



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**



НЕФТ ВА ГАЗ ФАКУЛЬТЕТИ

**“ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР ВА ЖИҲОЗЛАР”
КАФЕДРАСИ**

**“АСОСИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР”
ФАНИДАН**

КУРС ИШИ

Мавзу: Ароматик углеводородларни экстракциялаш қурилмаси
экстракторни ҳисоблаш

Бажарди :

**ТМЖ-412 гуруҳ талабаси
Ҳамраева Мафтуна**

Қабул қилди:

Салоҳддинов Ф.

Қарши - 2014 йил

“ТАСДИҚЛАЙМАН”
“ТМЖ” кафедраси мудири
доц.Х.Қ.Эшкабилов
“_____” _____ 2014 йил

КУРС (ИШИ) ЛОЙИХАСИ

“АСОСИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР” фани бўйича

гуруҳ _____ талабаси _____ раҳбар _____

ТОПШИРИҚ

1. Ишланадиган лойиҳа(мавзуси) _____

2. Бошланғич маълумотлар _____

3. Қўлланмалар _____

4. График қисмининг тузилиши _____

5. Ёзма қисмининг тузулиши _____

6. Қўшимча вазифа ва кўрсатмалар _____
7. Курс (иши) лойиҳасини бажариш режаси

1	2	3	4		Ҳимоя

Раҳбар: _____

(имзо)

МУНДАРИЖА

Ароматик углеводородларни экстракциялаш қурилмаси экстракторни ҳисоблаш

Кириш.	
1.Экстракторлар турлари, тузилиши ва ишлаш принци.	
2. Ҳисоб қисми.	
3. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги ва экология қисми.	
3.1.Нефтни қайта ишлаш технологиясида атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва хавфсизлиги.	
Хулоса.	
Фойдаланилган адабиётлар.	

Кириш

Мамлакатимиз мустақилликка эришган йиллардан бошлаб ишлаб чиқаришнинг асосий соҳаларидан ҳисобланган нефт ва газ саноатига катта эътибор қаратилди. Бу борада Президентимиз И.А.Каримовнинг 1922 йилдаги нефт ва газ соҳасини ривожлантириш тўғрисидаги қарор ва фармонлари соҳада қилиниши керак бўлган ишлар кўлами аниқлаб олинди. Республика ёқилғи-энергетика мустақиллигига эришиш мақсадида мавжуд ишлаб турган заводлар қаторига янги заводлар қуришга киришилди. Янги қуриладиган заводлар ишга туширилиши билан ички бозордаги ёқилғи маҳсулотларига бўлган талабни қондириш билан биргаликда ташқи бозорга ҳам маҳсулот чиқариш кўзда тутилган эди.

Ўзбекистон мустақилликка эришгунга қадар нефть ва газни қайта ишлаш заводлари Олтиариқ (1906 й.), Фарғона (1958 й.) ва Муборак (1971 й.) газни қайта ишлаш заводлари қаторига 1997 йил августда ишга туширилган Бухоро нефт ва газконденсатини қайта ишлашга мўлжалланган завод ва 2001 йилда Шўртан газ кимё мажмуаси қўшилди. Умуман Ўзбекистондаги нефт ва газни қайта ишлаш соҳасини вужудга келишига назар солсак, 19 – аср охирида Фарғона водийсида очилган дастлабки конлар асосида 1904-1906 йилларда Ўзбекистонда биринчи Олтиариқ нефтни қайта ишлаш заводи ишга туширилишидан бошланган. Завод асосан нефтни бирламчи қайта ишлашга мўлжалланган бўлиб, ҳозирги вақтдаги ишлаб чиқариш қуввати йилига 1.5 млн.тоннани ташкил этади.

Маҳсулот ишлаб чиқаришни кўпайтириш мақсадида 1958 йилда Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи ишга туширилди. Заводда нефтни бирламчи ва иккиламчи қайта ишлаш жараёнлари олиб борилади. Унинг ҳозирги вақтдаги ишлаб чиқариш қуввати йилига 5.5 млн. тонна нефт ва конденсатини қайта ишлашга мўлжалланган. Заводда шунингдек, йилига 500 минг тонна мой ишлаб чиқариш қувватига эга қурилмалари мавжуд. 1996 йил Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи чет эл илғор технологиялари (Япония) асосида қайта реконструкция қилинди. Ҳозирда заводда нефт маҳсулотларини 50 дан ортиқ хили ишлаб чиқарилади.

Республикаимизда нефтни қайта ишлаш билан биргаликда газни қайта ишлаш соҳасига ҳам катта эътибор берилди. 1971 йил декабрда Муборак газни қайта ишлаш заводи биринчи навбати ишга туширилди. Завод асосан халқ хўжалиги учун энг арзон ёқилғи, табиий газ етиштириб беради. Заводнинг дастлабки қуввати йилига 5 млрд. м³ газни қайта ишлашдан бошланган. 1978-80 йилларда заводнинг иккинчи ва учинчи навбатлари ишга туширилиб, умумий қувват йилига 10 млрд. м³ ни ташкил этди. 1984 йил тўртинчи навбати ишга туширилди ва умумий қувват йилига 25 млрд. м³ ни ташкил этди. Ҳозирги вақтда умумий қувват йилига 30 млрд. м³ ни ташкил этади. Муборак газни қайта ишлаш заводи хомашё манбалари асосан юқори олтингугуртли (4,5-5,0%) Ўртабулоқ, Денгизкўл-Хаузақ, Самантепа конлари ва кам олтингугуртли (0,08-0,3%) Култак, Зеварда, Памуқ, Алан газ конларидир. Заводнинг асосий маҳсулотлари табиий газ, техник олтингугурт, барқарорлаштирилган конденсат ва суюлтирилган газ ҳисобланади.

Истиқлол йилларига келиб, 1997 йилда газ конденсатини қайта ишлашга мўлжалланган чет эл илғор замонавий технологиялардан бири Фракция “Текнип” компанияси технологиясига кўра Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи ишга туширилди. Заводнинг умумий қуввати йилига 2.5 млн. тонна нефт ва газ конденсати аралашмасини қайта ишлашга мўлжалланган. Заводда нефт ва газ конденсати аралашмасини бирламчи қайта ишлаш жараёнлари олиб борилади. Заводни асосий хомашё манбаи Кўкдумалоқ конларидан олинётган газконденсатлари ва олинадиган маҳсулотлари эса асосан суюлтирилган газ, юқори сифатли бензин навлари, керосин ва дизел ёқилғилари ҳисобланади.

1. Назарий қисм

2.1. Экстракторлар турлари, тузилиши ва ишлаш принци

Мойларни тозалаш, дизел ёқилғиси ва керосин ишлаб чиқариш, ароматик углеводородларни ажратиш олишда суюқлик-суюқлик системасидаги экстракция жараёни кенг қўлланилади. Бунда танловчи эритувчи сифатида фурфурол, фенол, диэтиленгликоль, суюқ пропан ишлатилади. Эритувчи билан контактлашиш натижасида иккита эритма ҳосил бўлади: ажралган компонентли экстракт эритмаси ва ажралмаган компонентли қолдиқ – рафинат эритмаси. Уларни зичликлар фарқи ҳисобига чўктириш йўли билан ажратиш мумкин.

Экстракторларга қуйидаги талаблар қўйилади: 1) қурилманинг иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган қурилманинг миқдори, яъни солиштирма иш унуми катта бўлиши керак; 2) ҳосил бўлаётган эритманинг концентрацияси иложи борида юқори бўлиши зарур; 3) охириги эритма ҳажм бирлигига тўғри келадиган энергия сарфи кам бўлиши лозим.

Экстракторлар даврий ва узлуксиз ишлайдиган қурилмаларга бўлинади. Фазаларнинг ўзаро йўналишига кўра, улар тўғри йўналишли, қарама-қарши йўналишли ва аралаш йўналишли қурилмаларга ажратилади. Саноатда асосан узлуксиз ишлайдиган қурилмалардан кенг фойдаланилади.

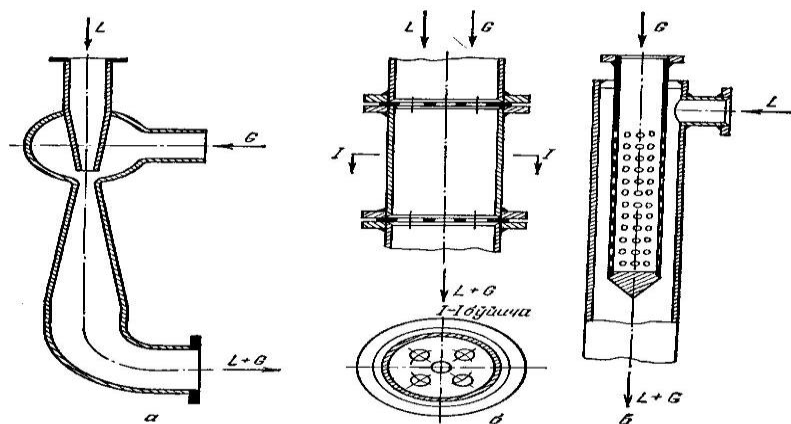
Суюқлик-суюқлик системасидаги экстракторлар тузилишига кўра асосан уч турга (аралаштиргич - тиндириш, колонна ва марказдан қочма куч таъсирида ишлайдиган экстракторларга) бўлинади.

Аралаштиргич-тиндириш экстракторлари. Энг оддий даврий ишлайдиган аралаштиргич-тиндириш экстракторлар вазифасини аралаштиргичли аппаратлар бажаради. Бир поғонали экстракциялашни узлуксиз олиб бориш учун икки (аралаштиргич ва тиндириш) дан иборат аппаратлар ишлатилади.

Саноатда аралаштиргичлар сифатида инжекторли, диафрагмали қувурли аралаштиргичлар, марказдан қочма насослар, оддий венти́ллар кенг ишлатилади.

Инжекторли аралаштиргич қуйидагича ишлайди. Суюқлик L катта тезлик билан соплодан чиқади ва ўзининг кинетик энергияси таъсирида бошқа суюқлик G ни сўриб олади (1-расм. а). Бу икки суюқлик диффузор орқали ўтаётганида аралашади. Ҳосил бўлган аралашма $L + G$.

Аралаштиргичдан чиқиб, тиндириш аппарат бўлиб, аралашма $L + G$ аралаштиргичдан чиқиб, тиндириш аппаратига ўтади. Диафрагмали аралаштиргич цилиндрсимон аппарат бўлиб, унинг ичига бир неча тешикли диафрагмалар ўрнатилган бўлади (1-расм, б). Суюқликлар L ва G диафрагмалардаги тешиклар орқали ўтганида аралашади, сўнггра ҳосил бўлган аралашма $L + G$ тиндириш аппаратига юборилади.



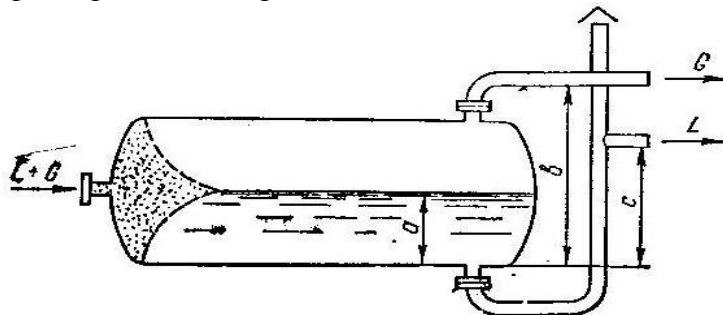
1-расм. Аралаштиргичлар

а) инжекторли; б) диафрагмали; в) қувурли

Қувурли аралаштиргичнинг схемаси -расм, в да кўрсатилган. Бу аппарат бирининг иккинчиси киритилган иккита қувурдан иборат бўлиб, L ва G суюқликлар қувурларга

алоҳида–алоҳида киритилади ва қувурнинг юзасидаги тешиklar орқали катта тезликда суюқлик G чиқади ҳамда ҳалқасимон бўшлиқда бу суюқлик L суюқлик билан аралашади, натижада аралашма $L + G$ ҳосил бўлади.

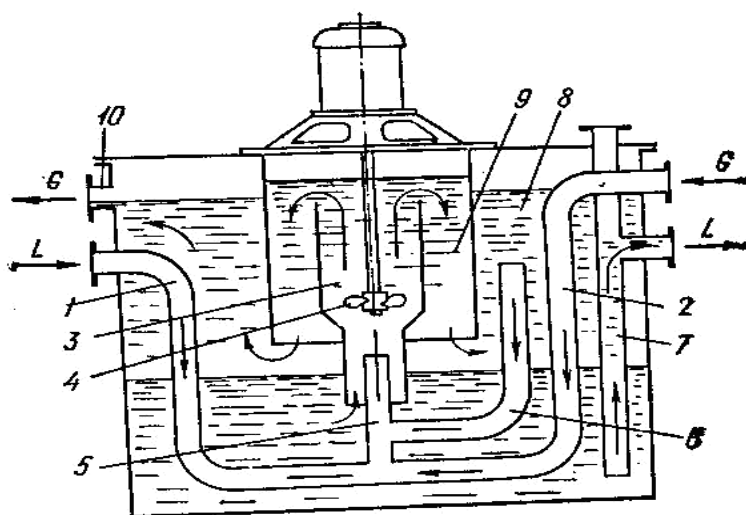
Энг оддий тиндиргич горизонтал жойлашган идишдан иборат (2-расм). Тиндиргичнинг ҳажми бўйлаб суюқлик ламинар режим билан ҳаракат қилади, натижада аралашма икки қисмга ажралади. Енгил фракция (экстракт) аппаратнинг тепасида жойлашган штуцер орқали чиқади. Оғир фракция (L рафинат) эса тиндиргичнинг пастки қисмидаги штуцер ва сифон орқали ташқарига чиқади.



2-расм. Тиндиргич

Аралашмаларни икки қисмга ажратишда мураккаб тузилишга эга бўлган бошқа тиндириш аппаратлари (гидроциклонлар, центрифугалар ва марказдан қочма сепараторлар) ҳам кенг ишлатилади.

Саноатда кўпинча икки хил фазани аралаштириш ва ажратиш операциялари битта аппаратда амалга оширилади. Бундай аппаратлар аралаштириш - тиндириш экстракторлари деб аталади (3-расм). Дастлабки эритма L ва эритувчи G тегишли қувурлар орқали аралаштириш камерасига юборилади. Аралаштириш зонасида аралаштиригич доим ишлаб туради. Ҳосил бўлган аралашма юқорига кўтарилади, сўнгра ҳалқасимон бўшлиқ орқали ажратиш зонасига ўтади. Оғир фракция G эса аппаратнинг юқорисига жойлашган штуцер ёрдамида ташқарига чиқади. Ўзаро таъсир қилаётган суюқликлар махсус қувур орқали рециркуляция қилинади.



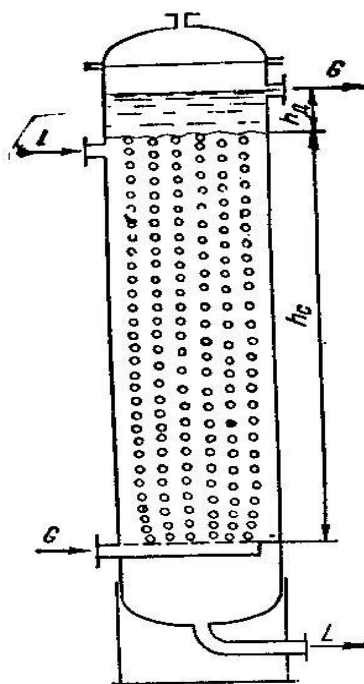
3-расм. Аралаштириш – тиндириш экстрактори

1,2 – эритма ва эритувчи кирадиган қувур; 3- аралаштириш зонаси; 4- аралаштиригич; 5- аралаштириш қувурси; 6- циркуляцион қувур; 7-сифон; 8- ажратиш зонаси; 9- ҳалқасимон бўшлиқ; 10- қуювчи штуцер.

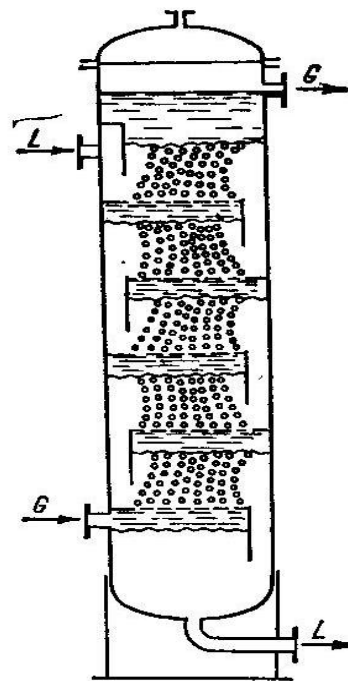
1.2. Колоннали экстракторлар.

Бу турдаги аппаратлар сочилувчан, насадкали, тарелкали, пульсацион ва роторли – дискли экстракторларга бўлинади. Колоннали экстракторларда фазаларнинг контакт юзасини кўпайтириш учун суюқлик фазаларидан биттаси майда томчиларга парчаланади. Майда томчилар ҳолида бўлган суюқлик дисперс фаза деб юритилади, аппаратнинг бутун ҳажмини эгаллаган суюқлик эса яхлит (ёки дисперсион) фаза деб аталади. Енгил суюқлик G ҳам, оғир суюқлик L ҳам дисперс фаза вазифасини бажара олади.

4-расмда суюқликни сочивчи экстракторнинг схемаси келтирилган. Экстрактор ичи бўш цилиндрсимон колоннадан иборат. Аппарат оғир суюқлик L (дастлабки аралашма) билан тўлдирилади, бу суюқлик ω_c тезлик билан юқоридан пастга қараб ҳаракат қилади ва пастки штуцер орқали рафинат L сифатида ташқарига чиқарилади. Енгил суюқлик (эритувчи) G аппаратга тешиклари бўлган қувур орқали киради. Эритувчи майда томчилар ҳолида юқорига томон ω тезлик билан ҳаракат қилади. Аппаратнинг юқорги қисмида томчилар қўшилишиб кетиб, h баландликдаги енгил суюқлик қатламини ташкил қилади. Ҳосил бўлган енгил суюқлик (экстракт) G юқорги



4-расм. Суюқликни сочивчи экстрактор.



5-расм. Ғалвирсимон тарелкали экстрактор.

штуцер орқали аппаратдан чиқади. Колоннанинг иш баландлиги h_u дан иборат. Аппарат деворига нисбатан томчилар силжишининг абсолют тезлиги қуйидагича топилади:

$$\omega = \omega_r - \omega_c$$

Бу ерда: ω_r – томчининг нисбий кўтарлиш (ёки чўкиш) тезлиги; ω_c – яхлит фаза ҳаракатининг чизиқли тезлиги.

Агар ичи бўш колонналар насадкалар билан тўлдирилса, фазаларнинг самарали контакти ҳосил бўлади. Бундай колонналар насадкали экстракторлар дейилади. Насадка суюқликнинг қўшимча равишда майда томчиларнинг аппаратда кўпроқ тутилиб ўтишига ёрдам беради. Насадкали экстракторларнинг тузилиши оддий, уларнинг самарадорлиги олдинги типдаги аппаратларга нисбатан бирмунча юқори.

Саноатда кўпинча ғалвирсимон тарелкали экстракторлар ишлатилади (5-расм). Аппаратда яхлит фаза битта тарелкадан иккинчисига қуйилиш қувурлари ёрдамида ўтади. Эритувчи аппаратнинг пастки қисмига берилади ва тарелканинг тешиклари орқали ўтганда майда томчиларга ажралади. Томчилар кўтариш кучи таъсирида яхлит фаза ичида юқорига қараб ҳаракат қилади ва тарелка етганида ўзаро қўшилиб, суюқлик қатламини ҳосил

қилади. Бу қатлам тиргович қатлам деб юритилади. Бу қатламдаги суюқлик тарелканинг тешиклари орқали ўтиб яна томчилар ҳосил қилади.

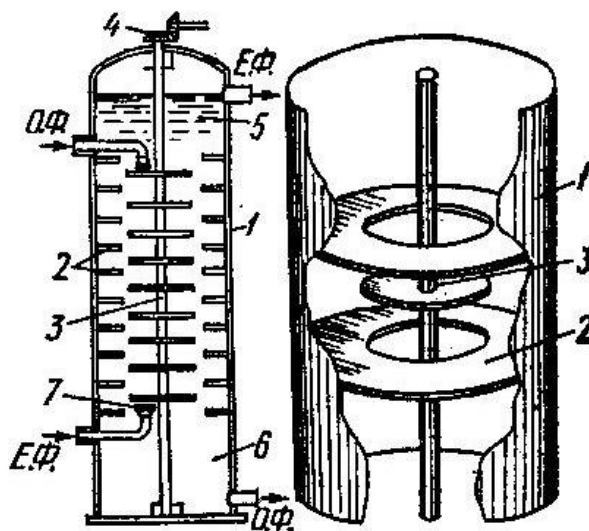
Шундай қилиб, битта колоннада кўп маротаба суюқликнинг майда қатламини ҳосил қилиши юз беради. Энг юқориги тарелкадан кўтарилиб чиқаётган томчилар қўшилиб, енгил суюқлик қатлами - экстрактни ҳосил қилади ва аппаратдан ташқарига чиқарилади. Оғир фракция (рафинат) аппаратнинг пастки қисмига жойлашган штуцер ёрдамида аппаратдан узатилади.

Тарелка тешикларидан чиқаётган томчиларнинг тезлигига кўра, томчи ҳосил қилишнинг уч режими бор: 1) нотекис томчи ҳосил бўлиши (кичик тезликларда); 2) бир текисда томчи ҳосил бўлиши (тезлик бироз ортганда); 3) суюқликнинг кичик оқимлар билан чиқиши (катта тезликлар). Тажрибаларнинг кўрсатишича, ғалвирсимон тарелкаларнинг энг самарали ишлаши учун дисперс фазанинг тешиклардан ўтиш тезлиги $0,15 \dots 0,30 \text{ м/с}$ бўлиши керак экан. Бундай тезликда суюқликнинг кичик оқимлар ҳосил қилиш режими мавжуд бўлади. Тарелкалар оралиғидаги масофа $0,25 \dots 0,60 \text{ м}$ қилиб олиниши мумкин. Яхлит фазанинг тарелка устунидаги баландлиги $0,2 \text{ м}$ атрофида бўлса, модда ўтказиш жараёни тез кетади. Тарелкадаги тешикларнинг диаметри одатда $3 \dots 6 \text{ мм}$ бўлади.

Тарелкали экстракторлар ичи бўш ва насадкали колонналарга нисбатан бирмунча самарали ишлайди.

Агар дастлабки эритма ва эритувчи зичликлари оралиғидаги фарқ 100 кг/м^3 дан кам ва фазалар ўртасидаги сирт таранглик кучи катта қийматга эга бўлса, бунда контакт юзасини анча ошириш учун механик аралаштиргич билан жихозланган экстракторлар ишлатилади. Механик аралаштириш диски, турбинали, парракли ва шу каби аралаштиргичлар ёрдамида амалга оширилади.

Бу тип аппаратлардан роторли – диски экстракторлар кенг ишлатилади (6-расм). Колоннанинг ўқи бўйлаб ротор – вал айланади, унга дисklar ўрнатилган бўлади. Дисklarнинг айланиши натижасида икки фазали оқим яхши аралашади. Аппаратнинг ички деворига ҳалқасимон тўсиқлар ўрнатилган. Ҳалқасимон тўсиқлар аппаратни бир неча секцияга бўлади. Ҳар бир секциянинг ўртасида ротор дисklари айланиб туради.



6-расм. Ротор диски экстрактор

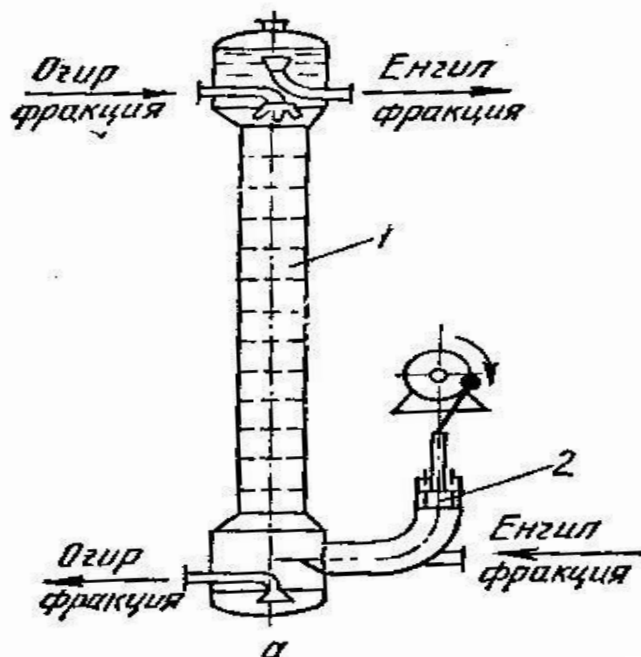
1-корпус; 2- ҳалқасимон тўсиқлар; 3-ротор; 4-узатиш механизми; 5,6- қўзғалмас зоналар; 7-тақсимлагич.

Фазалар L ва G қарама – қарши йўналишда ҳаракат қилиб айланувчи дисklar ёрдамида ҳар бир секцияда аралашади ва қўзғалмас ҳалқасимон тўсиқлар ёнида қисман қатламларга ажралади. Агар оғир суюқ L яхлит фаза вазифасини бажарса, аппаратнинг юқорги қисмида, яъни тешикли тўсиқнинг тепасида енгил дисперс фаза яхлит фазадан тўла ажралади ва тегишли штуцер орқали колоннадан ташқарига чиқарилади. Оғир фаза эса экстракторнинг пастки қисмидан узатилади.

Пульсацияли экстракторларда ҳам икки фазали оқимга қўшимча энергия берилади. Бунда аппаратнинг ичидаги суюқликка пульсаторлар ёрдамида қайтарма–илгариланма

ҳаракат берилади. Пульсация тебранишлари таъсирида оқимнинг турбулентлиги ва фазаларнинг томчиларга айланиш даражаси ортади, натижада насадкали ва ғалвирсимон тарелкали колонналардаги модда ўтказиш жараёнининг самарадорлиги ортади.

Саноатда пульсаторлар сифатида клапансиз поршенли, плунжерли ёки мембранали насадкалар ёхуд махсус пневматик курилмалар ишлатилади. 7-расмда пульсацияли экстракторнинг схемаси кўрсатилган.



7-расм. Пульсацияли экстрактор
1-элаксимон тарелкали колонна; 2-пульсатор.

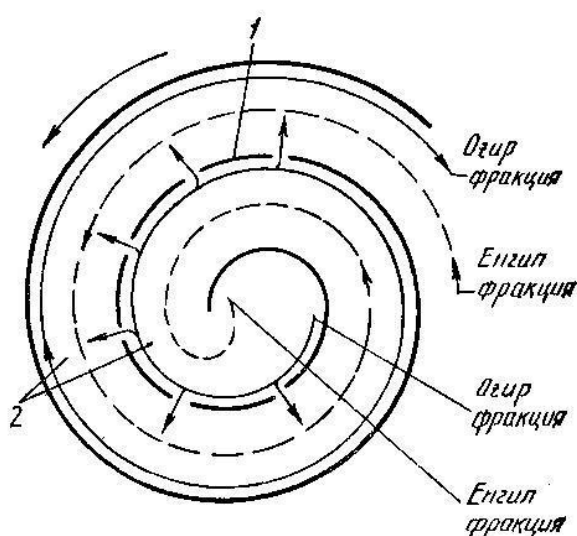
Бу экстрактор оддий колонна бўлиб, ичига ғалвирсимон тарелкалар ўрнатилган. Пульсатор клапани поршенли насос воситасида енгил фаза узатадиган кувурга ўрнатилган. Одатда тарелка тешикларининг диаметри 3...5 мм, тарелкадаги ҳамма тешикларнинг юзаси эса колонна кўндаланг кесими юзасининг 20...25 % ини ташкил этади. Тарелкалар орасидаги масофа 50 мм. Пульсацияли экстракторларнинг диаметри чегараланган бўлади (энг кўпи билан 600; 800 мм). Экстракторнинг самарадорлиги пульсатор тебранишининг частотаси ва амплитудасига боғлиқ. Пульсаторларнинг кўпинча оптимал тебранишлар сони 200... 300 ни ташкил қилади, бунда амплитуда 1 2 мм га тенг бўлиши керак.

1.3. Марказдан қочма экстракторлар.

Агар экстракция қилинаётган модда тез парчаланиб кетиш хусусиятига эга бўлса, бунда жараён кечишининг вақтини максимал даражада камайтириш зарур. Марказдан қочма экстракторларда экстракциялаш максимал тезлик билан боради. Аралашма ва эритувчи зичликларнинг айирмаси жуда кичик бўлган тақдирда ҳам бундай экстракторларни ишлатиш мақсадга мувофиқ. Бу турдаги аппаратларнинг тузилиши жуда ихчам, иш унуми катта, экстракциялаш жараёни эса катта тезликларда боради.

8-расмда марказдан қочма куч таъсирида ишлайдиган ротацион экстрактордаги суюқликларнинг ҳаракатланиш схемаси кўрсатилган. Бундай экстрактор катта частота билан ишлайдиган горизонтал цилиндрик ротор ва барабандан ташкил топган. Барабаннинг ички қисми ғалвирсимон спирал тўсиқ 1 ёрдамида тўғри бурчак кесимли каналлар 2 га бўлинган. Суюқликлар аппаратга алоҳида каналлар бўйлаб насослар ёрдамида берилади ва барабаннинг ичида қарама – қарши йўналиш билан ҳаракат қилади, суюқлик тешиклардан

ўтишида бир неча марта аралашади, ниҳоят ҳосил бўлган фазалар ҳам марказдан қочма куч таъсирида ажралади.



8-расм. Роторли экстракторларда суюқликнинг ҳаракатланиш схемаси
1-галвирсимон спирал тўсиқ; 2- канал.

Марказдан қочма экстракторларнинг иш унуми роторнинг кенглигига, назарий поғоналарнинг сони эса роторнинг диаметрига боғлиқ. Саноатда ишлатилаётган экстрактор – роторларнинг айланишлар сони тахминан $1200 \dots 5000 \text{ мин}^{-1}$ арофида, бу ҳол эса барабан ўлчамларини чегаралашга олиб келади (барабаннинг диаметри 1,2 – 1,5 м дан ошмайди).

II. Ҳисоб қисми

2.1.Экстракцион колоннани ҳисоблаш

Ароматик углеводород о-ксилол ва парафин углеводороди н-октанларни диметилсульфоксид эритувчиси ёрдамида ажратиш учун куйидаги берилганлар ёрдамида экстракцион колоннани ҳисоблаш.

Берилганлар:

Хом-ашё буйича колоннани ишлаб чиқариш қуввати $G=25000$ кг/с.

Хом-ашё таркибидаги о-ксилол ва н-октаннинг ҳажмий миқдори.

$$g_{\text{ксилол}} = 30\%.$$

$$g_{\text{октан}} = 70\%(\text{ҳажмий})$$

Рафинат таркибидаги о-ксилол $g_{KR} = 5\%$.

$$\text{О-ксилолнинг зичлиги } \rho_{277}^{293} = 0,8668. \quad \alpha = 1,41.$$

$$\text{н-октаннинг зичлиги } \rho_{277}^{293} = 0,6849. \quad \beta = 2,32.$$

Жараённинг температураси $T=313K$.

2.2. Колоннанинг моддий баланси.

Экстракциянинг моддий баланси диаграмма куриш ёрдамида аниқланади.

Эритувчининг миқдори куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S_g = \alpha V_c$$

Бу ерда: V_c - хом-ашё миқдори, м³/соат.

Хом-ашё миқдори:

$$V_c = \frac{G}{\rho_c} \text{ га тенг.}$$

Бу ерда: $\rho_c - 313K$ да хом-ашё зичлиги.

313K да хом-ашё зичлигини топамиз.

$$\rho_c = \rho_k g_k + \rho_0 g_0.$$

$$\rho_c = 866,8 \cdot 0,3 + 684,9 \cdot 0,7 = 739 \text{ кг/м}^3$$

Унда.

$$V_c = \frac{25000}{739} = 33,8 \text{ м}^3 / \text{соат.}$$

$$S_g = 1,41 \cdot 33,8 = 47,65 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Экстракт фазанинг миқдори куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$E_g = \frac{\beta F_g}{\beta + 1}.$$

Бу ерда:

$$F_g = V_c + S_g = 33,8 + 47,65 = 81,45 \text{ м}^3 / \text{соат.}$$

$$E_g = \frac{2,32 \cdot 81,45}{2,32 + 1} = 56,95 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Радиант фазаси миқдори куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$R_g = F_g - E_g = 81,45 - 56,95 = 24,5 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Эритувчининг зичлиги $\rho_s = 1101,4 \text{ кг/м}^3$ булса, эритувчи миқдори куйидагича топилади:

$$S = S_0 \rho_s = 47,65 \cdot 1101,4 = 52500 \text{ кг/соат}$$

Рафинат эритмасининг миқдори куйидаги формула билан ҳисобланади:

$R = R_g \rho_R$. Бу ерда: ρ_R - рафинат эритмасининг 318K даги зичлиги кг/м³.

Юкорида айтилган температурада рафинат эритмасининг зичлиги куйидагига тенг:

$$\rho_R = \rho_K \vartheta_{KR} + \rho_0 \vartheta_{0R}$$

Рафинат ва экстракт эритмалари таркиби куйидаги жадвалда берилган:

Компонентлар	Эритмалар таркиби	
	Рафинат фазаси	Экстракт фазаси
	Хажмий микдори	Хажмий микдори
0-ксилол.....	0,05	0,1550
н-октан.....	0,95	0,0114
DMCO.....	-	0,8336
Жами:	1,00	1,0000

$$\rho_R = \rho_K \vartheta_{KR} + \rho_0 \vartheta_{0R} = 863,5 \cdot 0,05 + 680,4 \cdot 0,95 = 690 \text{ кг/м}^3$$

Унда рафинат эритмаси микдори:

$$R = 24,5 \cdot 690 = 16920 \text{ кг/соат}$$

Аппаратнинг материал балансидан экстрактнинг микдорини топамиз:

$$E = 77500 - 16920 = 60580 \text{ кг/соат}$$

Ксилол буйича материал балансни тугрилигини текшираимиз.

Бунинг учун хом-ашё, экстракт ва рафинатлар таркибини массасини аниқлаймиз. У куйидаги формула оркали топилади:

$$X_i = \vartheta_i \frac{\rho_{277i}^T}{\rho_{277n}^T}$$

Куйидаги жадвалда окимларнинг таркибини массавий хисоби берилган.

Окимлар	Компонентлар Хажми, ϑ_i .	Солиштира зичлиги, ρ_{277i}^T .	Компонентлар хажми, $x_i = \vartheta_i \frac{\rho_{277i}^T}{\rho_{277n}^T}$
Хом-ашё:			
н-октан.....	0,7	0,6849	0,648
о-ксилол.....	0,3	0,8668	0,352
Жами:	1,0	-	1,000
Рафинат эритмаси			
н-октан.....	0,95	0,6804	0,9374
о-ксилол.....	0,05	0,8635	0,0626
Жами:	1,00	-	1,0000
Экстракт эритмаси			
н-октан.....	0,0114	0,6849	0,0073
о-ксилол.....	0,1550	0,8668	0,1266
ДМСО.....	0,8336	1,1014	0,8661
Жами:	1,0000	-	1,0000

Хом-ашё таркибидаги о-ксилол микдори.

$$G_K = X_K G = 0,352 \cdot 25000 = 8790 \text{ кг/соат}$$

Рафинат эритмаси таркибидаги о-ксилолнинг микдори.

$$R_K = X_K R = 0,0626 \cdot 16920 = 1060 \text{ кг/соат}$$

Экстракт эритмаси таркибидаги о-ксилолнинг микдори.

$$E_K = X_K E = 0,1266 \cdot 60580 = 7680 \text{ кг/соат}$$

Колоннадан чиқаётгандаги о-ксилолнинг микдори.

$$R_K + E_K = 1060 + 7680 = 8740 \text{ кг/соат}$$

Экстракт таркибидаги о-ксилолнинг микдори.

$$\vartheta_{KE}'' = \frac{\vartheta_{KE}}{\vartheta_{KE} + \vartheta_{OE}} \cdot 100 = \frac{0,1150}{0,1150 + 0,0114} \cdot 100 = 93,1\% (\text{хажм})$$

Бу ерда: $\mathcal{G}_{KE}$ ва $\mathcal{G}_{OE}$ лар экстракт таркибидаги о-кислол ва н-октаннинг миқдорлари.

2. Колоннанинг иссиқлик баланси.

Бу ҳолда экстракторнинг иссиқлик баланси колонна юқори қисмида 318K температурани сақлаб туриш учун берилади. Эритувчининг температурасини аниқлаш. Иссиқлик балансини тузиш оддий бўлгани учун бу ерда ҳисоблаш олиб бормаймиз. Эритувчининг аппаратга тушаётгандаги температураси 319K га тенг.

3. Колоннадаги тарелкалар сони.

Карама-карши оқимли экстракторни назарий тарелкалар сони Альдерс формуласи асосида ҳисобланади:

$$\varphi = \frac{E - 1}{E^{n+1} - 1}$$

Бу ерда: φ - о-кислолнинг экстрактланмаган улуши;

п- колоннадаги назарий тарелкалар сони;

Е- экстракция коэффициенти.

Экстрактланмаган о-кислол улуши қуйидагига тенг:

$$\varphi = \frac{\mathcal{G}_{KR} R_0}{\mathcal{G}_K V_C} = \frac{0,05 \cdot 24,5}{0,30 \cdot 33,8} = 0,1207$$

Экстракция коэффициенти қуйидаги формула билан топилади.

$$E = K \frac{E_g}{R_g}$$

Бу ерда: к-о-кислолнинг таркалиш коэффициенти.

Бу ҳолда: к=0,47 га тенг.

$$E = 0,47 \frac{56,95}{24,5} = 1,09$$

Топилган қийматларни Альдерс формуласига қуямиз:

$$0,1207 = \frac{1,09 - 1}{1,09^{n+1} - 1}$$

Бу ердан: п=5,4.

Биз Ф.И.К. юқори бўлган элакли тарелкани танлаймиз.

Унинг Ф.И.К. $\eta_T = 0,3$ га тенг. Унда колоннадаги амалий тарелкалар сони:

$$N_P = \frac{n}{\eta_T} = \frac{5,4}{0,3} = 18$$

4. Колонна диаметрини ҳисоблаш.

Экстракцион колоннани диаметри ва тарелкалари орасидаги масофа бир-бирига боғланган. Тарелкалар орасида масофа қуйидагига тенг:

$$h_T = h_c + 0,2$$

Колонна диаметрини шундай танлаш керакки, бунда тарелкалар орасидаги масофа 0,25-0,6 м оралиқда бўлсин.

Бизнинг ҳолда пастки тарелкада минимал зичликлар фарқи қуйидагича тенг.

$$\Delta\rho = \rho_E - \rho_C = 1063 - 739 = 324 \text{ кг/м}^3$$

Экстракт фазанинг колонна пастидаги зичлиги:

$$\rho_E = \frac{60580}{56,95} = 1063 \text{ кг/м}^3$$

Тарелкада йигилган суюқлик катлами баландлиги,

$$h_c = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3$$

Колонна диаметрини $D_K = 1,2$ м деб оламиз. Унда кундаланг кесим юзаси қуйидагига тенг бўлади:

$$F_K = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{\pi D_K^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} = 1,13 \text{ м}^2$$

Колонна кундаланг кесим юзасининг тешиклар юзасига нисбати куйидагига тенг:

$$\psi = \frac{\pi d_0^2}{4F_k} = \frac{3,14 \cdot 0,005^2}{4 \cdot 1,13} = 17,4 \cdot 10^{-6}$$

Тарелкадаги тешикларнинг умумий юзаси:

$$F_0 = f_n F_k = 0,101 \cdot 1,13 = 0,114 \text{ м}^2$$

Тарелкадаги тешиклар сони:

$$n_0 = \frac{4F_0}{\pi d_0^2} = \frac{4 \cdot 0,114}{3,14 \cdot 0,005^2} = 5800$$

Дисперсланган фазанинг тарелкалар тешигидаги тезлиги куйидагича хисобланади:

$$\omega_0 = \omega_g \frac{F_k}{F_0}$$

Бу ерда: ω_g - дисперсланган фазанинг кайд этилган тезлиги.

$$\omega_g = \frac{E_g}{3600 F_k} = \frac{56,95}{3600 \cdot 1,13} = 0,014 \text{ м/с.}$$

Унда: $\omega_0 = \frac{0,014 \cdot 1,13}{0,114} = 0,139 \text{ м/с}$

Δh_1 учун кийматларни урнига куйиб куйидаги натижани оламиз:

$$\Delta h_1 = \frac{1063}{324} \cdot \frac{(1 - 17,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,139^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7^2} = 0,0066 \text{ м}$$

Δh_2 катталиги куйидаги формула билан хисобланади:

$$\Delta h_2 = E_n \frac{\omega_n^2 \rho_c}{2g\Delta\rho}$$

Бу ерда: E_n - тарелканинг гидравлик каршилик коэффиценти 1,5-4,5 га тенг.

ω_n - хамма фазанинг тезлиги; ρ_c - экстрактор пастки тарелкаси тагидаги барча фазаларнинг зичлиги.

Барча фазанинг куйилиш патрубкисидаги тезлиги.

$$\omega_n = \frac{V_c}{3600 S_3}$$

$$S_3 = f_{n.m} F_k = 0,03 \cdot 1,13 = 0,0339 \text{ м}^2$$

Куйилиш патрубкисининг ички диаметри:

$$d_g = 1,128 \sqrt{53} = 1,128 \sqrt{0,0339} = 0,207 \text{ м}$$

Куйилиш патрубкисининг ташки диаметри девор калинлиги $\delta_{cm} = 0,006 \text{ м}$ билан хисобласак,
 $d_T = 0,219 \text{ м}$.

$$\omega_n = \frac{33,8}{3600 \cdot 0,0339} = 0,278 \text{ м/с.}$$

Умумий фазанинг куйилиш патрубкисидан утаётгандаги рухсат этилган чегараси Стокс формуласидан фойдаланиб хисобланади.

$$\omega_{n.g} = \frac{g \Delta \rho d^2}{18 \mu_c}$$

d - томчилар диаметри, μ - умумий фазанинг динамик ковушкоклиги.

Умумий фазанинг $T_H = 313 \text{ К}$ даги динамик ковушкоклигини куйидаги формула билан хисоблаймиз:

$$\lg \mu_c = x'_0 \lg \mu_0 + x'_k \lg \mu_k$$

Бу ерда:

x'_0 ва x'_k - н-октан ва о-ксилолларнинг хом-ашёдаги моль микдори.

$$x'_0 = \frac{0,648 \cdot 114}{\frac{0,648}{114} + \frac{0,352}{106}} = 0,63.$$

$$x'_k = \frac{0,352 \cdot 106}{\frac{0,648}{114} + \frac{0,352}{106}} = 0,37.$$

Натижада:

$$\lg \mu_c = 0,37 \lg 0,00625 + 0,63 \lg 0,00425 = -2,31 = 3,69$$

ёки

$$\mu_c = 0,00492 / (см \cdot с) = 1,76 кс / (м \cdot соат)$$

Томчиларнинг диаметрини $d=0,001$ м деб қабул қилиб $\omega_{n.g}$ ни топамиз.

$$\omega_{n.g} = \frac{127 \cdot 10^6 \cdot 324 \cdot 0,001^2}{18 \cdot 1,76} = 1300 м / соат = 0,37 м / сек$$

Δh_2 учун аниқланган кийматларни қуйиб, бу ерда $E_n=4,5$ деб қабул қилиб қуйидагига эга буламиз:

$$\Delta h_2 = 4,5 \frac{0,278^2 \cdot 739}{2 \cdot 9,81 \cdot 324} = 0,04 м$$

$$\Delta h_3 = 1,5 \frac{\omega_0^2 \cdot \rho_c}{2g\Delta\rho} = 1,5 \frac{0,014^2 \cdot 739}{2 \cdot 9,81 \cdot 324} = 0,000034 м$$

Шундай қилиб, $h_c = 0,0066 + 0,04 + 0,000034 = 0,046634 м$

Дисперсланадиган катлам баландлигини $h_c=0,2$ м деб оламиз.

Тарелкалар орасидаги масофа қуйидагига тенг булиши керак:

$$h_T = 0,2 + 0,2 = 0,4 м$$

$0,25 < h_T < 0,6$ шарти бажарилади, шунинг учун $D_k=1,2$ м колонна диаметри тугри танланган.

5. Колоннанинг баландлигини ҳисоблаш.

Аппаратнинг ишчи баландлиги:

$$H_p = H_{p.k} + H_T + h_4 + 0,5$$

Бу ерда: $H_{p.k}$ - ажратиш камераси баландлиги, H_T - тарелкалар эгаллаган баландлик, H_4 - рафинатли қуйиш баландлиги.

Ажратиш камераси баландлигини тарелкалар орасидаги масофадан 5 марта катта қилиб оламиз.

$$H_{p.k} = 5h_T = 5 \cdot 0,4 = 2 м$$

Тарелкалар эгаллаган баландлик:

$$H_T = (N_p - 1)h_T = (18 - 1) \cdot 0,4 = 6,8 м$$

Рафинатнинг қуйилиш баландлиги:

$$H_4 = 2h_T = 2 \cdot 0,4 = 0,8 м$$

Унда:

$$H_p = 2 + 6,8 + 0,8 + 0,5 = 10,1 м$$

Ажратиш камерасида огир суюклик катламининг баландлиги:

$$h_1 = 0,5H_{p.k} = 0,5 \cdot 2 = 1 м$$

Рафинатнинг қуйилиш баландлиги:

$$H_3 = H_{p.k} + H_T + h_4 = 2 + 6,8 + 0,8 = 9,6 м$$

Колоннадаги умумий фаза катлами баландлиги:

$$h_2 = h_3 - h_1 = 9,6 - 1 = 8,6 м$$

II. Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва хавфсизлик техникаси.

3.1. Нефтни қайта ишлаш технологиясида

БНКИЗ да ишлатиладиган нефт ва нефт маҳсулотлари, катализатор ва реагентларнинг ёнғинга ва портлашга хавфли хусусиятлари уларнинг алангаланиш ҳарорати (портлаши) билан характерланади. ОНТП 24-86 га мувофиқ яъни “Бино ва хоналар категориясини портлаш ва ёнғин хавфи бўйича аниклаш”, бино ва хоналар уларда жойлашган материал ва маҳсулотларга қараб, А,Б,В,Г ва Д категорияларга бўлинади.

1) Категория А (портловчи ёнувчи) – Ёнилги газлар, алангаланиш ҳарорати 28⁰С дан ошмаган. О.А.С лар хонадаги босим 5 кПа дан ортганда осон алангаланиб, портлаши мумкин. Бундай маҳсулот ва материаллар сув, ҳаво ёки узаро таъсири орқали, хонадаги босим 5 кПа дан ошганда портлаши мумкин.

2) Категория Б (портлаш га ва ёнишга хавфли) – ёнилги чанглари ёки толалари. Алангаланиш ҳарорати 28⁰С дан ошмаган ОАСлар хонадаги босим 5 кПа дан ортганда чангли ҳаво ёки бугли ҳаво аралашмалари ҳосил қилиб, алангаланиши натижасида портлаши мумкин.

3) Категория В (Ёнғинга хавфли) – Ёнилги ва кийин ёнувчи суюқликлар, каттик ёкилги ва кийин ёнувчи маҳсулотлар ва материаллар (шунингдек тола ва чанглари), сув, ҳаводаги кислород ёки узаро таъсири орқали ёниши мумкин бўлган маҳсулот ва материаллар.

4) Категория Г – иссиқ ёки эриган ҳолдаги ёнмайдиган маҳсулот ва материаллар. Уларни қайта ишлаш жараёни иссиқлик нурларини ажралиб чиқиши, билан учкун ва аланга билан боради, ёнилги сифатида ишлатиладиган ёнилги газлари, суюқ ва каттик маҳсулотлар.

5) Категория Д – Совуқ ҳолдаги ёнмайдиган маҳсулот ва материаллар.

Электр жихозларни урнатиш қоидаларига мувофиқ, электр жихозларни танлашда портлашга хавфли ва ёнғинга хавфли бўлган зоналар катта аҳамиятга эга. Портлашга хавли зона бу, хона ёки хонадаги чегараланган жойда ёки ташқари қурилмада портлашга хавфли аралашма ҳосил бўладиган жойдир. Технологик ёнилги газлари ёки О.А.С буглари қурилмадан ажралиб чиқиши мумкин бўлган жойдан 5 м вертикал ва 5 метр горизонтал жой портлашга хавфли жой дейилади. Ёнғинга хавфли зона деб даврий ёки доимий равишда ёнилги (ёнувчан) маҳсулотлар билан боглиқ бўлган хоналар, яъни технологик жараён бузилганда ёнғинга хавфли зона ҳисобланади. Портлашга хавфли хонада ва ташқи қурилмада ишлатиладиган электр жихозлар хавфсизликни таъминласалар уларни портлашдан ҳимояланган деб айтадилар.

Портлашдан ҳимояланган электр жихозларни танлашда шу қурилма ишлатиладиган жойда портлашга хавфли аралашмалар концентрацияси ва категорияси, группаси аникланади. Категория максимал ораликнинг хавфсизлик катталиги билан аникланади, группаси эса – маҳсулотнинг уз-уздан алангаланиш ҳарорати билан аникланади.

Транспорт қилинадиган маҳсулотларнинг физика-химиявий хусусиятларига ва ишчи параметрларига қараб, трубопроводлар учун материаллар уларнинг классификацияси бўйича танланади.

НКИЗ ларида ёнғиннинг олдини олиш учун ёнғинга қарши тартиб-режим урнатилади. Бу режим объектларда ёнғин хавфсизлигини таъминлашга ёрдам беради.

НКИЗ лардаги ёнғинга қарши ҳимоя тизими қуйидагиларни уз ичига олган: автоматик ёнғинга қарши сигнализация воситалари, автоматик ва қушгалмас ёнғин учиратиш тизими. “Нефтни қайта-ишлаш саноатида ёнғин хавфсизлиги қоидалари” талабларига мувофиқ барча ишлаб чиқарувчи ва ёрдамчи иншоотлар, ташқаридаги қурилмалар бирламчи ёнғинни учиратиш воситалари билан таъминланган бўлиши керак. Бирламчи ёнғинни учиратиш воситаларига қуйидагилар қиради:

- қушқили қимёвий ут учирғич ОП-5, ОХП-10, ОХВП-10
- қушқили қислотали ут учирғич ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8
- қушқили қислотали –бром этилли ут учирғич ОУБ-3, ОУБ-7
- ҳаволи-қушқили ут учирғич ОВП-100, ОВПУ-250
- қум, войлок, асбестли ёпқич

Босим остида ишлайдиган идишлар ишга туширишдан олдин албатта синовдан утказилади. Босим остида ишлайдиган идишлар куйидагилар билан таъминланади: 1) Босим ва хароратни улчайдиган курилмалар ; 2) Тусикли арматуралар; 3) Суюклик сатхини курсатгичлар; 4) Сакланиш клапанлари:

“Босим остида ишлайдиган идишларни урнатиш ва хавфсизлик коидалари” га мувофик сакланиш клапанларининг сони ва уларнинг улчамлари шароитдан келиб чиккан холда хисоблаш йули билан танланади:

Аппаратдаги сакланиш клапанларини хисоблашда босимни кутарилиши

Ишчи босим, МПа	нормалари.
0,3 гача	< 0,5 МПа
0,3-6,0	< 15 % Р
> 6,0	< 10 % Р

Уз узини химоя килиш воситаларига куйидагилар: Махсус кийим, махсус оёк кийими, кулни химояловчи воситалар, противогазлар ва бошқалар мисол булади. Уз-узини химоя килиш воситаларидан фойдаланиш техника хавсизлиги коидаларига асосланган булиб, норма буйича берилади.

Махсус кийимлар химоялаш турига караб куйидаги группаларга булинади. Харорат тушганда, харорат кутарилганда, механик таъсирланишда; рентгент нурлари ва радиоактив махсулотларда: электр токида, электростатик зарядларда, электрли ва электромагнитли майдонда; чангларда; захарли махсулотларда, захарли булмаган махсулот эритмалари ва сувларда ва бошқаларда.

Махсус химояловчи кийимлар куйидаги турларга булинади: пальто, ярим пальто, ярим шуба, накидкалар, плашлар, халатлар, костюмлар, шимлар, комбензонлар, ярим комбензонлар, жакетлар, блузкалар, куйлаклар, фартуклар. Нефт ва нефт махсулотларидан химояловчи махсус кийимлар ГОСТ га биноан пахтали ва аралаш матолардан тайёрланади.

Махсус оёк кийими оёкларни шикастланишдан, агрессив махсулотлар таъсиридан, нефт ва нефт махсулотларидан, паст хароратлардан, исиб кетиш ва куйишлардан, чанг булувчи ва ифлослантирувчи махсулотлардан химоя килиш учун ишлатилади. Махсус оёк кийимлари куйидаги турларга булинади: Этик, ярим этик, ботинка, ярим ботинка, туфли, калиш, сандали, тапочка.

Нефт ва нефт махсулотларидан химояланишда поливинилхлорид ва каучукдан тайёрланган резина этикдан, кирза этикдан, «уонверт» типдаги ярим этикдан фойдаланилади.

Ишлаб чикаришда концентранган кислоталар, ишкорли ва бошка агрессив суюкликлар билан ишлаганда ишкорга ва кислотага бардошли резина этикдан поливинилхлорид ва каучукдан тайёрланган пластмассали этиклардан фойдаланилади.

Кулни химояловчи воситаларга кулкоплар киради.

Махсус оёк кийими ва кулни химоя килиш воситаларини танлашда кулай булиши учун улар маркаларга ажратилади.

Ахоли яшайдиган жойда атмосфера хавосини ифлослантириш мумкин булган зарарли моддалар учун 2 та норматив кабул килинган: максимал бир марталик ва уртача кунлик меъёрий мумкин булган концентрация (М.М.Б.К ёки ПДК). Бундан ташкари ишчи зонасида зарарли моддалар ММБК си нормалари аникланган. Ахоли яшайдиган жой хавосида меъёрий мумкин булган максимал бир марталик концентрация (мг/м^3) – бу шундай концентрацияки шу хавода 20-30 дакика булиши инсон организмига рефлектаторли реакцияларни олиб келмайди. Меъёрий мумкин булган уртача бир кунлик концентрация (мг/м^3) – бу шундай концентрацияки, инсон шу ишчи зонасида куп вақт булишига карамай унинг организмига шу зарарли моддалар салбий таъсир курсатамаслиги керак.

Хулоса

Курс ишим: «Ароматик углеводородларни экстракциялаш курилмаси экстракторни хисоблаш» мавзусида бажарилди. Ишни бажариш жараёнида куйидаги ишлар амалга оширилди:

1. Экстракторлар тузилиши ва ишлаш принциплари тахлил килинди;
2. Топширикда берилган шартлар буйича экстракторнинг хисоб кисми бажарилди;
3. Хаёт фаолияти хавфсизлиги ва экология масалалари урганилди.

Курс ишни бажаришдан мақсад махсус фанларни узлаштиришда ҳамда утилган мавзуларни янада мукаммал урганишга кумаклашади. Ушбу фан бизга ишлаб чиқариш корхоналарида кулланилаётган жараёнларни бориши ҳамда уларни амалга оширувчи курилмаларни ишлаш принциплари, курилмаларда жараён давомида келиб чиққан носозликларини олдини олиш, бартараф этиш, ускуна ва курилмаларни хисоблаш усуллари каби билимларни берди.

Адабиётлар:

1. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Под ред. Е.Н.Судакова. -М.: Химия, 1979.
2. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. — М.: Химия, 1980.
3. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. -Л.: Химия, 1985.
4. Танатаров М.А. и др. Технологические расчеты установок переработки нефти. — М.: Химия, 1987,
5. Рудин М.Г., Дробкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. — Л.: Химия, 1980.
6. Рудин М.Г., Смирнов Г.Ф. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. —Л.: Химия, 1984.
7. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа: В 2 ч. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов.-М.: Химия, 1980.-Ч. 2.
8. «Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа». под.ред. Б.И. Бондаренко. – М., «Химия», 1993
9. Уильям Л. Леффлер.Переработка нефти. М.:Олимп-бизнес, 1999