Момент махсус елимлари	3 дона 50 грамм	3400
7	Занглашга чидамли лист (нержавейка)	0.5 м ²	9600
8	Металл лист (уголник)	11 метр	13200

9	Металл уголник	17 метр	18400
Умумий харажатлар:			215600

Техник- иқтисодий харажатлардан кўриниб турибдики қурилмани ишлаб чиқариш корхоналарига тавсия этишдаги аниқлик ва чегаравий қатламларни муайян тахлилини қилишдан иборат бўлади.

IV.Мехнат муҳофазаси ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш

Замонавий ишлаб чиқариш ўзининг юқори механизация жадаллик даражаси билан умумий хом-ашё базаси ва яқин ишлаб чиқариш йўналишига эга бўлган корхона ёки цехларнинг ривожланган комбинациялашуви билан характерланади.

Халқ хўжалиги ривожланишининг ҳозирги босқичда муҳим йўналишлардан бири деб, микроэлектроника, ҳисоблаш техникаси, янги асбоб ва автоматик приборлар, информатика ва ахборот тизимлар ютуқларига асосланган замонавий бошқарув усуллари кенг тадбиқ этиш ҳисобланмоқда. Технологик, электрик ва жихозларни эксплуатация хавфсизлиги қурилма, аппарат жихозларни ишлаб чиқариш асосий цех биносига ўрнатишга боғлиқ бўлиб ўрнатиш, эксплуатация, таъмирлаш ва сақлаш технологик линияда иштирок этувчи жихоз ва қурилмалар хавфсиз бўлиши лозим. Бу билан қаттиқ донатор маҳсулотларни мавҳум қайнаш қатламини аниқлаш, тайёрланган қурилмада тажриба ишини бажаришдан олдин аввал талабаларга техника хавфсизлик қоидалари билан фан ўқитувчиси ва лаборант ёрдамида назарий танишиб чиқишлари лозим бўлиб ва махсус қайд этиш дафтарига имзо қўйиб тажриба ўтказиш йўриқномалари билан олдиндан танишиб оладилар. [19,20].

Лаборатория тажрибасини ўтказишда қуйидаги

эҳтиёт чораларини кўриш

1. Лабораторияни ўтказиш ёки бажариш белгиланган аудиторияда бажарилиши инобатга олинади.
2. Машғулот пайтида талаба махсус кийим (халат)сиз тажриба ўтказиш мумкин эмас.
- 3.Лабораторияда бажарилаётганда озодалик, тинчлик ва хавфсизлик техникаси қоидаларига риоя этиш ёки халақит берилса,этиборсизлик натижасида хатоликка йўл қўйилиши кўнгилсиз ходисаларга олиб келади ҳамда керакли натижаларга эришиб бўлмайди.

- 4.Тажрибани бажаришда лаборант ёки фан ўқитувчиси рухсати билан тажриба ўтказишни назарий маълумотларга эга бўлган ҳолда бошлаш лозим бўлади. Тажрибани бажариш ёки ўтказишда кетма-кетлик тартиби лаборатория дафтарига олинаётган маълумотларни параметлари ёзиб бориш шарт.
- 5.Захарли ва зарарли ва бадбуй хидли моддалар билан бажарилаётган тажрибаларни мурили шкафларда бажариш кўзда тутилади.
6. Реактивларни пробиркаларга куйишда уларни гавдангиздан узоқроқда тутиш.
7. Қиздирилаётган реактив устига энгашиб қараманг.
8. Электр асбоблари билан ишлашда уни тўлиқ изоляцияланганлигига ишонч ҳосил қилмасдан тажриба машғулотини бошламанг.
- 9.Харорат аниқловчи автоматик приборлар орқали дастлабки ва кейинги хароратларни ўлчашадаги аниқликни тажриба қурилмасига ўрнатилган бўлиб назорат приборларни узоқроқ ҳолатда тахлилини олиб бажарилади.
- 10.Тажрибани бажаришдаги иссиқлик ташувчи агент иссиқ ҳаво берилиб ҳаво хароратини беришдаги вентиляторни иш режимини ўрганиб электр манбаига уланганлиги ҳамда манбага улаш қоидаларига амал қилиш лозим бўлади.
- 11.Тажриба қурилмасини ишлаш жараёнларида иссиқлик таъсирида Поликарбанат материалларини ҳолатлари иссиқликка бардошлиги алоҳида инобатга олинади уларнинг физик,механик хусусият кўрсаткичлари яни эгилувчанлиги, иссиқлик ўтказиш даражаси, иссиқлик бериш, иссиқлик баланси ҳамда хом-ашёга таъсири ўзгаришини тахлилини ҳам тажрибада ўрганиб борилади.
- 12.Захарли газлар (хлор, бром, вадород сулфид, азот оксидлари) билан захарланиб қолган кишини дарҳол очик ҳавога олиб чиқиш ва врачга мурожат қилиш лозим.
- 13.Симоб ва симобли асбоблар ва приборлар билан эҳтиёт бўлиб ишланг. Симобли асбоб (термометр ва манометр) синса ёки шкастланса уни тезда махсус усул билан йиғиб олинг ва сувли стаканга солиб, симоб тўкилган жойга олтингугурт кукуни сепинг.

14. Газлар билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлиш керак.
15. Реактив олиш учун ишлатилган қошиқча ва мензуркани аралаштириб юбормаслик шарт.
16. Машғулоти тугагач ишлатилган моддалар уз жойига қўйиш ва лаборантга топшириш керак.
17. Лабораториядан кетишдан олдин газ, водаправод жумрагини беркетишни, электр асбобларини учирилганлигини текшириб кўринг.

Лаборатория ишини бажариш тартиби.

Лаборатория ишини бажаришдан аввал талаба мустақил равишда маъруза матнлари ва адабиётлардан фойдаланиб лаборатория ишини бажаришга пухта тайёргарлик кўриши лозим. Лаборатория ишини бажарувчи ҳар бир талаба ушбу ишнинг мақсадини, моҳиятини, ўрганиладиган жараёнга таъсир этувчи параметрларнинг физик маъносини ва иш бажариш услубини билиши шарт. Ушбу методик кўрсатмадаги схема ва лаборатория хонасидаги плакатлар асосида талаба лаборатория қурилмасининг тузилиши, ишлаш принципи ва ишлатиш тартиби ҳамда ўлчов назорат асбоблари билан мустақил равишда ёки лаборант ёрдамида олдиндан танишиши лозим.

Лаборатория машғулоти ўтказилиши режалаштирилган кун дастлаб ўқитувчи белгиланган иш бўйича ҳар бир талаба билан алоҳида савол-жавоб ўтказиб, унинг лаборатория ишига тайёргарлик даражасини аниқлайди ҳамда қўшимча приборлар ҳақида маълумотга эга бўлишлари шарт. Ушбу лаборатория иши бўйича етарли даражада назарий билимга эга булган талабаларга ишни бажариш учун рухсат берилади. Рухсат олган талабалар ишни бажариш услуби ва хавфсизлик техникаси қоидаларига риоя қилган ҳолда лаборатория ишини бажаришга (ўқитувчи ёки лаборант назоратида) киришадилар. Талаба тажриба мобайнида олинган натижалар, бажарилган ҳисоблар ва уларни таҳлили асосида ҳисобот тузади.

Тузилган ҳисобот келгуси дарсда ўқитувчига топширилади. Ҳисоботда ишнинг мақсади, қисқача мазмуни, лаборатория қурилмасининг схемаси ва уни ишлаш принципи аниқланадиган физик катталикларнинг маъноси, уларнинг

тўла ҳисоби, зарурий жадваллар, графиклар, диаграммалар ва хулосалар уз аксини топиши шарт. Тажриба натижалари акс эттирилган варақда баённома (протокол) да ўқитувчи ёки лаборант имзоси бўлиши керак.

Тажриба қурилмасида бажарилаётган жараёни боришини таҳлилини олиб боришда ишлаб чиқариш корхоналарига мослигини ҳафсизлик техникаси ва атроф муҳитга чиқаётган зарарли яни ифлосланиш коэффицентларини бартараф қилиш ва мақбул вариантини жорий этишга йўналтирилган. Атроф-муқитни қуйидаги кўрсаткичлар билан характерлаш мумкин: иш жойидаги ҳаво ҳарорати билан (оптимал кўрсаткич $20-25^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этади); нисбий намлик (40-60%); ҳавонинг ҳаракат тезлигига (0, 2-0, 4м/с); барометрик босим (нормал 101,3кПа); ҳамда иситаётган асбобларни иссиқлик нурланишига боғлиқ бўлади

ХУЛОСА

Иссиқликка чидамли полиэтилен материалларидан **тажрибавий Труба ичида труба** тажрибавий қурилмасини тайёрлашдаги битирув малакавий ишимда мутахассислигимдаги умумкасбий ва ихтисослик фанларидан олган билим ва кўникмаларимни назарий, амалий қўллаш натижаларида технологик жараёнларни автоматик бошқариш, қурилмани ишга туширишдаги техника хавфсизлигини, иқтисодий сарф харажатларини БМИ бўлимларида ҳисоб график ишларини бажариб керакли бўлган натижаларга эришдим.

Хусусан бажарилган иш юзасидан қуйидаги хулосаларга келинди. Полиэтилен материалларини турли хил ҳароратларда ўрганиб қиздирилаётган ҳаво ҳароратини ярим автоматик бошқаришда поликарбонат материалларини иссиқликка чидамлилиқни ўрганиб, жараёни кузатиш орқали асосий хулосаларни таҳлил қилиб олдим. БМИ да нафақт ўзимни мавзуим бўйича балки ишлаб чиқаришдаги барча иссиқлик алмашилиш қурилмалари ҳақида тасаввурга ҳам эга бўлдим.

2. Ҳозирги вақтда нефт маҳсулотларини қайта ишлашда нефт ишлаб чиқариш корхоналарида нефтни тозалаш нефт ва газконденсатини газ конедсати таркибидан механик аралашмаларни ва қўшимча аралашмаларни тозалашда ҳар хил тиндиргичлардан фойдаланилади. Бу тиндиргичлар катта ҳажмни эгалайди ва кўп вақт талаб этади. Биз томонимиздан таклиф этилган труба ичида труба тажрибавий қурилмаси эса мана шундай камчиликларни бартараф этади.

3. Натижалар шуни кўрсатдики, тажриба қурилмадаги таҳлилий хулосаларни бажаришда ишлаб чиқариш корхоналар билан тузилган ҳамкорлик иттифоқ шартномалар асосида корхоналардаги муаммоларни излаб топиб бажарилса мақсадга мувофиқлигини ўргандим.

Кафедранинг ишлаб чиқариш корхоналар билан тузилган ҳамкорлик иттифоқ шартномалари асосида кичик тажрибавий қурилмаларни тайёрлашда синов натижаларни олишда яқиндан кўмаклашиб қурилмани дастлабки нусхасини тайёрлашда ҳам амалий кўмак бердилар.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Н. Р. Юсупбеков, Ҳ. С. Нурмухаммедов, С.Г. Зокиров Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Т.; "Шарқ", 2003.-644б.
2. Н. Р. Юсупбеков, Ҳ. С. Нурмухаммедов, П.Р Исматуллаев, С.Г. Зокиров, У. В. Маннонов. Кимё ва озиқ – овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойихалаш. – Тошкент, ТошКТИ, 2000. – 231 бет.
3. Н. Р. Юсупбеков, Ҳ. С. Нурмухаммедов, П.Р Исматуллаев Кимё ва озиқ – овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва масалалар. - Тошкент, ТошКТИ, 1999. – 351 бет.
4. Салимов. З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари.: Олий ўқув юрти студентлари учун дарслик. Т.1.-Т.: Ўзбекистон, 1994.-366 б.
5. Салимов.З.Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Т.2. Модда алмашилиш жараёнлари: Олий ўқув юртлари учун дарслик. – Т.: Ўзбекистон,1995.–238 б.
6. Юнусов И.И., Артиқов А.А., Исматуллаев И.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭХМ ни қўллаш, ўқув қўлланма, Тошкент: ТКТИ, «НИСИМ». 2001.148 б.
7. Юсупбеков Н.Р., Мухитдинов Д.Ҳ., Базаров М.Б. Электрон ҳисоблаш машиналарини кимё технологиясида қўллаш.Т."Фан".2010.392 б.
8. Н.Р.Юсуфбеков,Б.Э.Мухамедов, Ш.М.Ғуломов Технологик жараёнларни бошқариш системалари Тошкент "Ўқитувчи" 1997-699 б
9. Магруппов Ф.А., Синтетик ва табиий юқори молекулали бирикмалар кимёвий технологияси фанидан «маърузалар матни», Т. 2009й., 262 б.
10. Абдурашидов Т.Р., Магруппов Ф.А. полиолефинлар ишлаб чиқариқа технологияси фанидан «маърузалар матни», Т., 2005й., 129

11. Магруппов Ф.А., Исхмухаммедова М., Синтетик ва табиий юқори молекулали бирикмалар кимёвий технология фанидан, лаборатория машғулотлари учун «Услубий қўлланма» 2009й.,23б
12. Махсудов Й.М. «полимер материалларни синашга оид практикум», Т., «Уқитувчи» 1984, 198 б.
13. Маъруфов Ф.А., Рўзикулов Қ. "Синтетик ва табиий юқори молекулали бирикмалар кимёвий технологияси" фанидан лаборатория ишларини бажариш учун услубий қўлланма. Тошкент Кимё – технология инстиути. Тошкент. 2001 й. 40 в.
14. Артиков А.А. Процессы и аппараты пищевых производств (математическое моделирование. теплообменные процессы, выпаривание),Ташкент, ўқитувчи, 1983
15. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. Москва. Химия. 1991.
16. И.Двореский С.И., Егоров А.Ф., Двореский Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. Тамбов. ТГТУ, 2003.-224 с.
17. Черноруский И.Г. Оптимизация в теории управления. С-Петербург, «Издательский дом Питер», 2003. -256 с.
18. О.Қ. Қудратов. Саноат экологияси. Тошкент. 1999 й.
19. О.Қ.Қудратов, А.Мирахмедов. Ташқи муҳитни муҳофазалаш. Тошкент. 2003
20. Ў. Ёўлдошев, У.Усманов, О.Қудратов. Меҳнатни муҳофаза қилиш. Ўқув қўлланма. Тошкент. “Меҳнат”. 2001 й.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Фармонлари ва Қарорлари

21. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармони. Иқтисодиёт реал сектори корхоналарининг молиявий барқарорлигини янада ошириш чоратadbирлари тўғрисида. 2008 йил 18 ноябр, ПФ-4053-сон.

22. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Қарори. Ишлаб чиқариш ва ижтимоий инфратузилмани янада ривожлантириш юзасидан қўшимча чоратadbирлар тўғрисида. 2009 йил 20 январ, ПҚ-1041-сон.
23. Байхонов Б.Т. Результаты распределения межотраслевой инвестиции в экономике Республики Узбекистан—М.: Экономика и Финансы, 2001. № 2-3—С. 44-45.
24. Бекмуродов А.Ш. ва бошқалар. Ўзбекистон иқтисодиётни либераллаштириш йилларида. 1-5-қисмлар. —Т.: ТДИУ, 2005. — 310 б.
25. Бекмуродов А.Ш., Ғафуров У.В. Ўзбекистонда иқтисодиётни либераллаштириш ва модернизациялаш: натижалар ва устувор йўналишлар. Ўқув қўлланма. —Т.: ТДИУ, 2007. — 102 б
26. Бекмуродов А.Ш., У.В. Ғафуров, Б.К. Тухлиев. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. Ўқув қўлланма. —Т.: ТДИУ, 2008. — 1