

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

---

---

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 21.926.52.

**ХАЛИЛОВ ДИЛМУРОД АБДУЛЛАЕВИЧ**

**ЙИЛИГА 300000 т СУЛЬФАТ КИСЛОТА ИШЛАБ  
ЧИҚАРИШДА, СУЛЬФАТ АНГИДИРИДНИ АБСОРБЦИЯ  
БЎЛИМИНИ ИНТЕНСИВЛАШ ҲАМДА АСОСИЙ ВА ЁРДАМЧИ  
(ТРУБАЛИ СОВУТГИЧ, МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОС)  
АППАРАТЛАРИНИ ХИСОБЛАШ.**

Мутахасислик: 5А522429 – «Кимёвий технологик жараён ва қурилмалар»

Магистр академик даражасини  
олиш учун ёзилган

**ДИССЕРТАЦИЯ**

Илмий раҳбар:

доц. НИҒМАТЖОНОВ С. К.

КТЖУ технологияси кафедраси  
“\_\_”\_\_\_\_200 йил\_\_сонли  
мажлисининг қарорига асосан  
химояга тавсия қилинди. Кафедра  
мудири:

доц. ТУХТАХУНОВА Г.

Магистратура бўлими  
бошлиғи:

доц. АБДУРАХМОНОВ А.

## МУНДАРИЖА

**КИРИШ**.....

### **I-БОБ. МАВЗУНИНГ УМУМНАЗАРИЙ МУАММОЛАРИ ВА УЛАРНИ ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА БАРТАРАФ ЭТИШНИНГ ЧОРА ТАДБИРЛАРИ. МАВЖУД ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА УЛАРНИ ТАДҚИҚИ. АСОСИЙ ВА ЁРДАМЧИ ҚУРИЛМАЛАР**

1.1. Сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги умумназарий муаммолар ва уларни Ўзбекистон шароитида бартараф этиш чора-тадбирлари

1.2. Сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги мавжуд технологиялар ва уларни тадқиқи

1.3. Сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги асосий ва ёрдамчи қурилмалар

### **II-БОБ. ТАЖРИБАНИ ОЛИБ БОРИШ УСЛУБЛАРИ ВА ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНИНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНЛАРИ**.....

2.1. Иссиқлик алмашилиш усуллари.....

2.2. Асосий қонунлар.....

2.3. Моддаларнинг физик-кимёвий тавсифи (ҳолати).....

### **III-БОБ. ТАЖРИБА ВА ТАДҚИҚОТ ҚИСМИ. ТРУБАЛИ СОВУТГИЧ, МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОС АППАРАТЛАРИНИ ХИСОБЛАШ** .....

3.1. ....

3.2. ....

3.3. ....

**ХУЛОСАЛАР**.....

**АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ**.....

**ЭЪЛАН ҚИЛИНГАН МАҚОЛАЛАР РЎЙХАТИ**.....

**ТАКЛИФЛАР** .....

## КИРИШ

Президентимизнинг жахон молиявий инкирози мамлакатимизнинг 2008 йилдаги ижтимоий-иқтисодий ривожланишига салбий таъсир кўрсатганлигини такидлаб ўтдилар.

«Бундай таъсир,-деб ёзадилар Президентимиз ўз асарларида,- авваламбор, умуман дунё бозоридаги талаб ва нархларнинг кескин тушиб кетишида ва табиийки, мамлакатимиз экспорт киладиган махсулотларнинг мухим турларига нисбатан ҳамда экспортга йўналтирилган етакчи тармоқлар ва улар билан боғлиқ турдош корхоналар фаолиятида намоён бўлмоқда. Бу эса, ўз навбатида бутун иқтисодиётимизнинг мутаносиб ва самарали ривожланишига самарали таъсир курсатмоқда, кузда тутилган *лойихалар*ни амалга ошириш, ўз олдимизга куйган мақсадларга эришиш йулида куплаб муаммоларни туғдирмақда. Мухтасар айтганда, 2008 йил биз учун, биринчи навбатда мамлакатимиз меҳнаткашлари учун ғоят мураккаб ва оғир бўлди. Лекин, юзага келган барча муаммо ва қийинчиликларга қарамай халқимизнинг фидокорона меҳнати ва амалга оширилган тадбирлар эвазига 2008 йилда иқтисодиётимизнинг нафақат барқарор фаолият кўрсатишига, балки унинг юқори ўсиш суъатларини изчил таъминлашга эришдик» [1].

**Мавзунинг долзарблилиги.** Хозирги кунда бозор иқтисодиёти шароитида, корхоналарни модернизация қилиш, янгилаш ва унимдорлигини ошириш мақсадида, сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнида учрайдиган камчиликларни бартараф қилишга қаратилган йўлларни очиб беришга ҳаракат қилишдан иборатдир. Сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнига назар ташлар эканмиз у асосан икки усулдан:(1-усул) сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг контакт усули; (2-усул) сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг нитроз усулидан иборат эканлиги ва бу усулларнинг сульфат кислота олишнинг контакт усули энг катта аҳамиятга эга эканлигини биламиз. Шундай экан сульфат кислота олишнинг контакт усули жараёнидаги сульфат ангидридни абсорсия бўлимини интенсивлигини ошириш чораларини амалга оширишдан иборатдир. Чунки абсорбция жараёнидан кейин газ

аралашмасига ютилган сульфат ангидрид биргаликда атмосферага чиқариб юборилади. Шунинг учун абсорбция жараёнида газ аралашмасига ютилган сульфат ангидридни умуман керакли даражагача камайтириш чораларини кўрмағимиз даркор. Бу билан сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги хом-ашёни исроф қилиб, оқилона фойдаланиш чораларини кўрмаяпганлигимиздан билдиради.

Сульфат ангидридни абсорбция жараёни тўлиқ даражада бўлиши, сульфат кислотанинг температурасига боғлиқ. Температура қанчалик кичик бўлса абсорбция жараёни шунча юқори бўлади.

Сульфат кислота ишлаб чиқраишнинг контакт усулида ишлайдиган заводларда, асосан хамма маҳсулоти *олеум* кўринишида бўлади. Бошқа техник нав маҳсулотига қараганда эса, қимматли маҳсулот сульфат кислота хисобланади. Шундан келиб чиққан холда олеумга бўлган талабни камайтириб, уни 93-95% фоизли сульфат кислота кўринишига келтирмоғимиз лозим. Стандарт бўйича олеум таркибида 18,5% кам бўлмаган сульфат ангидрид ташкил қилади ва бундай концентрацияда олеум абсорберини суғоради. 98,3% фоизга яқин концентрацияли сульфат кислота моногидрат абсорберини суғоради. Шундай концентрацияга эга кислотада сульфат ангидрид яхши абсорбцияланади. Шу билан бир қаторда сульфат кислота ишлаб чиқаришда маҳсулот миқдорини кўпайтириб, хом-ашёга бўлган талабни бир оз камайтиришга эришишдан иборатдир. Чунки Республика учун сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида хом-ашёга бўлган талабни камайтириш асосий муаммо хисобланади. Ишлаб чиқаришда бундай чораларни оқилона, самарали ва биргаликда ечмағимиз мақсадга мувофиқдир.

**Лойиҳанинг мақсад ва вазифалари.** Сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнида абсорбция жараёнининг интенсивлигини ошириб, сульфат ангидридни газ аралашмаси билан атмосферага ташламасликни олдини олиш ва маҳсулотнинг сифат-миқдорини яхшилашга эришишдир. Абсорбция жараёнининг интенсивлигини оширишда иссиқлик алмашилиши

аппаратининг констукцияси ўзгартирилди ва қўйидаги натижаларга эришилади:

-иссиқлик алмашилиш жараёни тезлашади;

-иссиқлик алмашилиш аппаратининг иссиқлик алмашилиш юзаси қисқаради;

-иссиқлик алмашилиш аппаратини тайёрлаш учун камроқ материал сарфланади;

-аралашмани совутиш учун кетадиган энергия сарфи камаяди.

-иқтисодий жихатдан арзон;

-абсорбернинг унумдорлиги ошади.

Абсобция жараёнида бундай иссиқлик алмашилиш аппаратини кўлланилиши технологик режимни яхши бўлишини таъминлайди.

**Лойиҳанинг илмий янгилиги.** Сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнида, биринчи марта иссиқлик алмашилиш аппаратининг конструктив кўринишини ўзгартирган ҳолатда иссиқлик алмашилиш жараёнини яхшилаб, сульфат кислотани температурасини пастроқ бўлиши таъминланади. Иссиқлик алмашилиш жараёнини яхшилаш ҳисобига  $SO_3$  сульфат ангидридни  $H_2SO_4$  сульфат кислотага ютилиш жараёни интенсивлиги оширилди. Абсорбция коэффициентини температура ва концентрацияга боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда, бундай натижага эришишга ҳаракат қилинди.

**Лойиҳанинг предмети ва объекти.** Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг контакт усулидаги сульфат ангидридни абсорберда сульфат кислотага ютилиши, иссиқлик алмашилиш аппарати қурилмалар йиғиндисининг тадқиқот объектини ифода этади.

**Лойиҳанинг амалий аҳамияти.** Сульфат кислота ишлаб чиқариш корхоналарини реконструкция ва модернизация қилиш жараёнида иссиқлик алмашилиш аппаратининг констукциясини ўзгартирган ҳолатда абсорбер калоннасини параметрларини керакли даражагача бошқариш имконини беради. Хароратни бошқариш имконияти абсорбция жараёнининг

интенсивлигини оширади. Бу билан бошқа аппаратларга бўлган эҳтиёжни камайтиради.

**Диссертация ишининг хажми ва структураси;**

# **I-БОБ. МАВЗУНИНГ УМУМНАЗАРИЙ МУАММОЛАРИ ВА УЛАРНИ ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА БАРТАРАФ ЭТИШНИНГ ЧОРА ТАДБИРЛАРИ. МАВЖУД ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА УЛАРНИ ТАДҚИҚИ. АСОСИЙ ВА ЁРДАМЧИ ҚУРИЛМАЛАР**

## **1.1.1. Сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги умумназарий муаммолар ва уларни Ўзбекистон шароитида бартараф этиш чора- тадбирлари**

Жаҳон молиявий инқирозининг салбий таъсирлари саноат ишлаб чиқаришда нисбатан кўпроқ намоён бўлиши натижада унинг ялпи ички маҳсулотидаги улиши ўтган йилдаги 24 фоиз ўрнига 2008 йилда 22,3 фоизни ташкил этган. Қишлоқ хўжалигининг салмоғининг 19,4 фоизига қадар пасойиши эса мамлакатимизнинг ички ялпи маҳсулоти таркибининг такомиллашиб, унда саноат, қурилиш ва хизмат кўрсатиш соҳаларининг улуши йилдан-йилга ошиб бораётганлигини англатади. Айтиш пайтда ички маҳсулот таркибидаги соф солиқлар ҳиссасининг 9,3 фоизга қадар қисқарганлиги мамлакатимиздаги солиқ юкининг тобора пасайиб бораётганлигини кўрсатади.

Шу ўринда, жаҳон молиявий инқирозининг юзага келишда асосий сабаб-молиявий ресурслар билан реал ишлаб чиқариш хажми ўртасидаги мутаносибликнинг кескин бузилиши ҳисобланишини такидлаш лозим.

Мазкур жараёнинг мамлакатимиз иқтисодиётининг барқарорлиги ҳамда аҳоли фаровонлигига таъсирини ҳар томонлама жиддий баҳолаган ҳолда Президентимиз «мамлакатимизда жаҳон иқтисодий инқирозининг салбий оқибатларини бартараф этиш бўйича 2009-2012 йилларга мўлжаллаб қабул қилинган Инқирозга қарши чоралар дастури Ўзбекистонни 2009 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг энг устивор йўналиши бўлиб қолди»[2], деб белгилаб бердилар.

Президентимиз ўз асарларида Инқирозга қарши чоралар дастурининг конкрет бўлимлар-белгиланган комплекс чора –тадбирлар ҳақида тўхталиб

ўтилиб, мазкур чора-тадбирлар орқали ҳал этилиши лозим бўлган асосий вазифаларни белгилаб бердилар.

**Биринчидан**- корхоналарни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлашни янада жадаллаштириш, замонавий, мослашувчан технологияларни кенг жорий этиш. Бу вазифа авваламбор иқтисодиётнинг асосий тармоқлари, экспортга йўналтирилган ва маҳаллийлаштириладиган ишлаб чиқариш қувватларига тегишлидир. Шунга кўра, Ушбу тармоқлардаги корхоналарни бир қатор асосий йўналишлар бўйича қўллаб-қувватлашни амалга ошириш мақсадга мувофиқдир.

**Иккинчидан**- жорий конъюнктура кескин ёмонлашиб бораётган ҳозирги шароитда экспортга маҳсулот чиқарадиган корхоналарининг ташқи бозорларда рақобатдош бўлишини қўллаб-қувватлаш бўйича конкрет чора-тадбирларни амалга ошириш ва экспортни рағбатлантириш учун қўшимча омиллар яратиш, хусусан:

-айланма маблағларни тўлдириш учун корхоналарга Марказий банк қайта молиялаш ставкасининг 70 фоизидан ортиқ бўлмаган ставкаларда 12 ойгача бўлган муддатга имтиёзли кредитлар бериш;

-тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришга ихтисослашган, хорижий инвестиция иштирокида ташкил этилган корхоналарни бюджетга барча турдаги солиқ ва тўловлардан-қўшимча қиймат солиғи бундан мустасно – озод қилиш муддатини 2012 йилгача узайтириш;

-банклар кредитлари бўйича тўлов муддати ўтган ва жорий қарзлар миқдорини қайта кўриб чиқиш, бюджетга тўланадиган тўловларнинг пенясидан кечиш ва бошқа муҳим имтиёз ва преференциялар бериш;

Учинчидан- қатъий тежамкорлик тизимини жорий этиш, ишлаб чиқариш харажатлари ва маҳсулот таннархини камайтиришни рағбатлантириш хисобидан корхоналарнинг рақобатбардошлигини ошириш.

Умумий ҳолда, мамлакатимиз корхонарида таннархни пасйиришнинг асосий йўналишлари сифатида қуйидагиларга алоҳида эътибор қаратиш мақсадга мувофиқдир.

**Тўртинчидан**-электор энергетика тизимини модернизация қилиш, энергия истеъмолини камайтириш ва энергия тежашнинг самарали тизимини жорий этиш чораларини амалга ошириш.

**Бешинчидан**- жаҳон бозорида талаб пасайиб бораётган бир шароитда, ички бозорда талабни рағбатлантириш орқали маҳаллий ишлаб чиқарувчиларни қўллаб –қувватлаш иқтисодий ўсишнинг юқори суратларини сақлаб қолишда ғоят муҳим аҳамиятга эга.[3].

Сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнига эътибор берган ҳолда, унинг унумдорлиги, сифатини ошириш ва бу соҳани иқтисодий ўсини таъминлашда асосий ва ёрдамчи машина ва аппаратларни модернизация қилиш, янгилаш чора-тадбирларини ишлаб чиқаришга қаратишданлиги, мавжуд имкониятлардан фойдаланган ҳолда асосий абсорбция жараёнини интенсивлигини ошириш масалаларига тўхталиб ўтилган.

Хозирда сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида, бир қатор муаммоларга эга бўлиб, буларни қайта кўриб, ўрганиб чиқишлар орқали бир қатор чора-тадбирлар ишлаб чиқилмоқда.

### **1.1.2. Муаммолар ва кўрилаётган чора-тадбирлар**

1. Сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатининг техник ҳолати, яъни ОАО «Аммофос-Максам» 1981 йилдан бери қониқарсиз аҳволдан эканлигидир. Бу маҳсулот сифатига, миқдорига ва қўйилган талабларга жавоб бера олмаслигини англатади. Шу билан бир қаторда бошқа соҳаларга ҳам салбий таъсир кўрсатади. Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигининг минерал ўғитларга бўлган талабни ортишига ва қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг сифати ва миқдорини кескин тушиб кетишига ҳам олиб келиши мумкин. Бу муаммолар ўз вақтида ечилмаса бошқа соҳалар ривожига ҳам тасир қилди. Хозирда ОАО «Аммофос-Максам» реконструкция қилиш рўйхатида туради.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 18.07.2007 йилда ОАО «Аммофос-Максам»ни реконструкция қилиш бўйича 677-сонли фармони

чиқди . Бу билан ОАО «Аммофос-Максам» реконструкция қилиш чоралари, ишлаб чиқариш чоралари ишлаб чиқиладиганидан далолат беради.

2. Ўзбекистон Республикасида сульфат кислота саноати учун керак бўлган асосий хом-ашё олтингугурт маҳсулотининг камлиги бўлиб, Республика саноат учун асосий муаммолардан бири ҳисобланади. «Узкимёсаноат» Давлат Акционерлик Компанияси томонидан 2010 йилда 130 минг тонна хом-ашёга бўлган талаб режалаштирилган бўлиб, ҳақиқатда эса «Муборак ГПЗ»га 110 минг тонна ҳажмда хом-ашё маҳсулоти ишлаб чиқариш юкланган. «Муборак ГПЗ» асосан хом-ашёни юқори миқдордаги олтингугуртга эга бўлган табиий газни қайта ишлаш орқали олишга асосланган. Бу эса ишлаб чиқариш миқдорини сезиларли миқдоргача ошира олмаслиги, ускуналарининг эскилиги ва бардошлилиги камлиги туфайли бу қўйилган талабни бажара олмайди. Бу муаммони олдини олиш учун ишлар олиб борилмоқда.

3. Республикада истесно тарзида, ишлаб чиқаришда Ванадий катализаторларини импорт қилиш, ишлаб чиқариш (НКМК, ОКМК заводларида) асосий саволлардан биридир. Бу масала ҳам ванадий катализаторнинг ўрни ишлаб чиқаришда катта аҳамиятга эга эканлигини билдиради. Сульфат кислота ишлаб чиқаришда бу катализаторларни ишлатиш орқали юқори сифатли маҳсулот олибгина қолмай, ишлаб чиқариш самарадорлигини сезиларли тарзда оширилади. Бу маҳсулот таннархини сифатига қараб, ошишига туртки бўлади.

4. Олтингугурт сифати ҳам ишлаб чиқаришда асосий муаммолардан бири ҳисобланади. Бу ишлаб чиқариш жараёнида аппаратларнинг узок муддат хизмат қилишига ҳам боғлиқ. Саноатда ишлаб чиқариш шартларига асосан ишлатиладиган хом-ашё таркиби хар-хил ифлосликлардан холи бўлиши керак. Бу катализатор активлигини пасайишига олиб келади. Асосий аппаратнинг яхши ишлаши орқали маҳсулот миқдори ва сифатини пасайишига йўл қўйилмайди. Буларни этиборга олган ҳолда хом-ашёни қайта ишлаш жараёнигача бўлган жараёни қаттиқ назоратга олиш чоралари

қўлланилмоқда. Олтингугурт хом-ашёсини сифатини ушлаш мақсадида полиэтилен маҳсулотларидан фойдаланиш чоралари кўриб чиқилмоқда.

5. Сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида хам-ашё бўлган олтингугуртни узлуксиз таминлана олинмаётгани, йилига бир марта эмас, балки бир неча марта тўхташи ҳам маҳсулот кўламини бузилишига олиб келмоқда. Бунга асосий сабаб аппаратланинг ишга яроқлилиги пастлигидан ва технологик режимни бошқариш, ушлаб туриш қийинлигидан далолат беради. Хам-ашёни узлуксизлигини таминлаш чораларини ишлаб чиқиш ва булар асосида иш олиб бориш, захиралардан тўғри оқилона мақсадларда фойдаланиб, уни исроф қилмаслик чораларини ишлаб чиқишимиз керак. Асосий ва ёрдамчи аппаратларнинг максимал қувватда ишлашига эришишимиз керак. [4]

Бундай муаммоларни қанчалик тез бартарф қилишга эришсак, ишлаб чиқариш саноати ривожланишини ҳал қилиш чораларини бир оз бўлсада ечган бўламиз.

### **1.1.3. Сульфат кислотанинг қўлланилиш соҳалари**

Сульфат кислота қўлланилади:

- минерал ўғитлар ишлаб чиқариш саноатида;
- қўрғошин аккумуляторларда ўтказгич сифатида;
- турли хил минерал кислота ва тузлар олиш учун;
- кимёвий толалар, кристаллар, тутинсимон ва портловчи моддалар ишлаб чиқаришда;
- саноатнинг нефт, металлларга ишлов бериш, текстиль, кўн заводлари ва бошқа соҳаларда;
- озиқ-овқат саноатида- **E513(эмульгатор)**ни озиқ қўшимчаси сифатида регистрация қилишда;
- реакциядаги органик синтез саноатида:
  - дегидратации (диэтил эфир олиш);
  - гидратации ([этилендан этанол](#) );
  - [синтетик](#) ювувчи воситалар ва кристалл саноати учун маҳсулотлар;

- изооктан, полиэтиленгликол, [капролактама](#) олиш ва бошқалар.

Сульфат кислотанинг энг катта истеъмолчиси – минерал ўғитлар ишлаб чиқариш саноати хисобланиб, 1 тонна фосфор ўғити учун 2,2-3,4 тонна сульфат кислота сарифланади. Шунинг учун минерал ўғитлар ишлаб чиқариш саноати комплекс доирасида сульфат кислота ишлаб чиқариш заводларини қуришга интилоқ керак. [5]

#### **1.1.4. Захарлилик таъсири**

Сульфат кислота ва олеум — жуда хам захарли модда. Улар тери, шиллиқ парда, нафас олиш йўллари шикаслантиради. Бу модданинг буғлари нафас олишни қийинлаштиради ва тез-тез йўталишга сабаб бўлади. Хавфлилик даражаси -2. [6]

#### **1.1.5. Тарихий маълумот**

Сульфат кислота қадим замонлардан маълум. Биринчи бўлиб араб кимёғари Жабир Ибн Хайян қўлёмаларида сульфат кислота, уни темир колчедонидан олиш хақида бошланғич тушунчалар келтирган.

Кейинроқ IX-асрда кимёғар, [Ар-Рази](#) томонидан темир ва мис купорослари ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) аралашмаларидан сульфат кислота эритмасини олишни келтириб ўтган. XIII-асрда яшаган европалик кимёғар [Альберт Магнус](#) бу йўлни ривожлантирган.

XV-асрда кимёғарлар сульфат кислотани ёнган олтингугурт аралашмаси, селитра ёки притдан-сульфат колчедондан, жуда арзан ва кенг тарқалган хом-ашё олтингугуртдан олиш мумкинлигини аниқлаганлар. Шундай йўл билан сульфат кислота бундан 300 йил аввал унча катта бўлмаган миқдорда ойнали реакторларда олинган. Фақат сульфат кислотада эримайдиган руҳни лаборатория шиша идишларини қайта янгилаш орқали, рух камерасини катта саноатда қўллашга олиб келди. [7]

## **1.2. Сульфат кислота ишлаб чиқаришдаги мавжуд технологиялар ва уларни тадқиқи**

### **1.2.1. СУЛЬФАТ КИСЛОТА ОЛИШНИНГ BAYER ЯНГИ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

---

**«Байер» Bayer Technology Services GmbH хизмат курсатиш концернаси сульфа кислота ишлаб чиқариш корхоналарниг эксплуатацияси BAYQIK® технологияси бўйича кўрғошин ишлаб чиқаришнинг европа қурилиш бўйича илғор компанияси Berzelius Stolberg GmbH билан амалга оширилади.**

---

Корхона қурилишнинг бошланишидан то ишга тушиш бутун бир цикли 17 ойни ўз ичига олади.

BAYQIK ® технологияси (квази-изотермический катализ) Bayer Technology Services GmbH компанияси 50% ҳажми бўйича қиришда сульфат кислотанинг концентрациясини етарли даражада оширишни ишлаб чиқган. Техногик жараёни бошқаришни процедураларини оптималлаштириш мажмуига инновацион методнинг конверсия натижасини ошириш боғлиқлиқлиги, яъни сульфит ангидридни эммисиясини мумкин даражада пасайтиришдир. Шундан келиб чиқиб, корханаларида қўлланилган технология унумдорликни паст даражасидан 30% гача кўтарди. BAYQIK ® янги лойхаланган корхонаси қунига 450 тоннагача сульфат кислота ишлаб чиқаришга мўлжалланган. [8]

### **1.2.2. Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг контакт усули**

Ҳозиирги вақтда жаҳонда сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг катта қисми контакт усули ёрдамида ишлаб чиқарилади. Контакт усули билан ишлаб чиқари самараси юқори техник даражаси шартли талабга ососан тоза ва концентрланган кислота, жараёнинг автоматик имкониятига, ундан ташқари газлар таркибида рухсат этилган миқдоргача олтингургурт оксидларини таркибини қамлиги орқали аниқланади. [9]

Сульфат кислота олиш контакт жараёни икки усул ёрдамида амалга оширилади:

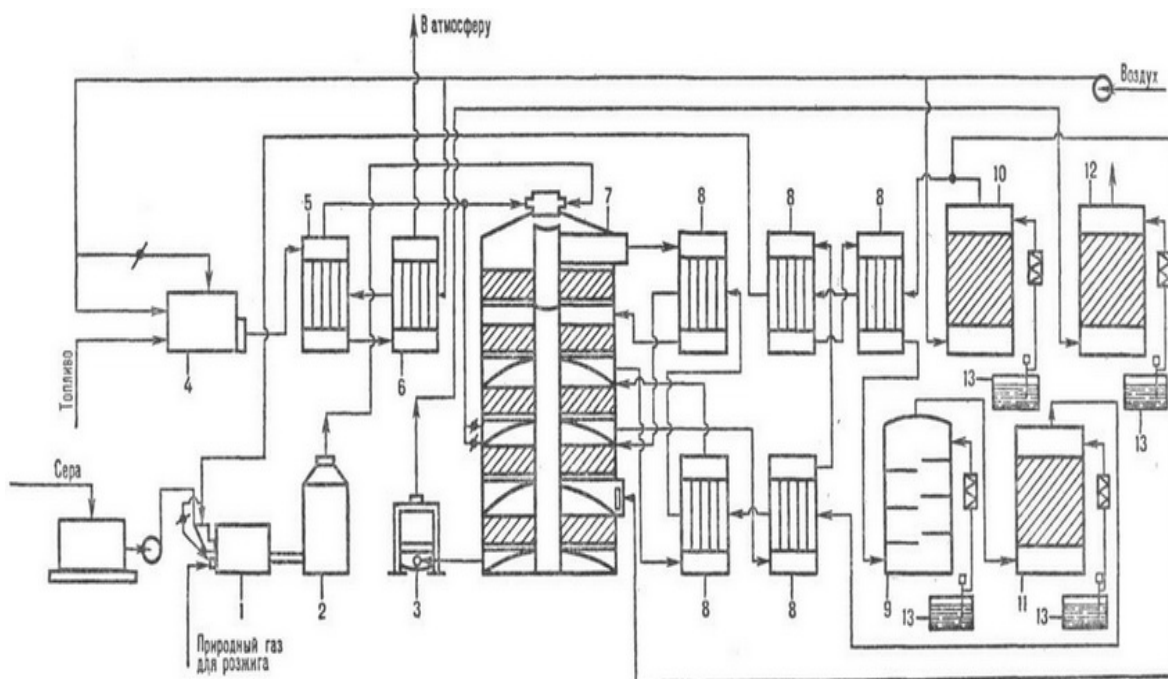
1. бир марталик контакт усули  $SO_2$  ни  $SO_3$  га 97,5 – 98% гача оксидланиш даражасига тенг. Қўшимча газлар билан контактланган сульфат кислота системасининг қуввати 550 минг тонна/йилига, хар кунлик сульфит ангидрид чиқариб ташлаш 22 тоннага яқин.

2. икки марталик контакт ва абсорбция усулида  $SO_2$  ни  $SO_3$  га 99,7 – 99,8% гача оксидланиш даражасига тенг.

Катта қувватдаги концентрация натижасида долзарб муаммолар юзага келиши мумкин. Атмосфера хавосини ифлословчи чиқарилган газлардан шундай кимёвий газ тозалаш усуллари кўллаш маҳсулот таннархини ошишига боғлиқ бўлади. [10]

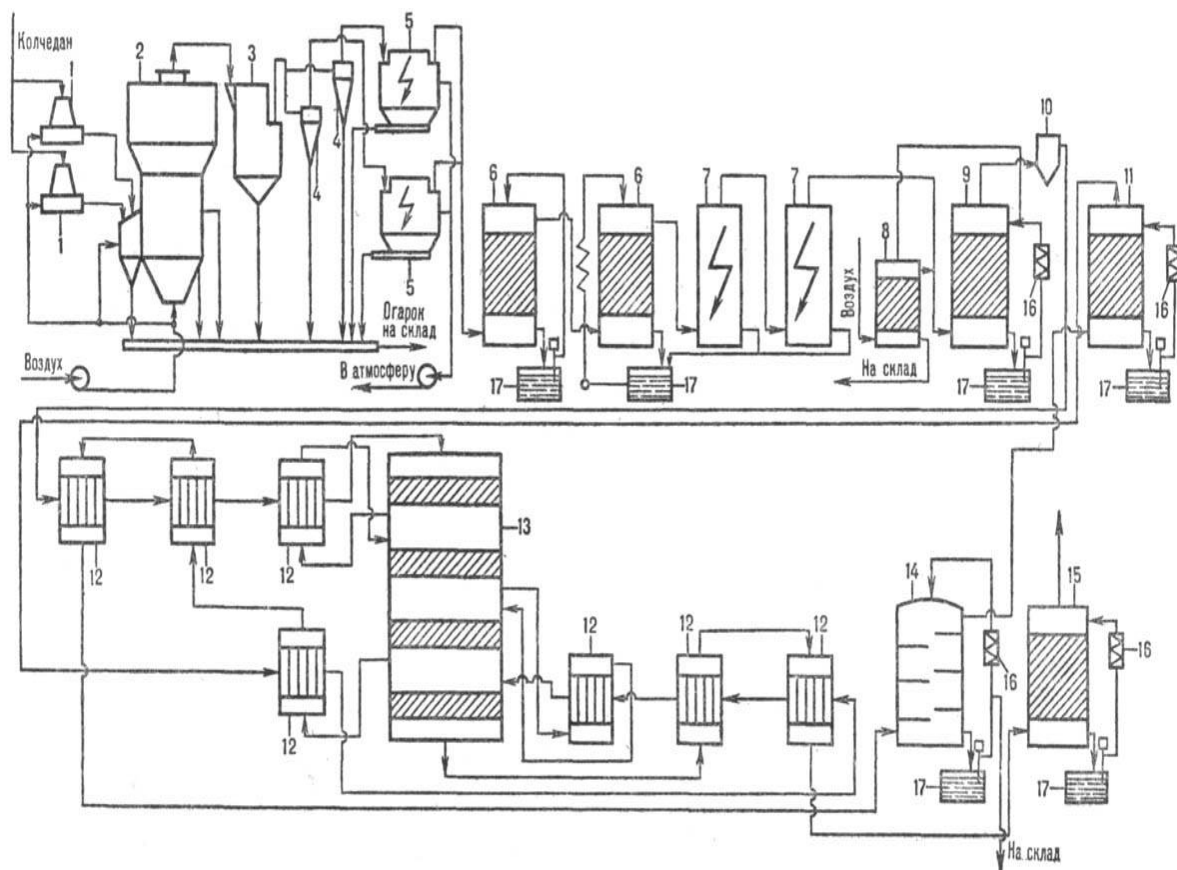
Олтингугурдан сульфат кислота ишлаб чиқариш методи бўйича, иккита контакт ва иккита абсорбция жараёни куйидги босқичдан иборат. Чанглардан тозаланган ҳаво газадувкадан қуритиш минорасига берилиб, у ерда 93-98% ли сульфат кислота билан ҳажм бўйича 0,01% намликгача қуритилади. Қуритилган ҳаво дастлаб олтингугур печига, кейин контакт узелнинг битта иссиқлик алмашилиш апаратыга қиздириш учун берилади. Печда олтингугурт ёнади, фарсункадан  $S + O_2 : SO_2 + + 297,028$  кДж берилади. Газ таркиби ҳажм бўйича 10-14% ли  $SO_2$  катёлда совутилади ва ҳаво билан ҳажм бўйича бирлашиб  $SO_2$  9-10% таркибга етгандан кейин, 420°C хароратда биринчи конверция босқичи контакт аппаратга берилади. Катализаторнинг 3 қатламида оқади ( $SO_2 + V_2O_2 : : SO_3 + 96,296$  кДж), ва бундан кейин газ иссиқлик алмашилиш аппаратларида совутилади. Ундан кейин 8,5-9,5% таркибли  $SO_3$  газ 200°C хароратда абсорбциянинг биринчи босқичи абсорберга берилиб, 98% сульфат кислота ва олеум билан суғорилади:  $SO_3 + H_2O : H_2SO_4 + + 130,56$  кДж. Газ сульфат кислота томчиларидан тозалаш учун киради ва 420 °C температурагача қиздирилади. Иккинчи босқичли конверцияда икки қатламли катализатордан оқиб ўтиш учун берилади. Иккинчи босқич абсорбциядан олдин газ экономайзерда

совутилади ва абсорбернинг иккинчи босқичига берилади. 98% сульфат кислота билан суғорилиб ва ундан кейин томчилардан тозаланиб атмосферага ташланади. [11]



1.2.1.-расм. Олтингургуртдан сульфат кислота ишлаб чиқариш технологик схемаси: 1-олтингургурт печи; 2-котел-утилизатор; 3 - экономайзер; 4-қўшувчи ёндириш ўтхонаси; 5, 6- қўшувчи ёндириш ўтхонасининг иссиқлик алмашилиш аппаратлари; 7-контакт аппарат; 8-иссиқлик алмашилиш аппарати; 9-олеум абсорбери; 10-қуритиш минораси; 11 ва 12-биринчи ва иккинчи моногидрат абсорбер; 13-кислота йиғгич.

Сульфид металллардан сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёни мураккаб ва қуйидаги босқичлардан иборат .  $FeS_2$  печда қайнаш қатламига ҳаво бериш биан куйдирилади:  $4FeS_2 + 11O_2 : 2Fe_2O_3 + 8SO_2 + 13476 \text{ кДж}$ . Ёнган газ  $SO_2$  13-14% таркиб билан  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  ҳаротатга эга бўлиб, котёлга берилади. Бу ерда  $450^\circ\text{C}$  гача совутилади. Чанглардан тозалаш жараёни циклонлар ва электрофилтларда амлга оширилади. Ундан кейин газ иккита 40% ва ва 10% сульфат кислота билан суғарилувч ювувчи минорага киради. Бу орқали газ чанг, фтор ва мишъяқдан тозаланади. Сульфат кислота аэрозолидан газни тозалаш учун кўрсатилган ювувчи минора, икки босқичли



1.2.2.-расм.Темир колчедондан сульфат кислота ишлаб чиқариш технологик схемаси: 1-тарелкали истемолчи; 2-печь; 3-котел-утилизатор; 4-циклонлар; 5-электрофильтрлар; 6-ювиш минораси; 7-мокрые электрофильтрлар; 8-отдувочная минора; 9-куритиш минораси; 10-томчи ушлагич; 11-биринчи моногидратли абсорбер; 12-теплообмен-вики; 13 - контакт аппарати; 14-олеум абсорбери; 15-иккинчи моногидратли абсорбер; 16-совутгич; 17-ийггич.

мокрый электрофильтр ташкил қилинган. Куритиш минорасида куритилгандан кейин олдинроқ газ 9%  $SO_2$  суюқ таркибгача суюлтирилади. Уни газадувка орқали конверциянинг биринчи босқичига берилади (катализаторнинг 3-қатламига). Иссиқлик алмашилиш аппаратида газ  $420\text{ }^\circ\text{C}$  гача газнинг иссиқлиги ёрдамида қиздирилади, конверциянинг биринчи босқичига киритилган  $SO_2$ , 92-95%  $SO_3$  га оксидланади. Абсорбциянинг биринчи босқичи олеум ва моногидрат абсорберларга боради, у ерда  $SO_3$  дан ажратилади. 0,5% таркибли  $SO_2$  газ конверсиянинг иккинчи босқичига битта ёки иккита қатламли катализаторда оқиши учун берилади. Тахминан катализаторнинг иккинчи босқичига борувчи газ  $420\text{ }^\circ\text{C}$  гача иссиқлик

алмашиниш аппаратида қиздирилади газ иссиқлиги ёрдамида. SO<sub>3</sub> ажратилгандан кейин абсорбциянинг иккинчи босқичида газ атмосферага ташланади.

Кантакт йўли орқали SO<sub>2</sub> ни SO<sub>3</sub> га ўтиш даражаси 99,7%, абсорбция даражаси SO<sub>3</sub> 99,97% га тенг. Сульфат кислота ишлаб чиқаришда катализнинг битта босқичи амалга оширилади, бу босқичда SO<sub>2</sub> ни SO<sub>3</sub>га ўтиши 98,5% дан ошмайди. Газ атмосферага ташлашдан олдин SO<sub>2</sub> дан тозаланади. Замонавий қурилмаларнинг унимдорлиги 1500-3100 т/сут. [12]

### **1.2.3. Нитроз усул билан сульфат кислота ишлаб чиқариш**

Бу йўл билан 75-77% ли сульфат кислота олиниб, таркибида бошқа элементлар ҳам мавжуд. Бундан кислотанинг асососий қисми минерал ўғитлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. У бошқа кўплаб махсулотлар ишлаб чиқариш учун яроқсиз ҳисобланади. [13]

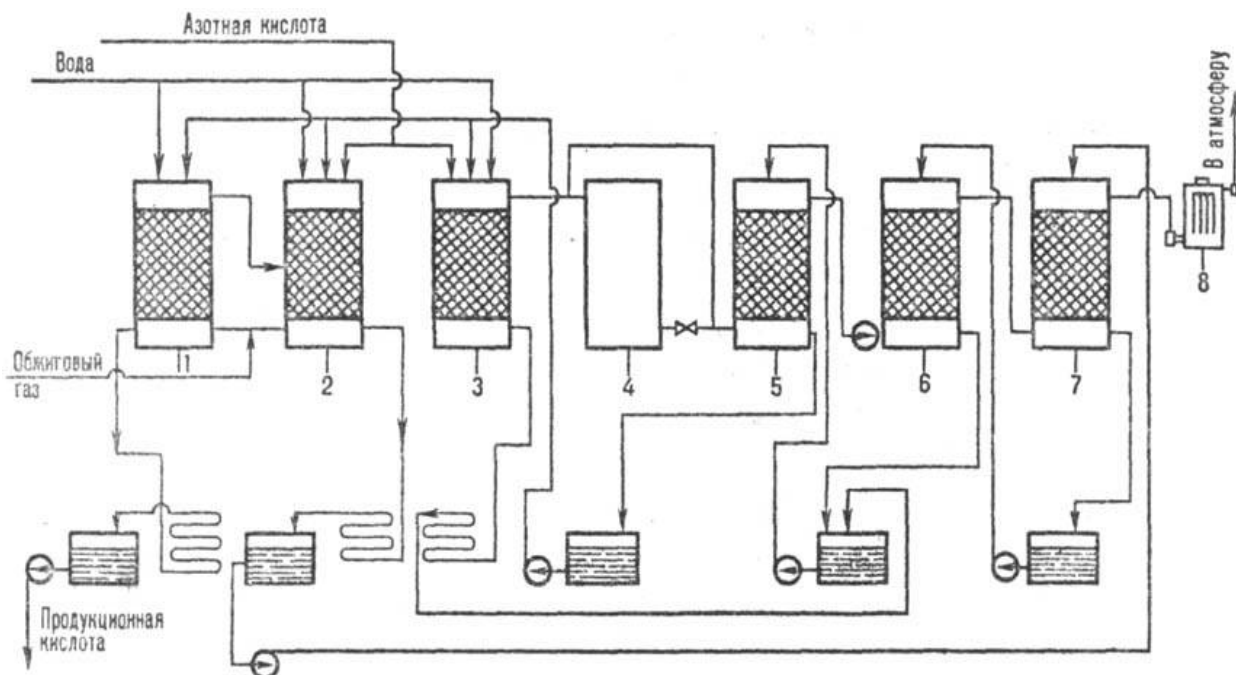
Нитроз йўли билан асосан суюқ фазада азот оксиди ёрдамида кислород бериш орқали SO<sub>2</sub> дан SO<sub>3</sub> га оксидланади.

Нитроз йўли билан сульфат кислота ишлаб чиқариш жарёни қуйидаги босқичлардан иборат:

1. Сульфат ангидрид олиш;
2. Сульфит ангидридни нитратга ютилиши;
3. Сульфит ангидридни нитрат билан оксидлаш;
4. Азот оксидидан нитратни ажратиш олиш;
5. Нитратдан ажралган азот оксиди газ фазадаги кислород билан оксидлаш;
6. Азот оксидини сульфат кислотага ютилиши. [14]

Нитроз методининг(1.2.3.-расм) махияти шундан иборатки, ёндирилган газ совутилиб чанглардан тозалангандан кейин азот оксиди эритмасига сульфат кислота билан ишлов берилади. SO<sub>2</sub> нитрозга ютилади ва ундан кейин оксидланади:  $SO_2 + N_2O_3 + H_2O = H_2SO_4 + 2NO$ . Азот оксиди нитроз ва ундан ажратишда ёмон эривчи ҳисбланиб, ундан кейин кислород билан газовой фазада NO<sub>2</sub> гача қисман оксидланади. NO ва NO<sub>2</sub> аралашмалари

сульфат кислотада янгидан оксидланади ва ҳаказо. Азот оксидлари нитроз жараёнида ва ишлаб чиқариш циклида, моҳияти бўйича қайтади. Азот оксидининг битта таъсири сульфат кислотага охиригача ютилмаганлиги, уни керксиз газлар билан қисман ёқатилади. Бу оксидлашнинг қайтмас йўқотилишини ташкил қилади. Нитроз методининг қадр қиммати (контактга нисбатан 10-15% га кичик), имконияти 100% SO<sub>2</sub> ни қайта ишлайди.

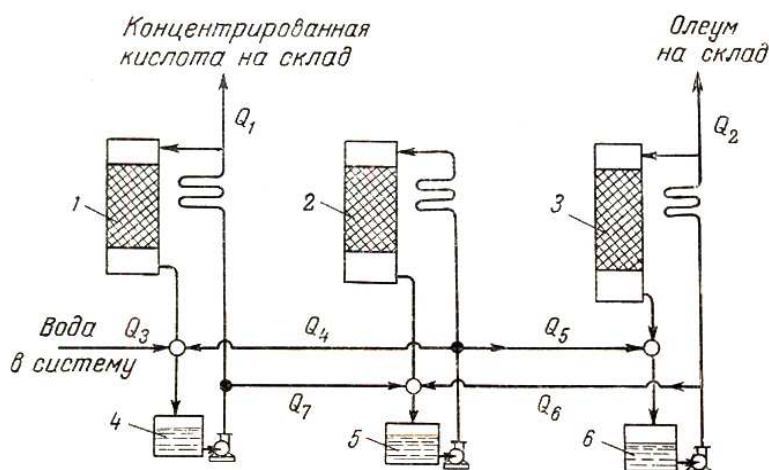


1.2.3.-расм.Нитроз метод билан сульфат кислота ишлаб чиқариш технологик схемаси: 1 - денитрац. минораси; 2, 3-биринчи ва иккинчи маҳсулот минораси; 4-оксидловчи минора; 5, 6, 7-абсорбер минораси; 8 - электрофилтрлар.

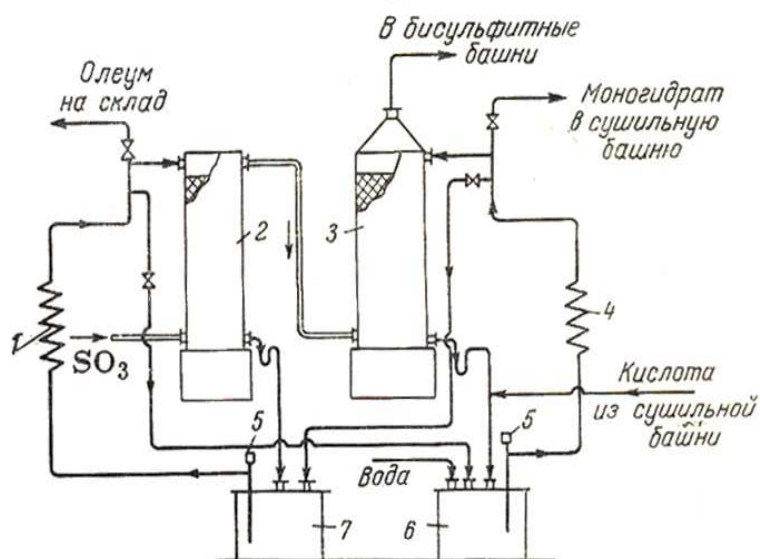
Минорали нитроз жараёнининг аппаратларини расмийлаштириш қийин эмас: SO<sub>2</sub> керамик насадкали 7-8 футеровкали минораларда қайта ишланади, минораларнинг биттаси оксидлаш хажмини бошқарувчи ҳисобланади. Миноралар кислота йиғгич, совутгич, насослар ва минора устидан напор бакларига кислота узатувчиларга эга. Иккитадан олдинги охириги минорага бакавой вентилятор ўрнатилади. Газни сульфат кислотанинг аэрозолларидан тозалаш учун электрофилтрлар хизмат қилади. Жараён учун зарур азот оксиди HNO<sub>3</sub> дан олинади. Азот окидини атмосферага ташлашни

қисқартириш ва 100% SO<sub>2</sub> ни маҳсулот ва абсорбция зоналари орасида SO<sub>2</sub> ни нитрозсиз циклида қайта ишлаш, сув-кислота методи комбинациясида азот оксидини яхши ушлаши учун ўрнатилган . Нитроз методнинг камчилиги маҳсулот сифатини пастлиги: 75% сульфат кислота концентрациса, бир оз азот оксиди, темир ва бошқа қўшимчалардир. [15]

#### 1.2.4. Абсарбция бўлимини схемаси



1.2.4.-расм. Қуритиш ва абсорбер бўлими орасидаги кислота алмашиниш схемаси: 1-қуритиш минораси; 2-моногидратний абсорбер; 3- олеум абсорбери; 4-6 кислота йиғгичнинг моногидрат совутгич; 5-пағружний насос; 6- кислота йиғгич.

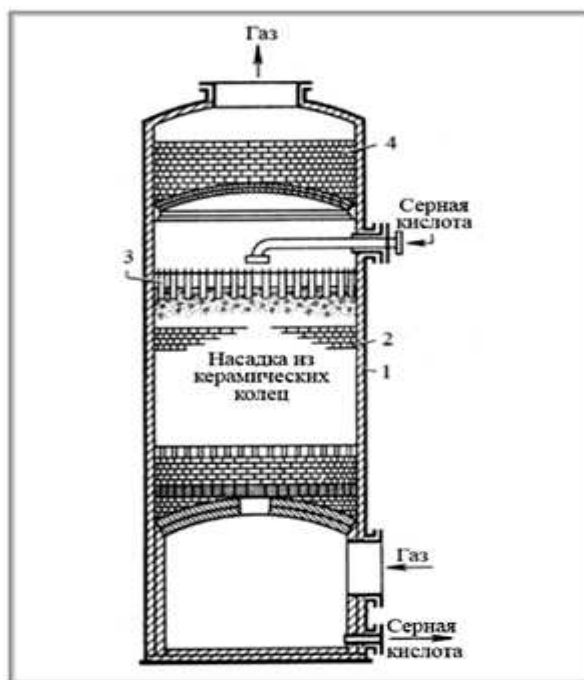


1.2.5.-расм. Абсарбция бўлимини схемаси: 1-олеум совутгичи; 2- олеум абсорбери; 3-моногидратний абсорбер; 4- моногидратний совутгич; 5-пағружний насос; 6- моногидрат йиғгич; 7- олеум йиғгич.[16]

### 1.3. Сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнидаги асосий ва ёрдамчи қурилмалар

#### 1.3.1. Керамик насадкали абсорбер минораси

Газ ва суюқлик ўртасидаги реакция тезлигини ошириш учун қарама-қарши оқим принципи қўлланилади. Бу вақтда суюқлик (бу жараёнда эритма сульфат кислота) масалан насадка билан тўлдирилган цилиндрик миноранинг юқорисидан берилади (6-расм). Оғирлик кучи таъсирида суюқлик пастга оқади ва насадка колзолари устида юпка плёнка хосил қилади. Унча катта бўлмаган узук размерлари умумий юзани тенглашиш вақтида шундай узлуксиз янгиланувчи плёнка хосил бўлиши жуда яхши. Суюқлик билан пастда минорага кирган газ аралашмаси учрашади ва улардан керакли компонентлар суюқликда қолади.



1.3.1.-расм. Керамик насадкали абсорбер минораси: 1 – кислота бардош ғишт; 2 – пўлат қобик; 3 – тақсимловчи тарнов; 4 – томчи тутгич.

Шунинг учун олеумни олиш учун иккита минора кетма-кет ўрнатилган. Биринчи минора олеум билан суғоради, лекин унинг концентроцияси махсулотга нисбатант 1% га кичкина. Иккинчи минорада зазур бўлган 98,3% ли сульфат кислота махсулоти олинади. [17]

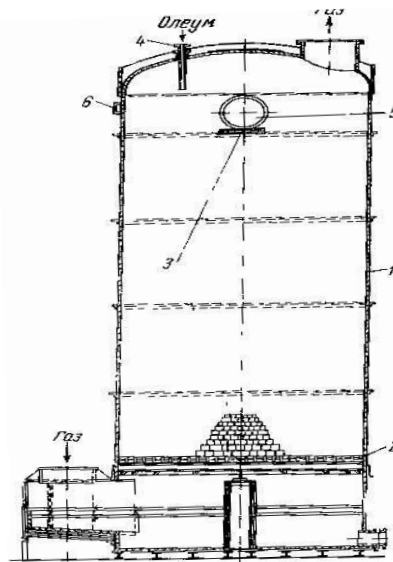
### 1.3.2. Олеум (биринчи) абсорбери

Газ контакт аппаратдан ўз навбатида насадкали пўлат вертикал цилиндр (1) олеум абсорберига киради (7-расм). Вертикал цилиндр (1) насадка (3) (пўлат ёки керамик халқалар) ни ушлаш учун паст қисми халқасимон панжарага (2) эга.

Эски корхоналарда абсорбер девори кислотага бордошли ғишдан. Унинг халқали решёткаси андезитли ёки кислотага бордошли плитадан ишланган. Янги контактли корхоналарда олеум абсорбери пўлат девордан, унинг халқали решёткаси пўлат блоклардан ишланган.

Абсорберда кислотани насадка бўйича тақсимлаш учун бир нечта хар хил ёрдамчи пўлат плитали қурилмалар қулланилган. Янги контактли корхоналарда пўлатли кислота тақсимлагичлар аналогик конструкцияси бўйича қуриқ кислотани тақсимлаш учун қурилмалар ўрнатилган.

Хамма махсулотни олеум кўринишида чиқариш учун сульфат ангидиритни фақат 1/3 қисми олеум абсорберида ютилиши керак.



1.3.2.-расм. Олеумли абсорбер: 1 - пўлат цилиндр; 2 - халқа решетка; 3- насадка; 4 -Олеумни ёювчи; 5 -насадкани жойлаш ва бўшатиш учун люк; 6 -кўриш ойнаси.

Олеум абсорбери ўлчами сульфат кислота системасининг унумдорлиги унга берилаётган олеум миқдорига боғлиқ. Одатда 1 т/ соат махсулотга абсорбердаги насадка юзаси 600 дан 1000 м<sup>3</sup> гача талаб қилинади. [18]

### **1.3.3. Моногидратний абсорбер**

Моногидратний абсорбер худди қуритиш минораси каби ўрнатилган ва 98,3% ли сульфат кислота билан ювилади. Абсорберга кислота кириб сульфат ангидритни ютади ва унинг коцентрацяси 98,7—99%  $H_2SO_4$  гача ошади. Йиғгичда моногидрат кислота бошланғич коцентрациягача сув ёки куруқ кислотага ажралиб, совутгич оркали янгидан моногидрат абсорберига суғориш учун берилади.

Моногидрат абсорбериниг ўлчами суғоришга берилаётган моногидрат миқдорига боғлиқ. Олеум абсорбери учун насодка юзаси 1200 м<sup>2</sup>/т соат гача, суғориш зичлиги 20 м<sup>г</sup>/м<sup>г</sup>-соат гача бўлиши мумкин.

### **1.3.4. Моногидрат ва олеум йиғгич**

Абсорберга боғлиқ холда моногидрат ва олеум йиғгич ўрнатилади. У ўз навботида хар хил ҳажмли вертикал ёки горизонтал цилиндрли йиғгич. (10 м<sup>3</sup> гачаси кичик қувватдаги, 50 м<sup>3</sup> гачаси катта қувватдаги корхоналарда ишлатилади)

Олеум ва моногидрат йиғгичлар пўлат ва кислота бардош плиталардан тайёрланади. Йиғгичда моногидрат олеум ва моногидрат, куруқ кислота ва ёки сув ажратиш учун ишлатилади. [19]

### **1.3.5. Кислота совутгичлар**

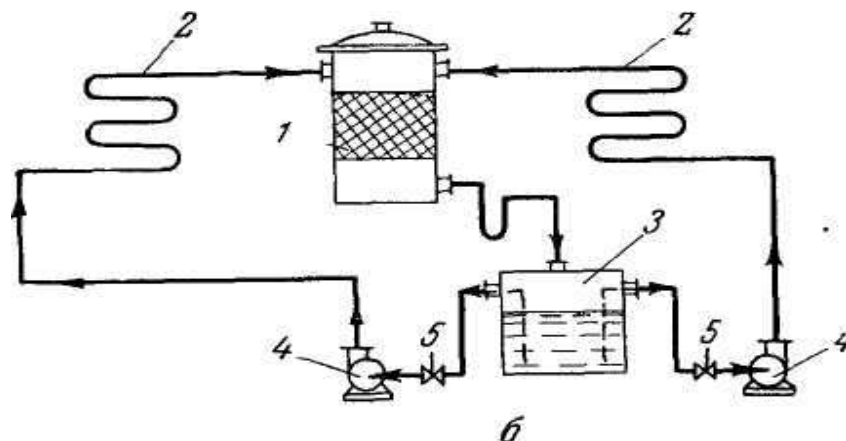
Абсорберда сульфат ангидрид ютилиши нтижасида катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади ва суғарувчи кислотасини қизиши юз беради. Уни совутиш зарур. Бунинг учун оросительный ёки кожухтрубали совутгичлар қўлланилади. Хозирда спиральный совутгични таъмирлаш қийинлиги учун контактли сульфат кислота ишлаб чиқаришда қўлланилмади.[20]

Олеум ва моногидрат абсорберлардаги оросительный совутгичлар тузилиши бир хил бўлиб, лекин улар бир-биридан секция миқдори ва материаллари фарқи бўйича тайёрланади. Олеумный совутгич - пўлатдан, моногидратный совутгич - чўян ёки кислота бардош пўлатдан тайёрланади.

8-Расмда тўрт секцияли (1) ва пўлат каркасга махкамланган моногидратний совутгич тасвирланган. Хар бир секцияда иккита параллел трубага эга.

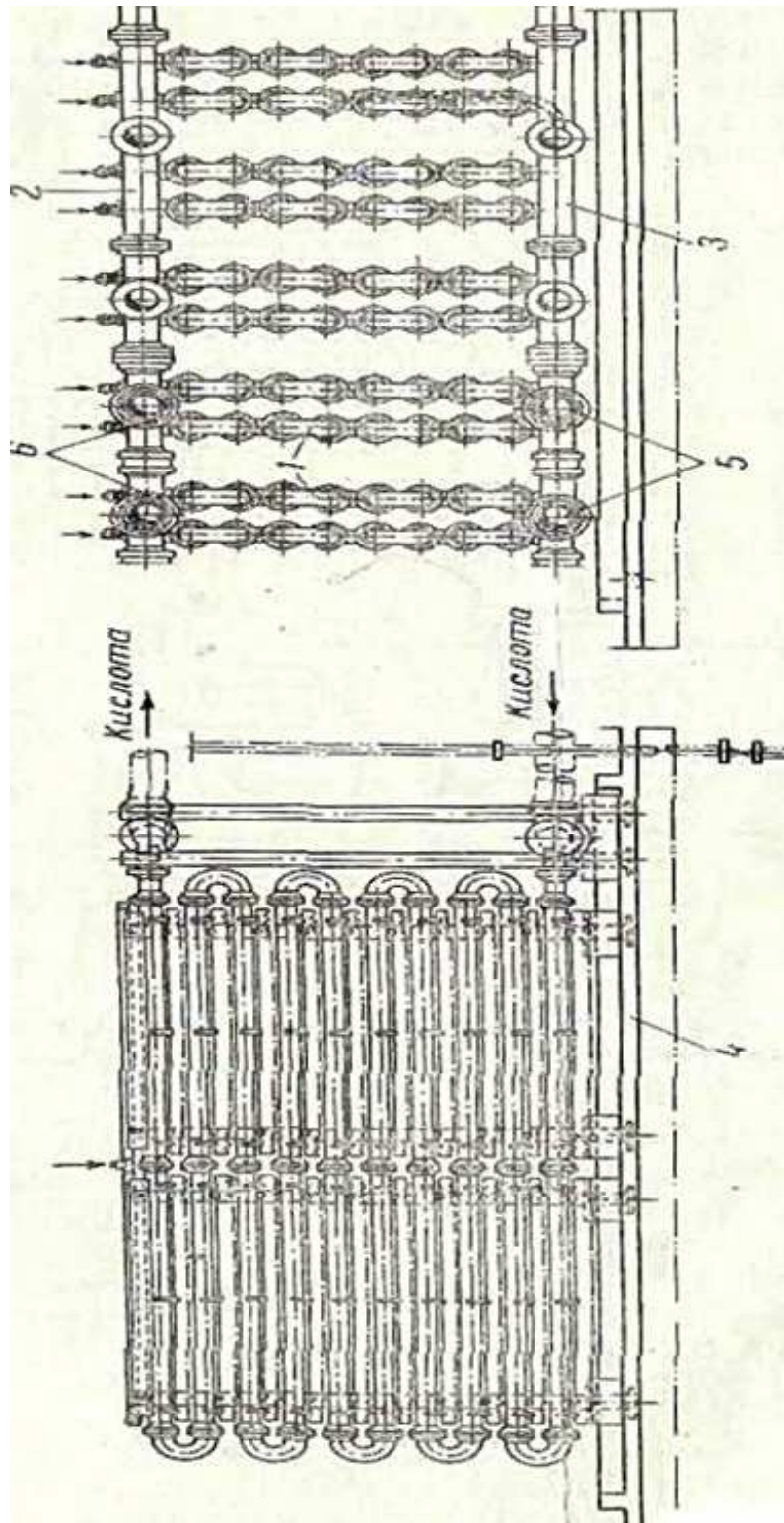
Трубанинг юқори тугаши коллектор (2), паст қисми коллектор (3) билан бириктирилган. Хар бир қатордаги труба устида желоб бўлиб, совутувчи сувни музламаслик учун бетон ёки ёғоч плитага (4) оқизиш ўрнатилган.

Иссиқ кислота пастги коллектор (3)га берилиб, штуцер (5) орқали параллел оқимлар бўйича тақсимланиб ва қайта юқори коллектор (2) га йиғилади, ундан штуцер (6) орқали чиқиб кетади.



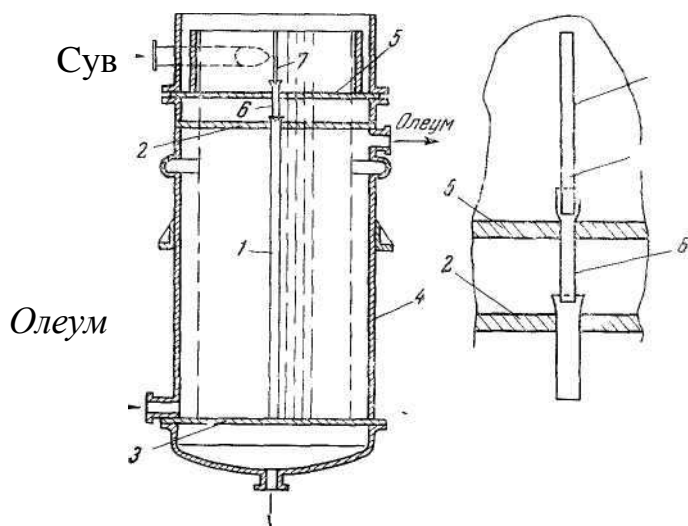
1.3.3.-расм. Оросительный совутгични ишлаш схемаси: «давления остида»; 1- суғорувчи минора; 2-совутгич; 3-йиғгич; 4- насослар; 5- вентиллар.

1.3.3.-расмда тасвирланган «давления остида» ишловчи совутгичнинг катта камчилиги улардан кислотани ёқотиш қийин. Оросительный совутгич «давления остида» ишлаш вақтида уларнинг хар бирига олохида насос хизмат қилади. Нимагаки таъмирлаш ва хизмат курсатишни осонлаштиради.



1.3.4.-расм. Моногидратли орасительный совутгич: 1-совутиш секцияси; 2,3- юқори ва пастги коллекторлар; 4-противень; 5-кислота кириши учун штуцерлар; 6- кислота чиқиши учун штуцерлар.

10-Расмда олеумнинг кожухтрубали совутгичи тасвирланган бўлиб, у пўлат труба (1), валдаги трубали панжара (2) ва (3), пўлат кожух (4) киради. Олеум трубалар аро бўшлиқда харакатланса, сув труба ичида харакатланади.

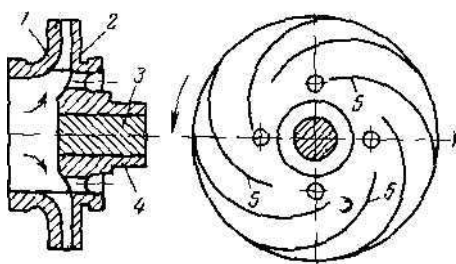


1.3.5.-расм. Олеумнинг трубали совутгичи: 1- пўлат труба; 2,3-панжара; 4-пўлат қобик; решетка; 6- қисқа пўлат трубалар; 7-пластмассали трубалар.

### 1.3.6. Насослар

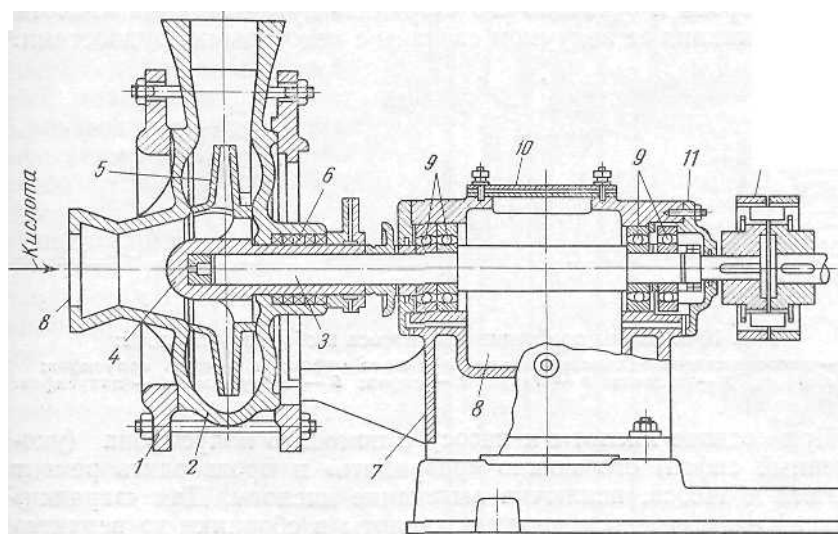
Сульфат кислота системасида минора ва абсорбери суғориш учун катта миқдордаги кислотани хайдаш керак. Кислота билан суғориш узлукли ва узлуксиз берилиб, хайдалади.

Кислота марказдан қочма насос ва унинг бошқа кўринишдаги насос констукциялари ёрдамида хайдалади. Бу насоснинг принципал курилмаси куйида келтирилган (11-Расм). Ичи ёпилган корпус ишчи ғилдирак (2) лопасти(5) билан айланади. Бу билан босим хосил қилиб чиқиш трубаправодга узатади. Насоснинг босим хосил қилиши ишчи ғилдиракнинг диаметри ва айланишлар сонининг квадратига боғлиқ. [21]



1.3.6-расм.Марказдан қочма насоснинг схемаси: 1-сўрувчи труба; 2-ишчи ғилдирак; 3-вал, 4 -втулка; 5-лопастлар.

1.3.7.-расмда кислотани хайдаш учун мўлжалланган марказдан қочма насос схемаси кўрсатилган.



1.3.7.-расм. Кислота хайдовчи марказдан қочма насос: 1- станина фланеци; 2-корпус; 3- вал; 4- химояловчи втулка; 5- ишчи ғилдирак; 6- сальник; 7- статина; [22]

## **II-БОБ. ТАЖРИБАНИ ОЛИБ БОРИШ УСЛУБЛАРИ ВА ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНИНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНЛАРИ**

### **2.1.1. Иссиқлик алмашиниш усуллари**

Ҳар хил ҳароратга эга бўлган жисмларда иссиқлик энергиясини бирдан иккинчисига ўтиши иссиқлик алмашиниш жараёни деб аталади. «Иссиқ» ва «совуқ» жисмларнинг ҳароратлари ўртасидаги фарқ иссиқлик алмашинишнинг ҳаракатлантирувчи кучи ҳисобланади. Ҳароратлар фарқи бўлганда термодинамиканинг иккинчи қонунига кўра иссиқлик энергияси температураси юқори бўлган жисмдан ҳарорати паст бўлган жисмга ўз-ўзидан ўтади. Жисмлар ўртасидаги иссиқлик алмашиниши эркин электрон, атом ва малекулаларнинг ўзаро энергия алмашиниши ҳисобига содир бўлади. Иссиқлик алмашинишда қатнашадиган жисмлар иссиқлик ташувчилар деб аталади. Иссиқлик ўтказиш-иссиқлик энергиясининг тарқалиш қонуниятларини ўрганувчи фандир. Иссиқлик ўтказиш жараёнлари (иситиш, совутиш, буғларни конденсациялаш, буғлатиш) Киме саноатида кенг тарқалган. Иссиқлик алмашиниш усуллариининг учта тури мавжуд: иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва иссиқликнинг нурланиши.

Бир бирига тегиб турган заррачаларнинг тартибсиз ҳаракати натижасида юз берадиган иссиқлик ўтиши жараёни иссиқлик ўтказувчанлик (ёки кондукция) дейилади. Газ ва томчили суюқликларда малекулаларнинг ҳаракати натижасижа ёки қаттиқ жисмларда кристалл панжарадаги атомларнинг тебраниши таъсирида ёхуд металлларда эркин электронларнинг диффузияси оқибатида иссиқлик ўтказувчанлик жараёни содир бўлади. Қаттиқ жисмларда ва газ ёки суюқликларнинг юпқа қатламларида иссиқлик асосан иссиқлик ўтказувчанлик орқали тарқалади.

Газ ёки суюқликларда микроскапик ҳажмларнинг ҳаракати ва уларнинг аралаштириш натижасида юз берадиган иссиқликнинг тарқалиши конвекция деб аталади. Конвекция эркин ва мажбурий конвекцияга бўлинади. Газ ёки суюқлик айрим қисмлардаги зичликларнинг фарқи натижасида ҳосил

бўладиган иссиқлик алмашиниши табиий ёки эркин конвекция дейилади. Ташқи кучлар таъсири натижасида (суюқликларни насослар ёрдамида узатиш ёки уларни механик аралаштиргичлар билан аралаштириш пайтида) мажбурий конвекция пайдо бўлади.

Иссиқлик энергиясини электромагнит тўлқинлар ёрдамида тарқалиши иссиқликнинг нурланиши деб юритилади. Ҳар қандай жисм ўзидан энергияни нурлатиш қобилиятига эга. Нурланган энергия бошқа жисмга ютилади ва қайтадан иссиқликга айланади. Натижада нур билан иссиқлик алмашиниш жараёни содир бўлиб, у ўз навбатида нур чиқариш ва ютиш жараёнларидан ташкил топади.

Реал шароитларда иссиқлик алмашиниш алоҳида олинган бирор ўсул билан эмас, балки бир неча усуллар ёрдамида юзага келади, яъни мураккаб иссиқлик ўтказиш жараёнлари амалга оширилади.

Иссиқлик ва совуқлик элткичлар кимёвий бардошли бўлиши, қурилмаларини емирмаслиги ва унинг деворларида қаттиқ, ғовак, қуйиқа ҳосил қилмаслиги керак. Шунинг учун, иссиқлик ёки совуқлик элткичларни танлашда жараён температураси, нархи ва уларни қўлланиш соҳалари каби кўрсаткичларга катта аҳамият бериш керак.

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

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблашда қуйидаги параметрлар топилади:

1. Иссиқлик оқими (қурилманинг иссиқлик юкламаси), 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 қурилманинг иссиқлик алмашиниш юзаси аниқланади.

Бунинг учун иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан фойдаланилади.

## 2.2. Асосий қонунлар

### 2.2.1. Температура майдони ва градиенти.

Муҳитларда иссиқлик оқими ва температуранинг тақсимланиши ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш иссиқлик алмашилиш назариясининг асосий вазибаларидан биридир.

Текширилаётган муҳитнинг ҳамма нуқталари учун исталган бирор вақтдаги температура қийматлари мажмуига температура майдони дейилади.

Энг умумий ҳолатда маълум бир нуқтадаги температура  $t$  шу нуқтанинг координаталари  $(x, y, z)$ га боғлиқ бўлади ва вақт  $\tau$  ўтиши билан ўзгаради. Демак, температура майдонини ушбу функция билан ифодалаш мумкин:

$$\tau = f(x, y, z, \tau) \quad (2.2.1.)$$

Иккита бир-бирига яқин жойлашган изотермик юзаларнинг температуралар фарқи  $\Delta t$  бўлса, улар орасидаги энг қисқа масофа  $\Delta n$  бўлади (4.1-расм). Агар, иккала изотермик юзалар бир-бирига яқинлашиб борса  $\frac{\Delta t}{\Delta n}$  нисбат ушбу чегарага интилади:

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad}t \quad (2.2.2.)$$

Изотермик юзага нормал бўйича йўналган температура ҳосиласи температура градиенти деб номланади.

**Температура градиенти вектор катталиқдир.** Температура градиенти нольга тенг бўлмаган ( $\text{grad}t \neq 0$ ) шароитдагина иссиқлик оқими ҳосил бўлиши мумкин. Маълумки, иссиқлик оқими ҳар доим температура градиенти чизиғи бўйлаб ҳаракат қилади. Лекин, унинг ҳаракат йўналиши температура градиентига қарама-қарши бўлади.

### 2.2.2. Фурье қонуни

Қаттиқ жисмларда иссиқлик тарқалиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида Фурье (1768-1830) иссиқлик ўтказувчанликнинг асосий қонунини кашф этди. Ушбу қонунга биноан, иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилган иссиқлик миқдори  $dQ$  температура градиенти  $\partial t/\partial n$ , вақт  $dt$  га ва иссиқлик

оқими йўналишига перпендикуляр бўлган майдон юзаси  $dF$  га пропорционал бўлади, яъни:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (2.2.3.)$$

(2.2.3.) формуладаги пропорционаллик коэффиценти  $\lambda$  иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти деб аталади. Бу коэффицент жисмнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини характерлайди ва қуйидаги ўлчов бирлигига эга:

$$[\lambda] = \left[ \frac{dQ \partial n}{\partial t dF \cdot d\tau} \right] = \left[ \frac{Ж \cdot м}{К \cdot м^2 \cdot с} \right] = \left[ \frac{Вт}{м \cdot К} \right]$$

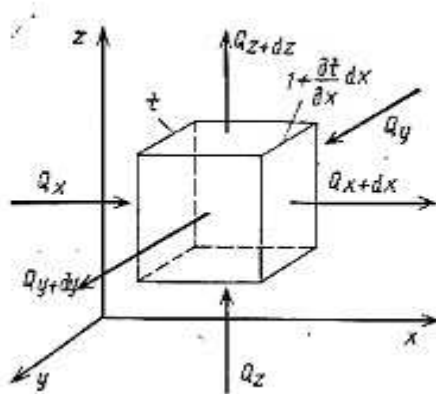
Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти иссиқлик алмашилиш юза бирлигидан ( $1 м^2$ ) вақт бирлиги давомида изотермик юзага нормал бўлган  $1 м$  узунликка тўғри келган температураларнинг  $1 К$  ( $^{\circ}С$ ) га пасайиши вақтида узатишган иссиқлик миқдорини ифодалайди.

Жисмларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти унинг таркиби, физик-кимёвий хоссалари, температура, босим ва бошқа катталикларга боғлиқ. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти турли материаллар учун қуйидаги ораликда бўлади: газлар учун  $0,005 \dots 0,5$  Вт/(м·К); суюқликлар учун  $0,08 \dots 0,7$  Вт/(м·К); иссиқлик қоплама ва қурилиш материаллари учун  $0,22 \dots 3,0$  Вт/(м·К); металллар учун  $2,3 \dots 458,0$  Вт/(м·К).

Кимё ва бошқа саноатларда қўлланиладиган айрим металллар иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти қуйидаги қийматларга эга: легирланган пўлат -  $14 \dots 23$ ; қўрғошин -  $35$ ; углеродли пўлат -  $45$ ; никель -  $58$ ; чўян -  $63$ ; алюминий -  $204$ ; мис -  $384$ ; кумуш -  $458$  Вт/(м·К). [23]

### **2.2.3. Иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси**

Иссиқлик ўтказувчанлик йўли билан иссиқликнинг тарқалиши математик усулда дифференциал тенглама билан ифодаланиши мумкин. Ушбу тенглама энергиянинг сақланиш қонуни асосида келтириб чиқарилади ва иссиқлик



2.2.1.-расм. Иссиқлик ўтказувчанликни дифференциал тенгламасини аниқлаш

тарқатаётган жисм ёки муҳитнинг физик хоссалари (зичлик  $\rho$ , иссиқлик сиғим  $c$ , иссиқлик ўтказувчанлик  $\lambda$ ) ҳамма йўналишларда ва вақт ўтиши билан ўзгармайди деб қабул қилинади. Иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламасини келтириб чиқариш учун қаттиқ жисмдан қирралари  $dx$ ,  $dy$  ва  $dz$  бўлган элементар параллелепипед ажратиб олинади (2.2.1.-расм).

Агар, параллелепипеднинг чап орқа ва остки томонларидан  $d\tau$  вақт мобайнида  $Q_x$ ,  $Q_y$  ва  $Q_z$  миқдорда иссиқлик кирса, қарама-қарши - ўнг, олд ва устки – томонларидан эса ўз навбатида  $Q_{x+dx}$ ,  $Q_{y+dy}$  ва  $Q_{z+dz}$  миқдорда иссиқлик чиқади.

Бирор  $d\tau$  вақт ичида параллелепипедга кирган ва ундан чиққан иссиқликларнинг фарқи ушбу ифодадан топилади:

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) \quad (2.2.4.)$$

Одатда, Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанлик дифференциал тенгламасини ушбу кўринишда ёзилади:

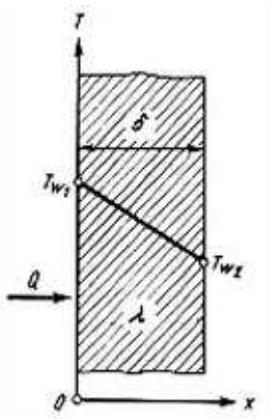
$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad \text{ёки} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot t \quad (2.2.5.)$$

Шунинг учун, юқорида қайд этилган геометрик шаклли деворларда иссиқликнинг тарқалиши муҳим амалий аҳамиятга эга.

#### 2.2.4. Текис деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги

Бир жинсли, деворнинг қалинлиги  $\delta$  ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти  $\lambda$  бўлган бир қатламли текис девордан иссиқлик ўтишини кўриб чиқамиз. Деворнинг ташқи юза температураси  $t_{w1}$ , ички юзасиники эса  $t_{w2}$  га тенг, лекин  $t_{w1} > t_{w2}$  (2.2.2.-расм).

Бир қатламли, текис деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини келтириб чиқариш учун Фурьенинг дифференциал тенгламаси (2.2.5.) дан фойдаланамиз.



2.2.2.-расм. Текис бир қатламли деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини аниқлаш

Аниқланган температура градиенти қийматини (2.2.3.) тенгламага қўйсақ, иссиқлик ўтказувчанликнинг асосий қонунини ифодаловчи тенгламани оламиз:

$$dQ = \lambda \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\delta} dF d\tau$$

ёки

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) F \tau \quad (2.2.6.)$$

бу ерда  $\lambda / \delta$  - нисбат деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини, унга тесқари катталиқ  $\delta / \lambda$  - деворнинг термик ёки иссиқлик қаршилигини ифодалайди.

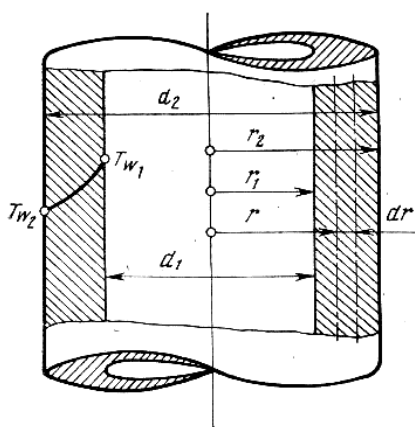
Агар, текис девор  $n$  та (бир-биридан фарқли) қатламдан иборат бўлса, турғун иссиқлик алмашиниш жараёнида ҳар бир қатлам орқали бир хил миқдорда иссиқлик ўтади ва у турли қатламлар учун қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Q = \frac{(t_{w1} - t_{w2}) F \tau}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (2.2.7.)$$

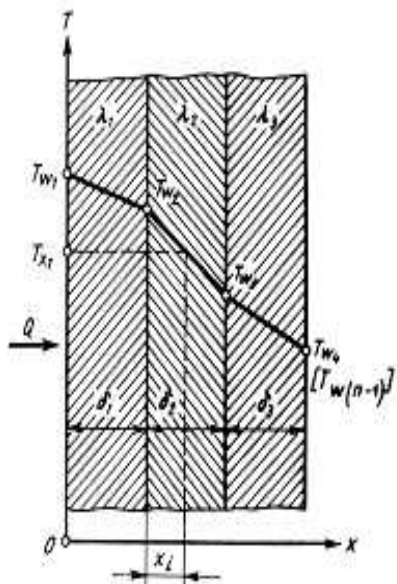
бу ерда  $i$  - девор қатламининг тартиб рақами;  $n$  - қатламлар сони.

### 2.2.5. Цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги

Узунлиги  $L$ , ички радиуси  $r_{и}$  ва ташқи радиуси  $r_{т}$  бўлган цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини кўриб чиқамиз (2.2.3.-расм). Иссиқлик ўтказиш турғун жараёнда амалга ошаётгани учун деворнинг ички ва ташқи юзаларидаги температуралари ўзгармасдир, яъни  $t_{w1} = t_{w2}$ .



2.2.3.-расм. Цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини келтириб чиқаришга оид



2.2.4.-расм. Текис ва кўп қатламли деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини аниқлашга оид

$$Q = \frac{2\pi L \tau (t_{w1} - t_{w2})}{\frac{1}{\lambda} 2,3 \lg \frac{d_{т}}{d_{и}}} \quad (2.2.8.)$$

(2.2.8.) формуладан кўриниб турибдики, цилиндрик деворларнинг

қалинлиги бўйича температура логарифмик (эгри чизик) қонуни асосида ўзгаради. Ушбу тенглама турғун иссиқлик ўтиш жараёни учун цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан  $n$  - қатламли цилиндрик девор орқали иссиқлик ўтказувчанлик усулида узатилган иссиқлик миқдорини аниқлаш мумкин:

$$Q = \frac{2\pi L \tau (t_{w1} - t_{w2})}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} 2,31g \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad (2.2.9.)$$

### 2.2.6. Шарсимон деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги

Шарсимон девор орқали иссиқлик ўтказувчанлик йўли билан ўтган иссиқлик миқдорини топиш формуласи:

$$Q = \frac{4\pi\lambda}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} (t_{w1} - t_{w2}) \quad (2.2.10.)$$

Кўп қатламли шарсимон девор учун эса,  $Q$  ни ҳисоблаш формуласи ушбу кўринишда бўлади:

$$Q = \frac{4\pi(t_{w1} - t_{w(n+1)})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_{i+1}} \right)} \quad (2.2.11.)$$

бу ерда  $\lambda_i$  ва  $r_i$  –  $i$  қатламнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ва ички радиуси. [24]

### 2.2.7. Иссиқлик нурланиши

Иссиқлик ва ёруғлик нурланишининг табиати бир хил бўлиб, умумий қону-ниятлар билан характерланади, яъни бир жинсли ва изотроп муҳитларда нурланиш энергияси тўғри чизик бўйлаб тарқалади. Иссиқ жисмлардан тарқалаётган оқим нурлари бошқа жисмга тушганда, энергиянинг бир қисми ютилади  $Q_{\text{ют}}$ , бир қисми қайта-рилади  $Q_{\text{кат}}$  ва бир қисми ўзгармасдан  $Q_{\text{ўз}}$  ўтиб кетади.

Иссиқлик нурланиш қонуниятлари Стефан-Больцман, Кирхгоф ва Ламберт қонунлари билан ифодаланади.

Нурланиш энергияси тўлқин узунлиги ва жисмнинг температурасига

боғлиқ бўлади. Абсолют қора жисмнинг нур тарқатиш қобиляти ва температураси орасидаги боғлиқлик ушбу формуладан топилади:

$$E_0 = K_0 T^4 \quad \text{ёки} \quad E_0 = C_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad (2.2.12.)$$

бу ерда  $K_0 = (4,19 \dots 5,67) \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  – абсолют қора жисмнинг нур чиқариш константаси;  $C_0 = K_0 \cdot 10^8 = 4,19 \dots 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ .

(2.2.10.) формула Стефан - Больцман қонунининг ифодаси бўлиб, Планк тенгламасининг ҳосиласидир.

### 2.2.8. Стефан - Больцман қонуни

Стефан - Больцман қонуни абсолют қора бўлмаган жисмлар учун ҳам қўллаш мумкин. Масалан, кул ранг жисмлар учун қуйидаги кўринишга эга:

$$E = \varepsilon \cdot C_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad (2.2.13.)$$

бу ерда  $\varepsilon = C/C_0$  – кул ранг жисмнинг қоралик даражаси ёки унинг нур чиқариш коэффициенти;  $C_0$  – кул ранг жисмнинг нур чиқариш коэффициенти.

Кирхгоф қонуни кул ранг жисмларнинг нур тарқатиш ва уни ютиш қобилятлари ўртасидаги боғлиқликни ифодалайди.

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_n}{A_n} = \frac{E_0}{A_0} = f(T) \quad (2.2.14.)$$

(2.2.14.) тенглама Кирхгоф қонунини характерлайди. Ушбу тенгламага биноан, маълум бирор температура учун исталган бир жисмнинг нур тарқатиш қобиляти, унинг нур ютиш қобилятига бўлган нисбати ўзгармас миқдор бўлиб, абсолют қора жисмнинг нур тарқатиш қобилятига тенгдир.

Ламберт қонуни турли йўналишларда нурланиш интенсивлиги ўзгаришини ифодалайди ва ушбу кўринишда ёзилади:

$$dQ = \frac{1}{\pi} E d\psi \cdot \cos \varphi \cdot dF_1 \quad (2.2.15.)$$

бу ерда  $d\psi$  -  $dF_1$  элементдан  $dF_2$  элемент кўриниши мумкин бўлган фазовий бурчак;  $\varphi$  -  $dF_1$  ва  $dF_2$  ни бирлаштирувчи тўғри чизиқ ва  $dF_1$  га ўтказилган

нормал орасида ҳосил бўлган бурчак. Ушбу қонунга биноан, жисмнинг нормал йўналишида нур тарқатиш қобиляти жисмнинг тўла нур тарқатиш қобилятидан  $\pi$  марта кам бўлади.

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \quad (2.2.16.)$$

Келтирилган нур тарқатиш коэффициентини эса, ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)} \quad (2.2.17.)$$

### 2.2.9. Конвектив иссиқлик алмашиниш

Сууюқлик массаси турбулентлиги қанчалик юқори ва унинг заррачалари жадал равишда аралаштирилса, конвекция усулида иссиқлик алмашиниш шунчалик интенсив булади. Шундай қилиб, конвектив иссиқлик алмашиниш, иссиқликнинг механик узатилиши ва сууюқлик ҳаракати гидродинамикасига қаттиқ боғлиқдир.

Иссиқликнинг қаттиқ жисм юзасидан сууюқлик (ёки газ) га ёки сууюқлик (ёки газ) дан қаттиқ жисм юзасига ўтиши иссиқлик бериш деб номланади.

Бутун сууюқлик ҳажмининг ташқи кучлари таъсири натижасида рўй берадиган иссиқлик алмашинишга мажбурий конвекция дейилади. Сууюқликнинг ҳаракати насос, аралаштиргич, вентиляторлар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Бу жараёнга сууюқликнинг физик хоссалари, унинг тезлиги, каналнинг шакли ва ўлчамлари салмоқли таъсир этади.

Сууюқликнинг турбулент ҳаракат режимида ламинар режимдагига қараганда иссиқлик алмашиниш анча интенсив бўлади.

**Ньютон қонуни.** Иссиқлик беришнинг асосий қонуни – бу Ньютоннинг совитиш қонунидир.

Ушбу қонунга биноан, иссиқлик алмашиниш сууюқлик (газ) га узатилган иссиқлик миқдори  $dQ$ , деворнинг юзаси  $dF$ , юза  $t_w$  ва муҳит температуралари

$t_f$  нинг фарқи ( $t_w - t_f$ ), ҳамда жараённинг давомийлиги  $d\tau$  га тўғри пропорционалдир, яъни:

$$\left. \begin{aligned} dQ &= \alpha (t_w - t_f) \cdot dF \cdot d\tau \\ dQ &= \alpha (t_f - t_w) \cdot dF \cdot d\tau \end{aligned} \right\} \quad (2.2.18.)$$

Агар, иссиқлик алмашилиш юзаси бўйлаб иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати ўзгармас ( $\alpha = \text{const}$ ) бўлса, тенглама ушбу кўринишни олади:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha (t_w - t_f) \cdot F \cdot \tau \\ Q &= \alpha (t_f - t_w) \cdot F \cdot \tau \end{aligned} \right\} \quad (2.2.19.)$$

Демак, иссиқлик бериш коэффициенти  $\alpha$  деворнинг  $1 \text{ м}^2$  юзасидан суюқликка  $1 \text{ с}$  вақт давомида, девор ва суюқлик температураларининг фарқи  $1 \text{ К}$  бўлганда узатилган иссиқлик миқдорини билдиради. Ушбу, иссиқлик бериш коэффициентининг миқдори бир нечта параметрларга боғлиқдир, яъни суюқликнинг ҳаракат режими  $w$ , унинг зичлиги  $\rho$ , қовушоқлиги  $\mu$ , солиштирма иссиқлик сифими  $c$ , иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти  $\lambda$ , ҳажмий кенгайиш коэффициенти  $\beta$ , деворнинг шакли ва ўлчамлари (труба диаметри  $d$  ва узунлиги  $L$ ), ҳамда ғадир-будурлиги  $e$  ва ҳоказоларга.

Юқорида айтилганларни қуйидаги функция ҳолатида ёзиш мумкин:

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, e, \dots) \quad (2.2.20.)$$

Умумий кўринишга эга бўлган иссиқлик бериш коэффициенти тенграмаси кўринишидан содда бўлса ҳам,  $\alpha$  ни аниқлаш жуда мураккаб. Шунинг учун, тажриба натижаларини ўхшашлик назарияси ёрдамида умумлаштириш йўли билан иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш критериал формуласини келтириб чиқариш мумкин.

### **2.2.10. Конвектив иссиқлик алмашилишнинг дифференциал тенграмаси (Фурье - Кирхгоф тенграмаси)**

Фурье - Кирхгофнинг конвектив иссиқлик алмашилишнинг дифференциал тенграмасини:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \cdot \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (2.2.21.)$$

Ушбу тенглама ҳаракатдаги сууюқликда иссиқлик энергиясининг бир вақтда иссиқлик ўтказувчанлик ва конвекция усулларида узатилишининг математик ифодаси.

Охириги икки тенгламанинг ўнг қисмларини тенглаштириб, «девор-сууюқлик» чегара шароитларини характерловчи тенгламани оламиз:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha (t_w - t_f) \quad (2.2.22.)$$

(2.2.21.) ва (2.2.22.) тенгламалар конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнини тўлиқ ифодалайди.

### **2.2.11. Конвектив иссиқлик алмашинишнинг ўхшашлик критерий ва тенгламалари**

Маълумки, юқорида келтириб чиқарилган (2.2.21) ва (2.2.22) тенгламалар мураккаб конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнларини ифодалайди.

Ушбу тенгламаларни амалда учрайдиган жараёнларга қўллаш мумкин эмас, чунки ечимини топиш қийин.

Олинган ўлчамсиз комплексда дифференциялаш белгиларини ўчириб,  $n$  ни  $l$  га алмаштириб ва қисқартириш йўли билан Нуссельт сонини оламиз:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (2.2.23.)$$

бу ерда  $\alpha$  - иссиқлик бериш коэффициентини, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $l$  – геометрик ўлчам, м;  $\lambda$  - мухитнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини, Вт/(м·К).

Нуссельт критерийси девор ва сууюқлик ўртасидаги чегарада иссиқлик алмашиниш жараёни интенсивлигини характерлайди.

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

Фурье критерийси:

$$Fo = \frac{a \tau}{l^2} \quad (2.2.24.)$$

Пекле критерийсини

$$Pe = \frac{wl}{a} \quad (2.2.25.)$$

Фурье критерийси нотурғун иссиқлик алмашиниш жараёнларида температура майдонининг ўзгариш тезлиги, муҳитнинг ўлчами ва физик катталиклари ўртасидаги боғлиқликларни характерлайди.

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

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

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{\mu}{\alpha\rho} = \frac{\mu g}{\alpha\gamma} \quad (2.2.26.)$$

Грасгоф критерийси табиий конвекция жараёнидаги сууюқлик оқимининг гидродинамик режимини характерлайди:

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2} \beta \cdot \Delta t \quad (2.2.27.)$$

бу ерда  $\Delta t$  – девор ва сууюқликлар ўртасидаги температуралар фарқи, К;  $\beta$  - сууюқ-ликнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти;  $g$  – эркин тушиш тезланиши, м/с<sup>2</sup>.

Айрим ҳолларда Нуссельт критерийси ўрнига конвектив иссиқлик алмашиниш критерийси, Стентон критерийсини, ҳам қўллаш мумкин:

$$St = \frac{Nu}{Pe} = \frac{\alpha}{c_p \rho w} \quad (2.2.28.)$$

Ушбу критерий иссиқлик бериш интенсивлигини сууюқлик иссиқлик оқимига нисбатини аниқлайди.

Ушбу тенгламада фақат Нуссельт  $Nu$  сони аниқловчи бўлганлиги учун, (4.64) тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, Fo) \quad (2.2.29.)$$

Турғун иссиқлик алмашиниш жараёнида тенгламадан  $Fo$  критерийси туширилиб қолдирилади ва ушбу кўринишни олади:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \quad (2.2.30.)$$

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

$$Nu = f(Re, Pr) \quad \text{ёки} \quad Nu = A Re^n \cdot Pr^m \quad (2.2.31.)$$

Сууюкликнинг эркин ҳаракати (табiiй конвекция) даврида тенгламадан Рейнольдс критерийси тушуриб қолдирилади:

$$Nu = f(Gr, Pr) \quad \text{ёки} \quad Nu = A Gr^n \cdot Pr^m \quad (2.2.32.)$$

### 2.2.12. Эркин конвекция даврида иссиқлик бериш

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

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n \quad (2.2.33.)$$

бу ерда  $c$  ва  $n$  - сууюклик ҳаракати режимига, яъни  $Gr \cdot Pr$  га, боғлиқ бўлган константалар.

Грасгоф критерийсида аниқловчи геометрик ўлчам сифатида қуйидагилар қабул қилинган: цилиндрик ва сферик жисмлар учун – диаметр; текис плиталар учун – баландлик.

Аниқловчи температура сифатида - чегаравий қатламнинг ўртача температураси  $t = 0,5 \cdot (t_w + t_f)$  қабул қилинган. Бу ерда  $t_w$  - девор температураси,  $t_f$  - сууюклик ўзагидаги температура. Грасгоф критерийсидаги температуралар фарқи  $\Delta t = t_w - t_f$  формулада ҳисобланади.

### 2.2.13. Мажбурий конвекция даврида иссиқлик бериш

Труба ичида иссиқлик элткичнинг иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги тенгламалардан аниқланади:

турбулент режим учун ( $Re > 10000$ )

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.34.)$$

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

$$Nu = 0,008 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (2.2.35.)$$

ламинар режим учун ( $Re \leq 2320$ )

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.36.)$$

Трубалар ўрамаи мажбурий ҳаракатдаги кўндаланг йғналган иссиқлик элткич билан ювилиб турган шароитда иссиқлик бериш қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$Re < 10^3$  бўлганда

$$Nu = 0,56 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,36} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.37.)$$

$Re > 10^3$  бўлганда

$$Nu = 0,28 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.38.)$$

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

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

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

Иссиқлик элткичнинг змеевикда ҳаракат қилганда иссиқлик бериш коэффиценти  $\alpha$  ни (4.70) формуладан ҳисобланган қиймати змеевик ўлчамларини инобатга олувчи коэффицент  $\chi$  га кўпайтирилади:

$$\chi = 1 + 3,54 \frac{d}{D} \quad (2.2.39.)$$

бу ерда  $d$  – змеевик трубасининг ички диаметри, м;  $D$  – змеевик ўрамининг диаметри, м.

Ҳаво учун (4.70) формула қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = 0,018 \cdot Re^{0,8} \quad (2.2.40.)$$

чунки  $Pr/Pr_g = 1$

Иссиқлик элткич ҳалқасимон каналларда ҳаракат қилган даврида (масалан, “труба ичида труба” иссиқлик алмашиниш қурилмасида) иссиқлик бериш ушбу формуладан ҳисоблаб аниқланиши мумкин:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \left( \frac{D_u}{d_T} \right)^{0,45} \quad (2.2.41.)$$

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

Иссиқлик элткич қобик-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубалараро бўшлиғида ҳаракат қилганда, иссиқлик бериш энг кенг тарқалган жараёндинр. Ушбу ҳолатда иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Nu = C(Re^{0,6} \cdot Pr^{0,23} \cdot d_s) \quad (2.2.42.)$$

бу ерда  $C = 1,16$  ва  $1,72$  қийматларга тенг бўлиши мумкин.

Биринчи қиймат қурилмада кўндаланг сегмент тўсиқлар бўлмаган ҳол учун, иккинчиси эса – сегмент тўсиқлар ўрнатилган ҳол учун.

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

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

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.43.)$$

трубаларнинг йўлакли жойлашишида

$$Nu = 0,27 \cdot Re^{0,63} \cdot Pr^{0,36} \left( \frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (2.2.44.)$$

(4.79) ва (4.80) тенгламалар  $Re = 200 \dots 2 \cdot 10^5$  бўлган ораликда қўлланилиши мумкин ва аниқ натижалар беради.

#### 2.2.14. Иссиқлик ўтказиш

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

$$Q = K \Delta t_{yp} F \quad (2.2.45.)$$

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

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

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (2.2.46.)$$

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

Иссиқлик ўтказиш коэффициентлари  $K$  ни эса ушбу тенгламадан топилади:

$$K_R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} 2,31g \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot r_2}} \quad (2.2.47.)$$

бу ерда  $K_R$  – иссиқлик ўтказишнинг чизиқли коэффициентлари,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

$K$  нинг  $K_R$  дан фарқи шундаки,  $K$  деворнинг юза бирлигига нисбатан олинса, иккинчиси  $K_R$  - труба узунлигининг бирлигига нисбатан олинади.

### **2.2.15. Иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч**

Иссиқлик алмашиниш жараёнларини 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, иккинчисиде эса, суёқлик 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.

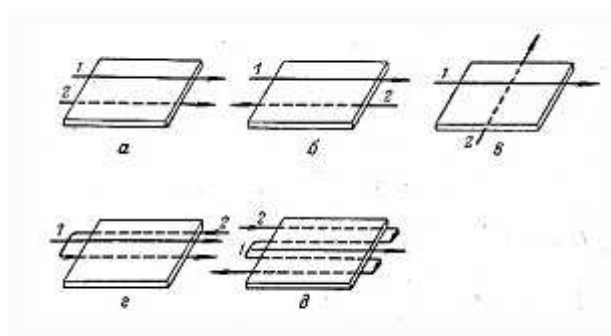
Нотурғун иссиқлик алмашиниш жараёнларида 2 ҳолат бўлиши мумкин:

- девор юзасининг ҳар бир нуктасида 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 алмашиниш жараёнида суюқликлар ҳаракати параллел, қарама-қарши, кесишиб ўтган ва мураккаб (аралаш) йўналишли бўлиши мумкин (2.2.5.-расм).



2.2.5.-расм. Иссиқлик алмашиниш жараёнида суюқликларнинг ҳаракат йўналишлари: а - параллел; б - қарама - қарши; в - кесишиб ўтган; г, д - аралаш.

Ажратиб турувчи девор бўйлаб бир-бирига нисбатан суюқликлар ҳаракатининг қуйи-даги вариантлари бўлиши мумкин:

1) параллел ҳаракатда (2.2.5.а-расм) иккала иссиқлик элткичлар ҳам бир хил йўналишда ҳаракат қилади;

2) қарама-қарши ҳаракатда (2.2.5.б-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига қарши йўналишда ҳаракат қилади;

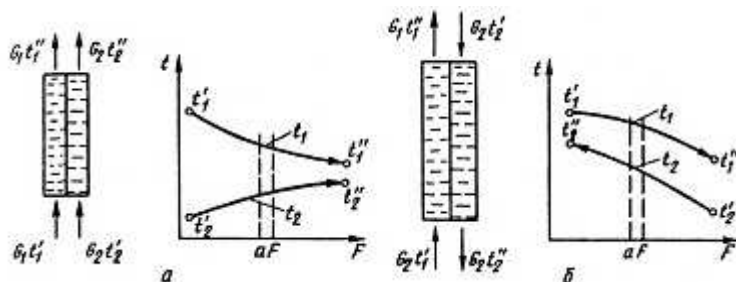
3) кесишиб ўтувчи ҳаракатда (2.2.5.в-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига нисбатан перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилади;

4) мураккаб ёки аралаш ҳаракатда (2.2.5.г, д-расм) биринчи иссиқлик элткич бир йўналишда ҳаракат қилса, иккинчиси ҳам тўғри, ҳам тесқари йўналишда ҳаракат қилади.

Ўзгарувчан температурали жараёнларда иссиқлик элткичларнинг ўзаро

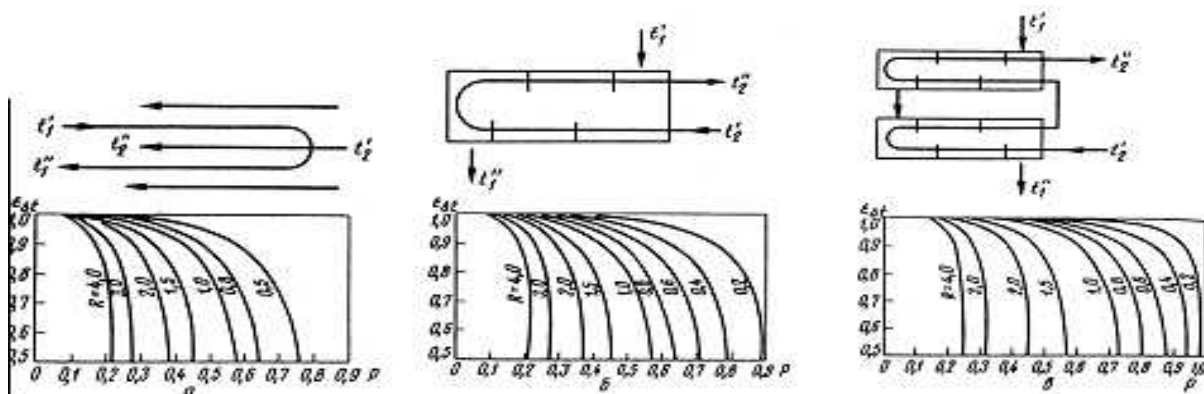
ҳаракат йўналишига қараб, иссиқлик алмашиниш жараёнининг ҳаракатга келтирувчи кучи ўзгаради. Шунинг учун, иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидаги ўртача ҳаракатга келтирувчи куч суюқликларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракат йўналишига ва жараённи ташкил этилишига боғлиқ бўлади.

2.2.6.-расмда параллел 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.



2.2.6.-расм. Иссиқлик элткичлар температураларининг ўзгариш схемаси: а - параллел йўналиш; б - қарама - қарши йўналиш.

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



2.2.7.-расм. Аралаш йўналишли қобик - трубаги иссиқлик алмашиниш қурилмасида иссиқлик элткичларнинг ҳаракат схемаси ва  $\epsilon\Delta t$  коэффиценти: а - трубалараро бўшлиғи бир ва трубалар бўшлиғи эса икки, тўрт, олти ва ундан ортиқ йўлли; б - кўндаланг тўсиқли трубалараро бўшлиғи бир ва трубалар бўшлиғи икки, тўрт, олти ва ортиқ йўлли; в - кўндаланг тўсиқли трубалараро бўшлиғи икки ва трубалар бўшлиғи тўрт йўлли.

2.2.6.-расмдан кўриниб турибдики, иссиқлик алмашиниш жараёнида икки иссиқлик элткичлар орасидаги ҳаракатга келтирувчи куч миқдори девор юзаси бўйлаб ўзгармоқда. Масалан, иссиқлик элткичларнинг қурилмага киришда, параллел йўналишда (2.2.5.а-расм) локал ҳаракатга келтирувчи куч максимал қийматга эга:  $\Delta t_{\max} = t_1' - t_2'$ , қурилмадан чиқишда эса, минимал  $\Delta t_{\min} = t_1'' - t_2''$ . Қарама-қарши йўналишли ҳаракатда ҳам худди шундай натижага эга бўламиз. Шунинг учун иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳисоблашда ўртача ҳаракатга келтирувчи кучдан фойдаланилади.

Иссиқлик алмашиниш юзасининг чексиз кичик элементида вақт бирлигида иссиқ элткичдан совуқ элткичга узатилаётган иссиқлик миқдори (2.2.5.а-расм) ушбу тенгламадан аниқланади:  $dQ = K(t_1 - t_2)dF$ .

Иссиқлик алмашиниш 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.

Иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламаларини солиштириш натижасида иссиқлик ўтиш жараёнининг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучини топиш мумкин:

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \quad (2.2.48.)$$

Ушбу ифода иссиқлик элткичларнинг қарама-қарши йўналишли ҳаракати учун ҳам тааллуқлидир.

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

$$\Delta t_{yp} = \frac{(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})}{2} \quad (2.2.49.)$$

Бу формулада ҳисоблаганда, хатолик 5% дан ошмайди.

Иссиқлик элткичларнинг кесишиб ўтган ва аралаш йўналишли ҳаракатларида ўртача ҳаракатлантирувчи куч иуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \quad (2.2.50.)$$

бу ерда  $\varepsilon_{\Delta t}$  - ўлчамсиз, коэффициент бўлиб, 2.2.7.-расмдаги тегишли графиклардан топиш мумкин. [25]

## 2.3. Моддаларнинг физик-кимёвий тавсифи (ҳолати)

### 2.3.1. Олтингугурт

*Олтингугурт* – сариқ рангли қаттиқ мўрт модда. Сувда деярли эримайди, лекин углерод сульфиди, анилинда ва баъзи бошқа эритувчиларда яхши эрийди.

Олтингугурт  $444,6^{\circ}\text{C}$  да қайнаб, тўқ қўнғир рангли буғлар ҳосил қилади. Агар улар тез совутилса, олтингугуртнинг майда кристалларидан иборат майин кукун ҳосил бўлади.

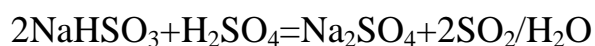
Олтингугуртнинг ташқи электрон поғонаси тугалланмаганлиги сабабли иккита электронни бриктириб олиши ва  $-2$  оксидланиш даражасини намаён қилиши мумкин. Электронлар электроманфийлиги кучлироқ элемент атомига бриктирилганда ёки шундай атомга тортилганда олтингугуртнинг оксидланиш даражаси  $+2,4$  ва  $+6$  бўлиши мумкин.

Олтингугуртнинг атом оғирлиги  $32,064$  г/моль. Унинг зичлиги  $-2,07$  г/см<sup>3</sup>. Қаттиқ ҳолатдаги олтингугурт иккита кристалл аллатропик шаклга эга: ромбик ва моноклонний.

### 2.3.2. Сульфит ангидрид

*Сульфит ангидрид*  $\text{SO}_2$  ёки олтингугурт икки оксиди одатдаги шароитда ўткир, бўғувчи хидли рангсиз газ.  $-10^{\circ}\text{C}$  совутилганда рангсиз суюқликка айланади. У пўлат балонларда сақланади.

Лабораторияда олтингугурт (IV)-оксид натрий гидросульфит билан сульфат кислотани ўзаро таъсир ттириб олинади:



Саноатда  $\text{SO}_2$  пирти  $\text{FeS}_2$  рангли металлларнинг олтингугуртли рудаларини куйдиришда ҳосил бўлади. бунда ҳосил бўлган олтингугурт IV-оксид  $\text{SO}_2$  асосан олтингугурт (VI)-оксид  $\text{SO}_3$  ва сульфат кислота олишда ишлатилади.

### 2.3.4. Сульфат ангидрид

*Сульфат ангидрид*  $\text{SO}_3$  ёки олтингугурт (VI) -оксиди (молекуляр оғирлиги  $80,056$ ) одатдаги шароитда рангсиз газ бўлиб ҳаводаги сув пари билан реакцияга киришиб, ҳавода сульфат кислота томчили туман ҳосил қилади. Газ ҳолатдаги  $\text{SO}_3$   $44,75^{\circ}\text{C}$  куйдирилганда рангсиз суюқлик ҳосил қилади.

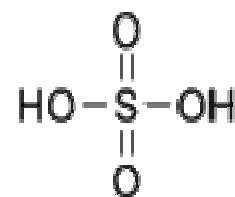
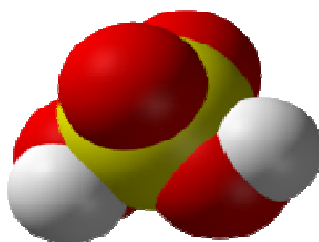
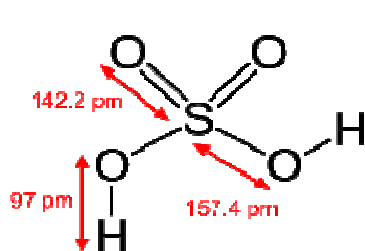
Қаттиқ сульфат кислотанинг  $\alpha, \beta, \gamma$ , шакл кўринишлари мавжуд. Уларнинг эриш харорати  $16,8^{\circ}\text{C}$ ,  $31,5^{\circ}\text{C}$ ,  $62,2^{\circ}\text{C}$ .

Сульфат ангидрид  $\text{SO}_3$  кислотали оксидларнинг барча хоссаларига эга. У  $\text{SO}_2$  ни оксидлаш йўли билан олинади. [26]



## 2.3.5. Сульфат кислота хақида қисқача маълумот

### Сульфат кислота



### Умумий маълумот

<a href="#">Номланиши</a>	Сульфат кислота
<a href="#">Кимёвий Формуласи</a>	$H_2SO_4$
<a href="#">Атм. молек. масса</a>	62.03 <u>а. е. м.</u>
<a href="#">Моляр масса</a>	98.078 г/ <u>МОЛЬ</u>
<b>Физик хусусияти</b>	
<a href="#">Холати</a>	Хидсиз, рангсиз мойсимон суюқлик
<a href="#">Зичлиги</a>	1,8356 г/см <sup>3</sup>
<b>Термик хусусияти</b>	
<a href="#">Суюқланиш</a> температураси	10,38 °C
<a href="#">Қайнаш</a> температураси	279,6 °C
<b>Кимёвий хусусияти</b>	
Сувда эрувчанлиги	Хар қандай нисбатда аралашади г/100 мл
<b>Классификацияси</b>	
<a href="#">Рег. номер CAS</a>	7664-93-9

**Сульфат кислота физик хусусияти.** Сульфат кислота  $H_2SO_4$  — кучли олтингугурт икки оксиди, юқори оксидланиш даражаси (+6). Оддий шароитда концентрирланган сульфат кислота –оғир мойсимон суюқлик бўлиб, хидсиз ва рангсиз. Намликни ютиб кўп миқдорда иссиқлик чиқаради. Қиздирилганда таркибида 98,3%  $H_2SO_4$  бор эритма хосил бўлгунга қадар [SO<sub>3</sub>](#) ни ажратиб чиқаради. Техникада сульфат кислота унинг сув билан ёки сульфат ангидрид [SO<sub>3</sub>](#) аралашмаси орқали номланади. Агар моллар нисбати

$\text{SO}_3:\text{H}_2\text{O} < 1$  бўлса сув билан сульфат кислота эритмаси, агар агар  $> 1$  бўлса  $\text{SO}_3$  ни сульфат кислотадаги эритмаси (олеум) хисобланади. [27]

**Сульфат кислота кимёвий хусусияти.** Сульфат кислота етарли даражада кучли оксидловчи хисобланади. Унинг энг муҳим хоссаси – унинг металлларга муносабатидир. Суюлтирилган ва концентранган сульфат кислоталар металллар билан турлича реакцияга киришади. Сульфат кислота икки турдаги тузларни ҳосил қилади: сульфатлар ва гидросульфатлар.

### 2.3.6. Олеум

Сульфат ангидридни сульфат кислотадаги эритмаси олеум деб номланади. Улар икки хил брикмени ташкил қилади.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{SO}_3$ . Сульфат кислотанинг сувдаги эритмасининг қайнаш температураси унинг концентрациясига боғлиқ бўлиб,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .98,3 % да энг юқори қийматга етади.

### 2.3.7. Контакт массали ванадий

Сульфат кислота ишлаб чиқаришда БАВ(барий, алюминий, ванадий) ва СВД (сульфо-ванадато-диатомовая) таркибли контакт массалар ишлатилади.

Контакт массали ванадий оддий модда хисобланиб, актив комплекс брикмалар билан ванадий (V)-оксид  $\text{V}_2\text{O}_5$  таркибни ташкил қилади. Ванадий контакт массада ванадий (V)-оксид билан пиросульфатом калий моддалар брикмаси  $\text{V}_2\text{O}_5 \text{ K}_2\text{S}_2\text{O}_7$  котализаторнинг актив комплекси хисобланади.

БАВ контакт массаси оқ ва оч пушти рангда бўлиб, қуйидаги аралашмалар таркибига эга:



Контакт масса таркиби хисобланганда ванадий  $\text{V}_2\text{O}_5$  7,5-8% ташкил қилади.

СВД контакт массаси таркибига пиросульфат калий кириб  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , у актив комплекс  $\text{V}_2\text{O}_5 \ \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ҳосил қилади. Шунинг учун бу масса тўйинган олтингугурт газини талаб қилмайди.

СВД контакт масса юқори механик мустаҳкамликка эга бўлиб, БАВ контакт массага нисбатан бир неча бор арзонроқ.

СВД гарануласи оч жигарранг рангда оғирлиги 570-600 г/л бўлиб, иссиқлик сиғими 1,05 дж/(г град) тенг. Стандарт шароитда коталитик активлиги 86% дан кичик эмас, термик ишловдан кейин 83% дан кичик бўлмайди. [28]

СВД котализаторниг таркиби қуйдагича:



## ФАЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т.: Ўзбекистон, 2009, 11-б.
2. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т.: Ўзбекистон, 2009, 7-б.
3. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислом Каримовнинг «Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари» номли асарини ўрганиш бўйича (ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА) – Иқтисодиёт- 2009
4. «Узкимёсаноат» Давлат Акцияерлик Компаниясининг статистик маълумотлари.
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Производство\\_серной\\_кислоты](http://ru.wikipedia.org/wiki/Производство_серной_кислоты)
6. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Серная\\_кислота](http://ru.wikipedia.org/wiki/Серная_кислота)
7. [http://www.chemport.ru/chemical\\_encyclopedia\\_article\\_3393.html](http://www.chemport.ru/chemical_encyclopedia_article_3393.html)
8. <http://www.bayer.com>. (Новые технологии «bayer» получения серной кислоты)
9. <http://www.5ka.ru/93/21838/1.html>
10. <http://revolution.allbest.ru/chemistry/00035230.html>
11. Амелин А. Г., Технология серной кислоты, изд., «Химия», М., 1971
12. Отвагина М. И., Технология серной кислоты, М., 1985. Ю.В. Филатов.
13. <http://distoplivo.ru/serkis/>
14. <http://www.5ballov.ru/referats/preview/72807>
15. Амелин А. Г., Технология серной кислоты, 2 изд., М., 1983; Васильев Б.Т.
16. Отвагина М. И., Технология серной кислоты, М., 1985. Ю.В. Филатов.
17. Справочник сернокислотчика, под ред. К. М. Малина, 2 изд., М., 1971;
18. <http://bse.sci-lib.com/article101606.html>
19. <http://na5.ru/513642-1>
20. <http://www.hugo-petersen.de/russisch/technologie/index.html>
21. <http://works.tarefer.ru/94/100133/index.html>

22. Т. Эпштейн Д.А. Общая химическая технология. М.: Химия, 1979.
23. З. Салимов, И. Тўйчиев Химиявий технология процесслари ва аппаратлари, ТОШКЕНТ «ЎЎИТУВЧИ» 1987.
- 24 А. Э. Генкин ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ, М «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1986.
25. А.Г. Касаткин Основные процессы и аппараты химической технологии, «Химия», М.,1963.
26. Г.П. ХОМЧЕНКО «КИМЁ», ТОШКЕНТ «ЎЎИТУВЧИ» 1991.
27. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.
28. <http://bse.sci-lib.com/article101606.html>.