

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

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ  
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИҒ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ  
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИҒ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“НЕФТЬ-ГАЗ КИМЁ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯСИ”  
йўналиши**

**“НЕФТЬ-ГАЗ КИМЁ САНОАТИ МАХСУС ЖИҲОЗЛАРИНИҒ  
КОНСТРУКЦИЯСИ, ҲИСОБИ ВА ЛОЙИХАЛАШ АСОСЛАРИ”**

**модулидан**

**ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА**

**ТОШКЕНТ – 2021**

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648 сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастур асосида тайёрланди

**Тузувчи:** Р.Р. Ҳайитов – ЎзР ФА Умумий ва нооргник кимё институти  
“Кимёвий технология ва СФМ” лабораторияси катта илмий  
ходими, к.ф.н.

**Такризчи:** К.Г. Каримов – ТКТИ “Нефть ва газни қайта  
ишлаш кимёвий технологияси” кафедраси  
доценти, к.ф.н

Ўқув-услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети  
Кенгашининг 2020 йил 18 декабрдаги 4 сонли йиғилишида кўриб чиқилиб,  
фойдаланишга тавсия этилди.

## МУНДАРИЖА

<b>I. ИШЧИ ДАСТУР .....</b>	<b>4</b>
<b>II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ .....</b>	<b>9</b>
<b>III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР .....</b>	<b>12</b>
<b>IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ .....</b>	<b>108</b>
<b>V. ГЛОССАРИЙ .....</b>	<b>134</b>
<b>VI. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР.....</b>	<b>140</b>

# **I. ИШЧИ ДАСТУРИ**

## **Кириш**

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чоратadbирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Ушбу ўқув ишчи дастурда кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси, турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмалари, модда алмашилиш жиҳозларининг махсус конструкциялари ва каталитик крекинг реакторлари ҳақида маълумотлар кенг ёритилиб берилган.

## **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

**Модулнинг мақсади:** педагог кадрларнинг мутахассислик фанларини ўқитишда ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий-методик даражада таъминлаган ҳолда нефть маҳсулотларини ишлаб чиқариш ва нефть-кимё махсус жиҳозларининг конструкциялари, ҳисоби ва эксплуатацияси, ҳамда уларни ишлаб чиқаришда тутган ўрни назарий билимларини мукамал билган ҳолда касбий билим, кўникма ва малакаларини янгилаш иборат.

### **Модулнинг вазифаси:**

- нефть, газ конденсати ва газни қайта ишлаш технологияси бўйича илмий асосни шаклланиши;
- аппаратлар ва қурилмаларда содир бўладиган кимёвий ва физикавий жараёнларнинг материал ва иссиқлик балансларини тузишни;
- лаборатория ишларини бажариш технологиясини мужассам қилиниши ва олинган маълумотлар асосида ҳисоботлар тузишни;

- ишлатиладиган хом ашёлар, олинадиган тайёр маҳсулотларнинг физикавий, кимёвий ва технологик хоссалари, уларга қўйиладиган талаблар;
- нефть, газ конденсати ва газни қайта ишлашда олинадиган маҳсулотларни ишлаб чиқаришдаги жараёнлар ва аппаратлар тўғрисидаги билимларни шаклланишини таъминлашдир

### **Модулни ўзлаштиришга қўйиладиган талаблар**

**Кутилаётган натижалар:** Тингловчилар «Нефть-газ кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси, ҳисоби ва лойиҳалаш асослари» модулини ўзлаштириш орқали қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

#### **Тингловчи:**

- кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкциясини;
- лойиҳалаш асосларини;
- ускуналарни ҳисоблаш усулларини;
- турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмаларини;
- замонавий тиндиргичлар, центрафугалар, циклонларнинг конструкцияларини;
- иссиқлик алмашилиш жиҳозларининг замонавий конструкцияларини;
- Қобик қувурли, паластинали ва бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш жиҳозларидаги жараёнларни жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементларни;
- модда алмашилиш жиҳозларининг махсус конструкцияларини;
- абсорбер ва десорберларнинг замонавий конструкцияларини;
- ускуналарни ҳисоблаш методларини **билиши** лозим.

#### **Тингловчи:**

- жиҳозларни ишлашини таҳлил этиш;
- ажратиш қурилмаларини ҳисоблаш ва ишлатиш
- иқлик алмаштиргичларни ишлатиш;
- иссиқлик алмашилиш жиҳозларида жараённи жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементларидан фойдаланиш **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

#### **Тингловчи:**

- абсорбер ва десорберларнинг замонавий конструкцияларини ҳисоблаш;
- ректификацион коллонналарнинг замонавий конструкциялари ҳисоблаш;
- замонавий экстракторлар ва уларни ҳисоблаш усулларини технологик жараёнга тадбиқ этиш;
- насадкали абсорберларни ҳисоблаш;
- тарелкали абсорберларни ҳисоблаш **малакаларига** эга бўлиши лозим.

## **Тингловчи:**

- модда алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;
- қобик қувурли, пластинали ва бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш жиҳозларида жараёни жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементларни таҳлил қилиш **компетенциясига** эга бўлиши лозим.

### **Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

«Нефть-газ кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси, ҳисоби ва лойиҳалаш асослари» модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан ҳамда маърузанинг интерфаол шаклларида;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, “Кичик гуруҳларда ишлаш”, “Инсерт”, “Кейс стади” ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

### **Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Нефть-газ кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси, ҳисоби ва лойиҳалаш асослари” модули ўқув режадаги “Нефть ва газ кимёси”, “Нефть ва газни йиғиш ҳамда узатишга тайёрлаш” ва “Технологик жиҳозларни коррозиядан химоя қилиш” модули билан узвий алоқада ўрганилади.

### **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Фан олий таълим муассасалари педагог ходимларининг нефть кимё саноатининг асосий маҳсулотлари ва уларни олиш технологиясида содир буладиган кимёвий жараёнларнинг назарий ва амалий асосларини такомиллаштиришга қаратилганлиги билан аҳамиятлидир.

## Модулар бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклариси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси.	4	2	2	
2.	Турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмалари.	4	2	2	
3.	Модда алмашиниш жиҳозларининг махсус конструкциялари.	6	2	4	
4.	Каталитик крекинг реакторлари.	4	2	2	
	<b>Жами:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	

### МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

#### 1-мавзу: Кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси.

Машина ва аппаратлар ҳақида умумий тушунчалар. Ускуналарнинг асосий синфлари ва уларнинг таркиби. Ишлаб чиқариш ускуналарига қўйиладиган асосий талабалар. Ускуналарни ҳисоблаш методлари. Технологик ҳисоблаш. Механик ҳисоблаш.

#### 2-мавзу: Турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмалари.

Қобик қувурли иссиқлик алмашиниш аппаратлари. Иссиқлик алмашиниш жиҳозларининг замонавий конструкциялари. Қобик қувурли, пластинали ва бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш жиҳозларида жараёни жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементлар.

#### 3-мавзу: Модда алмашиниш жиҳозларининг махсус конструкциялари.

Даврий ишлайдиган ректификацион колонналар. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион қурилмалар. Колонналарни ишлатиш. Ректификацион колонналарни ҳисоблаш. Абсорберларнинг тузилиши. Насадкали абсорберлар. Суюқликни сочиб берувчи абсорберлар. Абсорберларни ҳисоблаш. Насадкали абсорберларни ҳисоблаш. Тарелкали абсорберларни ҳисоблаш.

#### 4-мавзу: Каталитик крекинг реакторлари

Каталитик крекинг реакторлари. Лифт –реакторли каталитик крекинг қурилмаси реактори. Қолдиқ хом ашёнинг иккита регенераторли каталитик қурилмаси реактори. Микросферик катализатор.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

### 1-амалий машғулот:Кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси.

Модда алмашилиш қурилмаларини ҳисоблашни ва лойиҳалашни ректификацион колоннани ҳисоблаш.

### 2- амалий машғулот: Турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмалари.

Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблашни ва лойиҳалашни қобиқ-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблаш.

### 3- амалий машғулот: Каталитик крекинг реакторлари.

Каталитик крекинг ва риформинг реакторини ҳисоблаш. Каталитик риформинг жараёнини ҳисоблаш.

## ТАЪЛИМНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ШАКЛЛАРИ

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тўтади.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларида фойдаланилади:

- маъруза;
  - амалий машғулот.
- Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:
- жамоавий;
  - гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
  - якка тартибда.

**Жамоавий ишлаш** – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

**Гуруҳларда ишлаш** – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (3 тадан – 7 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин.

*Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик бажаришни назарда тўтади.

*Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топширикларни бажаришни назарда тўтади.

**Якка тартибдаги шаклда** - ҳар бир таълим олувчига алоҳида- алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши



## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

### «ФСМУ» методи

**Технологиянинг мақсади:** Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

### Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:



иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

### Қўлланилиши:

**Савол:** Инициаторлар концентрациясини полимерланиш даражасига таъсири.

**Топшириқ:** Мазкур саволга муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

### “Тушунчалар таҳлили” методи

**Методнинг мақсади:** мазкур метод талабалар ёки қатнашчиларни мавзу

буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташҳис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- ўқувчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- ўқувчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулик изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намоёйиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

**Мавзуга қўлланилиши:** янги мавзу ўтишдан олдин тингловчиларнинг бирламчи билимларини аниқлаш ва фаоллаштириш мақсадида мавзу юзасидан қўйидаги тушунчалар берилади. Вазифаларни бажаришлари учун тарқатма материаллар берилади. Тингловчилар тарқатма материалга тушунчалар мазмунини ёзади. Машғулот давомида мазкур тушунчалар га таърифлар берилади.

Бериладиган тарқатма материалдаги вазифа:

Тушунчалар	Мазмуни
Жихоз	
Аппарат	
Гидромеханика	
Механик	
Модда алмашиниш	
Иссиқлик ўтказиш	
Конвекция	
Иситкич	
Ректификация	
Адсорбция	
Абсорбция	
Экстракция	
Риформинг	

**Изоҳ:** Иккинчи устунчага тингловчилар томонидан фикр билдирилади.

## “Венн диаграмма” методи

**Методнинг мақсади:** Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

### Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништириладилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштириладилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

**Намуна:** Қурилманинг иссиқлик балансини тузишдаги асосий параметрлар.



### III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

#### 1-мавзу: Кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси.

##### Режа:

1. Машина ва аппаратлар ҳақида умумий тушунчалар.
2. Ускуналарнинг асосий синфлари ва уларнинг таркиби.
3. Ишлаб чиқариш ускуналарига қўйиладиган асосий талабалар.
4. Ускуналарни ҳисоблаш методлари.
5. Технологик ҳисоблаш.
6. Механик ҳисоблаш.

**Иборалар ва таянч сузлар:** машина, аппарат, конструкция, гидромеханика, механика, модда алмашилиш, иссиқлик алмашилиш, ректификация, абсорбция, адсорбция, конвекция, иссиқлик баланси, моддий баланс, конструктив ҳисоб.

Нефть ва газни қайта ишлаш заводларида нефть ва газ хом-ашёсидан турли хилдаги маҳсулотлар, яъни бензин, газ, керосин дизель ёкилғиси, мойлар, парафин, битум, мазут, нафтен кислоталар, сульфокислоталар, деэмульгаторлар, кокс ва ҳоказолар қайта ишлаб олинади. Бунинг асосида эса турли физик ва кимёвий жараёнлар ётади. Бундай жараёнларга мисол қилиб газлар, суюқлик ва қаттиқ жисмларнинг транспортировкаси, маҳсулотларни иситиш, совитиш, аралаштириш, қуритиш, бир жинсли бўлмаган суюқ-газ аралашмасини ажратиш, қаттиқ моддалар устида олиб бориладиган турли механик ва физик-кимёвий жараёнларни айтишимиз мумкин. Кейинги йилларда нефтьни қайта ишлаш саноатида кимёвий жараёнлардан нефть хом-ашёсини қайта ишлашнинг асоси сифатида кенг қўлланилмоқда. Умумий ҳолда нефтьни қайта ишлаш ва кимё саноатида бориш қонуниятларига кўра 5 турдаги жараёнлардан фойдаланилади. Булар қуйидагилар:

1. Гидромеханик жараёнлар (газ ва суюқликларни аралаштириш, уларни сиқиш, узатиш, турли жинсли системаларни ажратиш);
2. Иссиқлик алмашилиш жараёнлари (иситиш, совитиш, буғлатиш, конденсациялаш);
3. Модда алмашилиш жараёнлари (суюқликларни ҳайдаш, ректификация, абсорбция, адсорбция, экстракция, кристаллизация ва қуритиш);
4. Механик жараёнлар (қаттиқ жисмларни майдалаш, ташиш, эзиш, элаш, аралаштириш);
5. Кимёвий жараёнлар (кимёвий реакциялар).

Гидромеханик жараёнларни амалга ошириш учун қуйидаги аппарат ва машиналар ишлатилади: насослар, компрессорлар, филтрлар, тиндиргичлар, аралаштиргичлар, центрифугалар ва бошқа аппаратлар.

Иссиқлик алмашилиш жараёнлари учун: қувурли печлар, барча иссиқлик алмашилиш аппаратлари.

Модда алмашилиш жараёнлари учун: колоннаги аппаратлар – ректификацияловчи колонналар, абсорберлар, адсорберлар, десорберлар, экстракторлар, кристаллизаторлар, қуритгичлар ва хоказолар.

Механик жараёнлар учун: майдалаш тегирмонлари, пресслар, элаклар, аралаштиргичлар ва бошқалар.

Кимёвий жараёнлар турли реакцион аппаратлар, яъни реакторларда олиб борилади. Барча аппаратлар жараённи ташкил қилиш усулига кўра даврий ишловчи ва узлуксиз ишловчи аппаратларга бўлинади. Даврий ишлайдиган аппаратларда маълум ажратилган вақт мобайнида муайян миқдордаги хом-ашё ва материалларга ишлов берилади. Жараён амалга оширилгач, аппарат ишдан тўхтатилиб, ҳосил бўлган маҳсулотлар чиқарилади. Аппаратга хом-ашёнинг навбатдаги миқдори киритилади. Даврий ишлайдиган аппаратлар мана шу циклда ишлайди.

Узлуксиз ишлайдиган аппаратларга доимий равишда хом-ашё кириб, ҳосил бўлган маҳсулотлар чиқарилиб турилади. Бу турдаги аппаратларда жараён узлуксиз равишда амалга оширилади.

Мазкур фанда нефть ва газни қайта ишлаш корхоналари асосий ускуналарининг тузилиши, ишлаш принципи, уларни ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг усуллари ўрганилади.

### **1.1. Машина ва аппаратлар ҳақида умумий тушунчалар**

Корхоналарда тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш технологик жараённинг якуний натижасидир. Машина ва инсонларнинг хом-ашё, материаллардан муайян сифатли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш учун бажарган ҳаракатлар йиғиндисига ишлаб чиқариш жараёни дейилади. Технологик жараён ишлаб чиқариш жараёнининг бир қисми бўлиб, у хом-ашё шакли, хоссалари ва ҳолатини ўзгартириш билан бевосита боғлиқдир.

Технологик жараён бир иш жойида бажариладиган бир қанча технологик операциялардан иборат.

Технологик операция инсон ва машина иштирокисиз ҳам амалга оширилиши мумкин. Аммо машина ва аппаратларининг қўлланилиши операцияларини тезлатиб, уларни бошқариш ва кам вақт, меҳнат сарфлаб юқори сифатли маҳсулот олиш имконини беради.

Машина - энергия, материал шаклини ўзгартириш учун зарур маълум мақсадли ҳаракатларни амалга оширадиган механик қурилмадир.

Машинанинг асосий вазифаси - ишни енгиллаштириш ва унумдорликни ошириш мақсадида инсон ишлаб чиқариш функциясини тўлиқ ёки қисман алмаштиришдир.

Бажарадиган функциясига кўра энергия шаклини ўзгартирадиган энергетик машиналар, предмет шакли, ҳолатини ўзгартирадиган иш машиналари мавжуд.

Энергетик машиналарга электродвигателлар, турбиналар, буғ машиналари, компрессорлар киради.

Машина уч қисмидан иборат: энергия қабул қилувчи қисм (электродвигатель, буғ турбинаси), узатиш механизми (ричаг, занжирли, тасмали, тишли) ва ижро этувчи механизм.

Аппаратларда машиналардан фарқли ҳолда энергия бир кўринишдан иккинчисига айланмайди.

Агрегат - биргаликда ишлайдиган бир неча машинанинг механик бирикмасидир.

Узлуксиз линия - ўзаро боғлиқ ва синхрон ишлайдиган жиҳозлар тўпламидир. Бунда ҳар бир иш жойида маълум тартибда алоҳида технологик операциялар амалга оширилади. Узлуксиз линиялар технологик жараёни узлуксиз ташкил қилиш, уларни автоматлаштириш ва механизациялаштириш имконини беради.

Жараён, ҳодиса, система ва техник қурилма бирор хоссасини характерловчи катталиқка параметр дейилади. Механик, электр, технологик параметрлар мавжуд. Шунингдек бош, асосий ва ёрдамчи параметрлар ҳам бўлиши мумкин.

Бош параметрларга жиҳознинг иш унумдорлиги, иш ҳажми, иш юзаси мисол бўлади.

Иситиш ёки совитиш температуралари, маҳсулот намлиги ва концентрациялари асосий параметрлардир. Ишчи органнинг айланишлар сони, электродвигатель қуввати, сув, буғ сарфи, машина ўлчамлари ёрдамчи параметрлардир.

Барча машина ва аппаратлар йиғма бирлик ва гуруҳларга бирлашган маълум сондаги деталлардан иборат.

Ишлаб чиқариш корхонасида тайёрланадиган ҳар қандай деталь ёки уларнинг тўпламига буюм дейилади.

Номи ва маркази жиҳатдан бир жинсли бўлган материаллардан тайёрланган буюм деталь дейилади. Ўзаро пайвандлаш, кавшарлаш, бураш йўли билан бириктириладиган деталлар тўпламига йиғма бирлик дейилади. Йиғма бирлик ажраладиган ва ажралмайдиган бўлиши мумкин.

Ўзаро боғлиқ функцияларни бажариш учун мўлжалланган икки ёки ортиқ буюмлар тўплами комплекс дейилади.

Ҳар қандай машина ёки механизм ишлаганда унинг деталлари маълум турдаги ҳаракатни амалга оширади: айланма, илгириланма- қайтма, тебранма, планетар.

Бир жисмнинг иккинчисига нисбатан маълум ҳаракатчан бирикмаси кинематик жуфтлик дейилади.

Алоҳида звенолар орасидаги кинематик боғланишни изоҳлаш мақсадида кинематик схемалар тузилади.

## **1.2. Ускуналарнинг асосий синфлари ва уларнинг таркиби**

Ишлаб чиқариш саноатида жиҳозларни 5 та асосий синфларга ажратиш мумкин.

1. Машина двигателлари ва энергия ҳосил қилувчи машиналар ва қурилмалар;
2. Кўтариш ва ташиш машиналари ва ускуналари;
3. Технологик жиҳозлар;
4. Аналитик ҳисоблаш машиналари ва ЭҲМ;
5. Бошқарувчи машиналар.

Технологик жиҳозлар маҳсулотга таъсир қилиш характериға кўра шартли равишда аппарат ва машиналарға бўлинади.

Аппаратларда асосан иссиқлик алмашинув, физик-кимевий жараёнлар олиб борилади. Аппаратни характерловчи асосий қисмларидан бири ишлов ёки жараён олиб боровчи сиғим ҳисобланади. Унда маҳсулотнинг кимевий ёки физикавий хоссалари ўзгаради.

Машиналарда маҳсулотга механикавий таъсир кўрсатиб уларнинг шакл кўриниши, ўлчамлари ва баъзи бир физикавий параметрлари ўзгартирилади. Машиналарда маҳсулотга ишлов берувчи қисми таъсир кўрсатувчи ҳисобланади.

Технологик жиҳозларнинг қисмлари:

1. Электродвигатель;
2. Ишлов берувчи қурилма;
3. Бажарувчи механизм-ишлов берувчи қурилмани берилган қонун билан ҳаракатга келтирувчи қисми;
4. Трансмиссион узатмалар;
5. Жараённи бошқариш (назорат ва ростлаш) қурилмалари.

## **1.3. Ишлаб чиқариш ускуналарига қўйиладиган асосий талабалар**

Ишлаб чиқариш жиҳозлари ва аппаратларига қуйидаги талаблар қўйилади:

а) Ишлаб чиқариш жиҳозлари ва аппаратлари юқори техникавий иқтисодий кўрсаткичларға эға бўлиши керак. Масалан: оғирлиги, габарит ўлчамлари, жиҳоз эгаллайдиган юза сирти, электр энергия, сув ва буғ сарфи, ишлатиш ва таъмирлаш билан боғлиқ харажатлар, жиҳознинг баҳоси ва бошқа

кўрсаткичлар рационал бўлиши лозим;

б) Жихозлар прогрессив технология талабларини қондириши керак. Бу жихозларда хом-ашёнинг исроф миқдори жуда кам бўлишига интилиш керак;

в) Машиналарнинг конструкциялари механикавий томондан ишончли бўлиши керак, мустаҳкам, барқарор ва узок муддат ишлайдиган бўлиши лозим;

г) Ишлов берувчи қисмларининг қайси материалдан тайёрланиши муҳим аҳамиятга эга. Танланган материал ишлов бераётган маҳсулот ва муҳит таъсири остида чидамли бўлиши керак. Бундан ташқари ишчи қисмлар тайёрланган материалнинг емирилиш даражаси жуда кичик бўлиши керак, ҳамда маҳсулотнинг сифатига таъсир қилмаслиги лозим;

д) Жихозлар конструкцияси оптимал технологик жараён талабларини ҳисобга олиб тайёрланиши керак. Бунинг учун янги машина ва жихозларни яратишда асосан иккита муҳим масала ҳисобга олиниши лозим: юқори иш унумдорлигини ва узок муддат ишлашини таъминлаш; тайёрлаш, таъмирлаш ва ишлатишда максимал иқтисодий тежамкорликка эришиш;

е) Ишлаб чиқаришда баъзи бир жараёнларни жадаллаштириш жихозларнинг ишлов берувчи қисмларнинг катта тезликда ҳаракатланишини талаб қилади. Шунинг учун, айланма ҳаракатда бўладиган қисмлар статик ва динамик томондан мукамал бўлиши керак. Тез айланувчи қисм ва деталлар мукамал бўлмаса, таянчлар ва иншоотларда тебраниш ҳосил бўлади, подшипникларда ейилиш тезлашади, энергия ҳаражатлари ошади, иш унумдорлиги пасаяди, таъмирлаш ишлари кўпаяди;

з) Жихоз конструкцияси қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим: кинематик узатиш занжирлари кам бўлиши; автоматлаштириш қулайлиги; техника хавфсизлиги ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш қоидаларига риоя қилиш; юқори ишлаб чиқариш суратига эга бўлиши;

#### **1.4. Ускуналарни ҳисоблаш методлари**

Ҳар қандай аппарат ёки машинани тайёрлашдан олдин унинг лойиҳаси ишлаб чиқилади. Жараён учун муҳим, ўхшаши бўлмаган қурилмаларни лойиҳалаш 2 босқичда олиб борилади. Биринчи босқич техник лойиҳалаш деб номланади. Бу босқичда принципаал саволлар ва бир қанча катта-катта ҳисоблашлар ечилади. Техник лойиҳа ўзида аппаратни ишлатиш мақсадини, конструкциялари тўғрисида тўлиқ маълумотни, фойдали ва зарарли томонларини ҳисоблашлар натижасида хатоликларга йўл қўймасликни мужассамлаштиради. Барча маълумотларга эга бўлиб, ҳисоблашлар тўлиқ амалга оширилгач, иккинчи босқичда аппаратнинг эскиз чизмаси тайёрланади. Одатда қуйида келтирилган маълумотлар лойиҳа учун асосий ҳисобланади: аппаратнинг иш режими, сарф нормалари, нормал иш шароити, хом-ашёнинг коррозия ва захарли ҳолати ва техника хавфсизлигига бўлган талаб. Ишлаб



чиқариш қуввати хом-ашё, маҳсулот, полуфабрикат, реагент, иссиқлик ва совуқлик ташувчиларга нисбатан берилган бўлади. Иш режими узлуксиз ишлайдиган қурилмаларнинг иш давомийлигига ва даврий равишда ишлайдиган аппаратларнинг циклик ишлаши учун кўриб чиқилади. Агар баъзи маълумотлар берилмаган бўлса, улар ҳисоблаб топилади. Аппарат ва машиналарни лойиҳалашда биринчи навбатда технологик ҳисоблашлар амалга оширилади.

### 1.5. Технологик ҳисоблаш

Технологик ҳисоблаш аппаратнинг оптимал иш режимини таъминлайдиган асосий ўлчамларини аниқлашдан иборат. Бунинг учун қайта ишланадиган материалларнинг модда оқимлари, энергия сарфи аниқланади. Аппаратнинг технологик ҳисоблаш маълум кетма-кетликда олиб борилади. Биринчи навбатда модда ва энергиянинг сақланиш қонунига асосланиб моддий ва иссиқлик баланс тенгламаси тузилади.

$$\sum G_k = \sum G_v + \sum G_{i.m}; \quad (1.1)$$

бу ерда:  $G_k$  - бошланғич моддалар массаси;  $G_v$  – охириги моддалар массаси;  $G_{i.m}$  – йўқотилган маҳсулотларнинг эътиборга олинмайдиган даражадаги миқдори.

Иссиқлик баланс тенгламаси:

$$\sum Q_k = \sum Q_v + \sum Q_i; \quad (1.2)$$

бу ерда:  $\sum Q_k$  - бошланғич иссиқлик миқдори;  $\sum Q_v$  - ҳосил бўлган маҳсулотлар билан чиқиб кетадиган иссиқлик миқдори;  $\sum Q_i$  - атроф-муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори.

Агар жараён иссиқлик ажралиши билан борса, иссиқлик эффекти «+» ишора билан белгиланади. Агар иссиқлик ютилиши билан борса, иссиқлик эффекти «-» ишора билан белгиланади. Қулай шароит яратиш учун материал ва иссиқлик баланслари схема ва жадвал шаклида берилади. Мураккаб аппаратларда моддий ва иссиқлик баланси аппаратларнинг алоҳида қисмлари учун тузилади. Моддий ва иссиқлик балансини тузиб бўлгач, охириги бошқа ўлчамларни аниқлаш учун ҳаракатланувчи куч ва жараён тезлиги аниқланади. Маълумки, система мувозанатга келгунча жараён давом этади. Масалан: 2 та турли температурали маҳсулот ўртасида иссиқлик алмашилиш жараёни иккаласининг температураси бир хил бўлгунча, яъни система мувозанатлашгунча давом этади. Бу икки маҳсулот ўртасидаги ҳар хил температура иссиқлик алмашилиш жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи ҳисобланади. Ҳар қандай аппаратни ҳисоблашда ишчи ва мувозанат

параметрлардан ҳаракатлантирувчи кучни аниқлаб олиш керак. Қуйидаги тенглама билан жараённинг ҳаракатлантирувчи кучни аниқлаш мумкин.

$$\frac{M}{F \cdot \tau} = \Delta K ; \quad (1.3)$$

бу ерда:  $M$ - берилаётган маҳсулот ёки иссиқлик миқдори;  $F$ - иссиқлик алмашилиш юзаси;  $\tau$  - жараён кечиши учун кетган вақт;  $\Delta$  - жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи;  $K$  – жараён тезлигини характерловчи пропорционаллик коэффиценти.

(1.3) тенгламадан аппаратнинг ишчи юзаси топилади. Шу тенгламадан  $F=Va$  ни билган ҳолда аппаратнинг ишчи ҳажми  $V$  ни аниқлашимиз мумкин. Бу ерда:  $a$ - аппаратнинг бирлик ҳажмидаги юзаси.

Аппаратнинг ишчи ҳажми ва жараён чизиқли тезлигини билган ҳолда кўндаланг юзасини аниқлаш мумкин:

$$S = \frac{V_{сек}}{\omega} ; \quad (1.4)$$

Юзани аниқлагач, цилиндрсимон аппаратлар учун диаметр  $D$  ни топамиз.

$$D=2\sqrt{\frac{S}{\pi}} ; \quad (1.5)$$

Аппаратнинг узунлиги ёки баландлигини

$$H = \frac{V}{S} \quad (1.6)$$

тенгламадан аниқлаймиз.

$V$ - аппаратнинг ишчи ҳажми;

$S$  – кўндаланг кесим юзаси;

$H$ - аппарат баландлиги ёки узунлиги.

Даврий равишда ишлайдиган аппаратларнинг ишчи ҳажми  $V$  – қуйидаги формула орқали топилади:

$$V = \frac{V_{сум} \cdot \tau \cdot k}{24 \cdot \varphi} ; \quad (1.7)$$

бу ерда:  $V_{сум}$  – аппаратлар гуруҳи ёки аппаратларнинг суткалик ишлаб чиқариш қуввати;

$\tau$  - технологик цикл, яъни асосий жараён ва ёрдамчи операцияларнинг кечиши учун кетган вақт;

$k$  – ишлаб чиқариш қувватининг заҳира коэффиценти;

$\varphi$  - аппаратни тўлдириш коэффиценти. Бу катталиқ одатда 0,4-0,9 га тенг деб олинади. Агар ҳисоблаш мобайнида жуда катта ишчи ҳажм  $V$  ҳосил бўлса, битта аппаратнинг берилган ҳажми  $V_a$  орқали аппаратлар сони аниқланади.

$$n = \frac{V}{V_a} ; \quad (1.8)$$

Қуйида цилиндрсимон аппаратларнинг ГОСТ га кўра нормал ишчи ҳажмлари келтирилган. Улар 1м<sup>3</sup> дан – 200 м<sup>3</sup> гача.

1,00	2,5	6,3	16,0	40,0	100
1,25	3,2	8,0	20,0	50,0	125
1,60	4,0	10,0	25,0	63,0	160
2,00	5,0	12,5	32,0	80,0	200

Агар аппаратнинг ҳажмини ҳисоблаб топсак, унинг бошқа ўлчамларни аниқлаш қийинчилик туғдирмайди. Бунинг учун аппаратнинг кўндаланг кесими берилган бўлса, унинг баландлигини топиш мумкин ва аксинча аппарат баландлиги берилган бўлса, кўндаланг кесими юзасини топиш мумкин. Бундан ташқари аппарат диаметрини ҳам топиш мумкин. Технологик ҳисоблашда аппаратнинг асосий ўлчамлари қаторида иссиқлик режими, иссиқлик ташувчининг сарфи, напор йўқотилиши талаб қилинган қувват ва бошқа параметрлар ҳисоблаб топилади ёки берилган бўлади.

### **1.6. Механик ҳисоблаш**

Жараёнлар бориши учун лойиҳаланадиган ускуналар уларга таъсир қилувчи параметрлар турличалиги билан фарқланади. Температура, босим ва муҳитнинг физик-кимёвий хоссалари асосий ишчи параметрлар бўлиб ҳисобланади. Технологик қурилмалар иш шароитида ишлов бериладиган муҳит билан доимий равишда контактда бўлиши билан характерланади. Қурилма ишлаши мобайнида унга муҳитнинг физик-кимёвий хусусиятига боғлиқ ҳолда кучли агрессив таъсирлар бўлади.

Қурилмалар фойдаланишга мустаҳкам ва хавфсиз бўлиши керак. Юқори ишлаб чиқариш қуввати, муҳитнинг ёнғин ва портлашга хавфсизлиги, қурилманинг узлуксиз ишлаши нефтьни қайта ишлаш заводлари қурилмаларини лойиҳалашга қушимча талаблар қўяди.

Автоматик бошқариш ва жараённинг берилган режимини ушлаб туриш қурилмани ҳар қандай вазиятда ишлашини таъминлайди. Қурилманинг яроқлилиги биринчи навбатда унинг конструкциясига ва тўғри фойдаланишга боғлиқ. Конструкциялар фойдаланиш, таъмирлашлардан кейин ҳам ўзининг яроқлилигини сақлаган ҳолда қурилманинг узоқ муддат ишлашини таъминлаши зарур. Қурилманинг узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун конструкцияларнинг ишлаш муддатини узайтириш (аппарат деворини қалинроқ қилиш, машиналар валининг диаметрини катта қилиш ва бошқалар) ёки юқори сифатли конструкцион материаллардан фойдаланиш мумкин. Лекин бу қурилма нархининг ортишига олиб келади. Қурилма конструкциялари ташиш, монтаж ва таъмирлаш ишларига қулай бўлиши керак, яъни материал сарфининг

камлиги, арзон ва ноёблиги. Конструкцияларни мустаҳкамликка ҳисоблаш тўлиқ ва аниқ тартибда ўтказилса, уларга қўйилган барча талабларни қониқтириши мумкин. Аппарат ёки машина конструкцияларининг барча ўлчамларини тўлиқ аниқлаб бўлингач, машинасозлик заводларида уларнинг ишчи чизмалари ва қурилманинг ўзи тайёрланади. Кейинги йилларда нефтьни қайта ишлаш саноатида жараёнлар ва қурилмаларнинг хилма-хил турлари ишлатилишига қарамасдан, аппарат ва машиналар, уларнинг деталлари қаторининг унификацияси борасида катта ишлар олиб борилмоқда. Бу эса уларни лойиҳалашни, тайёрлашни ва улардан фойдаланишни енгиллаштиради.

### **Назорат саволлари**

1. Машина ва аппаратнинг фарқи нимадан иборат?
2. Машиналар синфларини тушунтириб беринг.
3. Жиҳозларга қўйиладиган асосий талаблар нималардан иборат?
4. Технологик жараён деб нимага айтилади? Мисоллар келтиринг.
5. Технологик операция деб нимага айтилади? Мисоллар келтиринг.
6. Йиғма бирлик деб нимага айтилади? Мисоллар келтиринг.
7. Узлуксиз линияга таъриф беринг ва мисоллар келтиринг.
8. Машина қандай қисмлардан тузилади?
9. Машинанинг иш унумдорлиги ҳақида маълумот беринг

### **Адабиётлар**

1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
2. Салимов З.С. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. Дарслик. Т. 2012. 510 бет.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Дарслик. Шарқ НМАК. Т. 2003. 646 бет.
4. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. - М.: Химия, 2003.
5. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 126 с.
6. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 1. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа. 2003. – 912 с.
8. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 2. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа, 2003. – 872 с.

9. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 1. – Т.: Ўзбекистон, 2005. – 366 б.
10. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 2. – Т.: Ўзбекистон, 2006. – 237 б.
11. Левш В.И., Салимов З. Очистка газовых выбросов в аппаратах с турбулизированным газожидкостным слоем. – Т.: Фан, 2004. – 152 с.
12. Салимов З., Батаев В.В. Повышение эффективности адсорбционной очистки газовых выбросов. – Т.: Фан, 2003. – 96 с.
13. Салимов З., Кадыров И., Сайдахмедов Ш. Полифункциональные катализаторы и гидрогенизационные процессы нефтепереработки. – Т.: Фан, 2000. – 110 с.
14. Раджапов У., Умиров Р., Салимов З. Пневматический транспорт и пневмосепарация волокнисто-сыпучих материалов. – Т.: Фан, 2002. – 274 с.
15. Салимов З., Раҳмонов Т. Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнлари ва қурилмалари. – Т.: Университет. 2003. – 320 б.
16. Раҳмонов Т., Салимов З., Умиров Р. Мокрая очистка газов в аппаратах с подвижной насадкой. – Т.: Фан, 2005. – 162 с.
17. Салимов З., Раҳмонов Т. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. I қисм. – Т.: Чўлпон, 2007. – 255 б.

## **2-мавзу: Турли жинсли системаларни ажратиш замонавий қурилмалари.**

### **Режа:**

1. Қобик қувурли иссиқлик алмашилиш аппаратлари.
2. Иссиқлик алмашилиш жиҳозларининг замонавий конструкциялари.
3. Қобик қувурли, пластиналар ва бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш жиҳозларида жараённи жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементлар.

**Иборалар ва таянч сўзлар:** иссиқлик алмашилиш аппаратлари, иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция, турба тўри, иситкич, совуткич, ребойлер, рекуперация, қобик труба, пластинкалар, труба ичида труба, рейнольдс сони, иссиқлик баланси.

Иссиқлик алмашилиш қурилмалари хом-ашё ва тайёр маҳсулотларни иситиш ва совутишда ишлатилади. Нефть кимёси ва нефтьни қайта ишлаш корхоналарида иссиқлик алмашилиш аппаратлари умумий қурилмаларнинг 50 % ини ташкил қилади.

Нефтьни қайта ишлаш корхоналарида иссиқлик алмашилиш ускуналарига умумий металл сарфининг 30 % и тўғри келади.

Иссиқлик алмашилиш қурилмалари ишлаш принципига кўра рекуператив, регенератив, аралаштирувчи турларга бўлинади.

Рекуператив (ёки сиртий) иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иссиқлик ташувчилар девор билан ажратилган бўлиб, иссиқлик шу девор орқали ўтказилади.

Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қаттиқ жисмдан ташкил топган бирта юза навбат билан турли иссиқлик ташувчи агентлар билан контактда бўлади, натижада бу жисм бир иссиқлик ташувчидан олган иссиқлигини иккинчисига беради.

Аралаштирувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаларида икки иссиқлик ташувчи агент бир-бири билан ўзаро контактда бўлади.

Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари ўз навбатида қобиқ - қувурли, "қувур ичида қувур" типдаги, змеевикли, пластинари, ғилофли, спиралсимон, қовурғали ва бошқа турларга бўлинади.

Нефть кимёси ва нефтьни қайта ишлаш саноатида асосан санаб ўтилган биринчи беш турдаги сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари кенг қўлланилади.

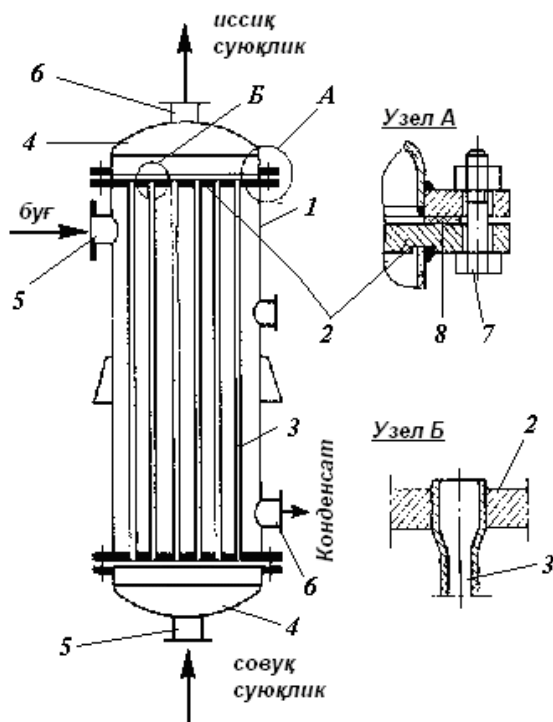
### **2.1. Қобиқ қувурли иссиқлик алмашиниш аппаратлари**

Бу турдаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари қобиқ ичида жойлашган қувурлар тўпламидан ташкил топган бўлиб, умумий аппаратларнинг 80% ини шу турдаги қурилмалар ташкил қилади. Бунда қувурлар икки томондан қувур тўрига қотирилган бўлади, натижада қувурлар ташқи сирти, қобиқ ва қувур тўри билан чегараланган қувурлар орасидаги бўшлиқ ҳамда иссиқлик алмашиниш қувурларининг ички сирти ва иккита қопқоқ билан чегараланган қувурлар ички бўшлиғи юзага келади. Ушбу қурилмаларда иссиқлик қувурларнинг девори орқали узатилади. Қувурлар орасидаги бўшлиқдан асосан юзани ифлослантормайдиган, чўкма ҳосил қилмайдиган иссиқлик ташувчилар юборилади. Қувурлар ички бўшлиғидан эса асосан иситилаётган ёки совитилаётган суюқлик юборилади. Иссиқлик ташувчиларнинг ҳаракат тезлигини ошириш ёки жараёни интенсивроқ олиб бориш мақсадида бу қурилмаларнинг иккала бўшлиғи ҳам кўп ҳолларда бир неча йўлли қилиб тайёрланади. Бир йўлли қобиқ-қувурли иссиқлик алмашиниш қурилмаси, қобиқ 1, қувур тўрлари 2, қувурлар 3, қопқоқ 4, иссиқлик ташувчилар кирадиган ва чиқадиган патрубклар 5, 6, болт 7 ва прокладка 8 дан иборат (3.1- расм).

Иссиқлик ташувчиларнинг тезлигини ошириш мақсадида кўп йўлли иситкичлар ишлатилади. Бу иситкичларда суюқликнинг сарфи кам бўлганда уларнинг қувурлардаги тезлиги кичик бўлиб, натижада иссиқлик алмашиниш коэффициенти ҳам кам бўлади.

Кўп йўлли иситкичларда қувурларни секцияларга бўлиш учун ёки муҳитнинг ҳаракат йўлининг сонига қараб, иситкичнинг қопқоғи билан қувур тўрининг орасига кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади. Бунда ҳар бир секциядаги

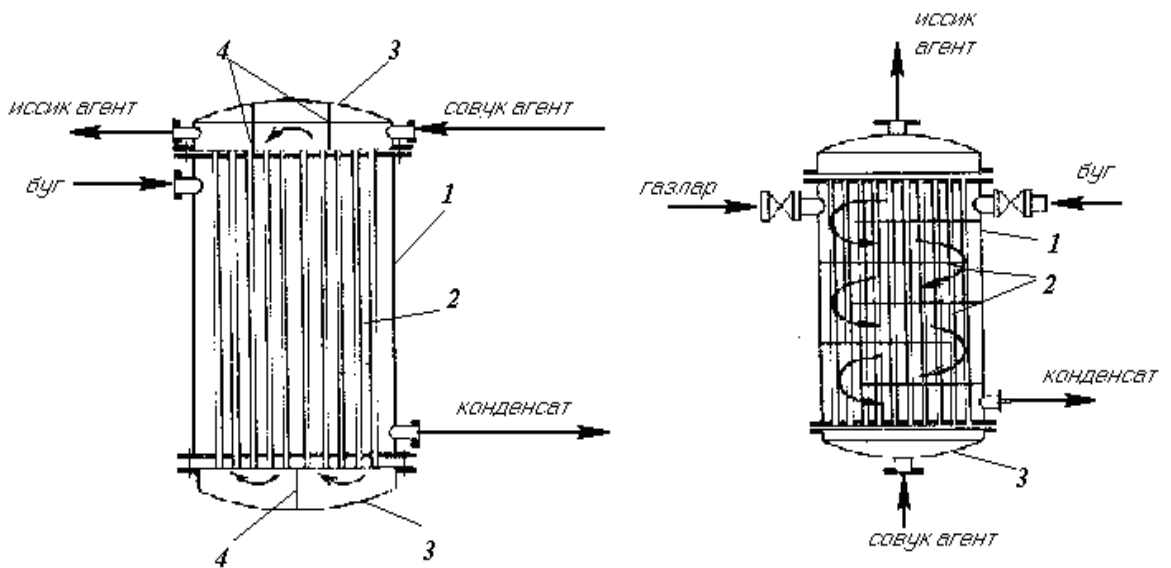
қувурларнинг сони бир хил бўлиши керак. Кўп йўлли иситкичларда бир йўлли иситкичларга нисбатан муҳитларнинг тезлиги йўлларнинг сонига қараб пропорционал ўзгаради.



**3.1- расм. Бир йўлли қобиқ қувурли иситкичлар:**

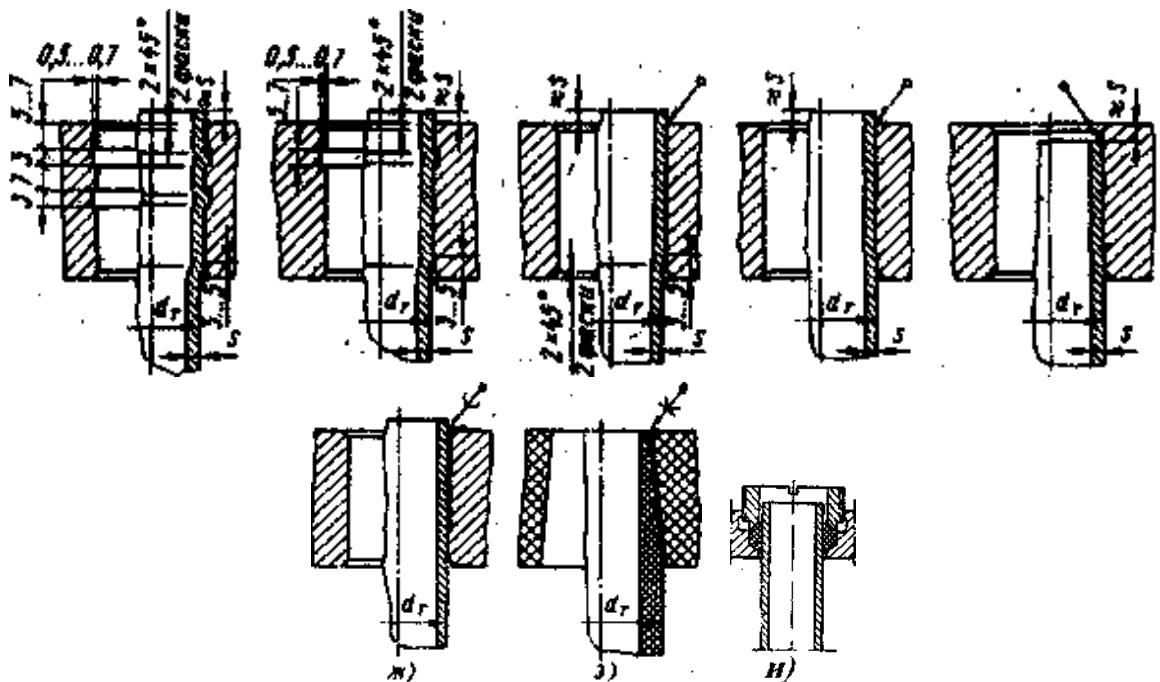
1 – қобиқ; 2 – қувур тўрлари; 3 – қувурлар; 4 – қопқоқ; 5,6 – иссиқлик агентлари кирадиган ва чиқадиган штуцерлар; 7 – болт; 8 – қистирма.

Саноатда 4-6 йўлли иситкичлар ишлатилади, чунки йўлларнинг сони ортиб бориши билан иситкичнинг гидравлик қаршилиги ортиб, қурилманинг конструкцияси мураккаблашади. Қобиқ-қувурли иситкичларда қобиқ билан қувурлар орасидаги температураларнинг фарқига қараб қувур ва қобиқнинг узайиши ҳар хил бўлади. Шунинг учун қобиқ қувурли иситкичлар конструкциясига кўра икки хил бўлади: 1) қўзғалмас тўрли иситкичлар; 2) компенсаторли иситкичлар.



**3.2 - расм. Кўп йўлли қобиқ қувурли иситкичлар:**

1 – қобиқ; 2 – қувурлар; 3 – қопқоқ; 4 – кўндаланг тўсиқлар.



**3.3 – расм. Қувурларни қувур тўрларига бириктириш усуллари.**

а – иккита каналга развальцовка қилиш; б – битта каналга развальцовка қилиш; в – пайвандлаш ва развальцовка қилиш; г, д – пайвандлаш; е – текис тешикга развальцовка қилиш ва четини буклаш; ж – кавшарлаш; з – елимлаш; и – сальник билан зичлаш.



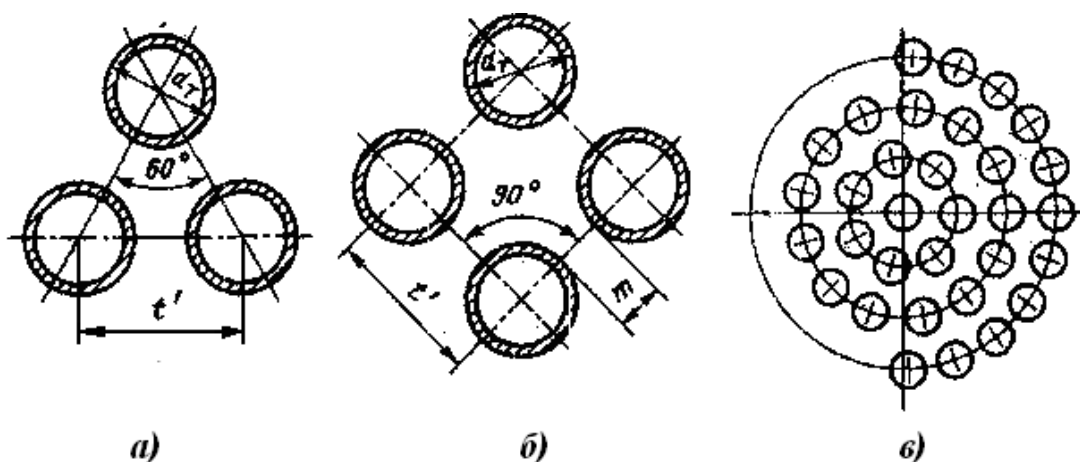
## 2.2. Иссиқлик алмашиниш жихозларининг замонавий конструкциялари

Қўзғалмас тўрли иситкичларда иссиқлик таъсирида қувурлар ва қобик ҳар хил узаяди, шу сабабли бундай иситкичлар қувурлар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда ( $50^{\circ}\text{C}$  гача) ишлатилади.

Қувурлар тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ва сальниклар ёрдамида бириктирилади (3.3 - расм).

Қобик – қувурли қурилмаларда қувурлар тўр пардага асосан 3 хил усул билан жойлаштирилади (3.4 -расм):

- а) тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб;
- б) концентрик айланалар бўйлаб;
- в) квадратнинг томонлари бўйлаб.



### 3.4 - расм. Қувурларни қувур тўрларида жойлаштириш схемаси.

*а – тенг ёнли учбурчак чўққиларида; б – квадрат чўққиларида; в – айлана бўйлаб.*

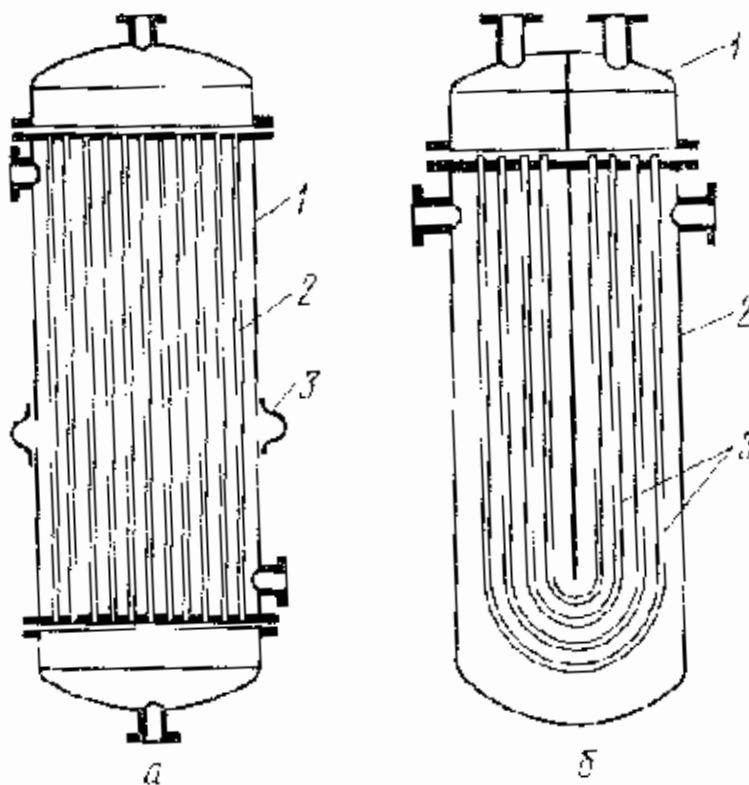
Температуралар фарқи  $50^{\circ}\text{C}$  дан катта бўлганда қувурлар ва қобикнинг ҳар хил узайишини компенсациялаш мақсадида линзали компенсаторли (5.5- расм, а) ва U – симон қувурли (3.5-расм, б) ва сузувчан каллакли қобик қувурли иситкичлар ишлатилади.

Линзали компенсатор иситиш қувурлари ва қурилма девори ўртасидаги босим гача бўлганда ишлатилади.

U – симон қобик қувурли иситкичларда иссиқлик таъсирида қувурларнинг узайишидаги компенсацияни қувур қурилмаларининг ўзи бажаради.

3.6-расмда сузувчан каллакли қобик қувурли иситкич тасвирланган. Унда қувур тўрларидан бири қобикқа маҳкамланмаган бўлади, шунинг учун температура деформацияси натижасида қувурлар тўплами корпус ичида эркин қўзғала олади.

Иситкич қуйидагича ишлайди. Маҳсулот оқимларидан бири штуцер орқали тақсимлаш камерасига берилади, сўнгра қувурлар бўшлиғи орқали ўтиб, ҳаракатланадиган қувурлар тўри ва унинг қопқоғи ҳосил қилувчи камерага ўтади. Камерада ўз йўналишини ўзгартириб, қолган қувурлар орқали яна тақсимлаш камерасига қайтади. Бу камера текис тўсиқ ёрдамида икки қисмга бўлинган. Шундай тўсиқлар ёрдамида иситкични қувурлар бўшлиғи бўйича 2, 4 ва ундан ортиқ оқимларга ажратиш мумкин.



**3.5 – расм. Температура юқори бўлганда қобиқ ва қувурларни узайтиришни ҳисобга олувчи қобиқ-қувурли иситкичлар:**

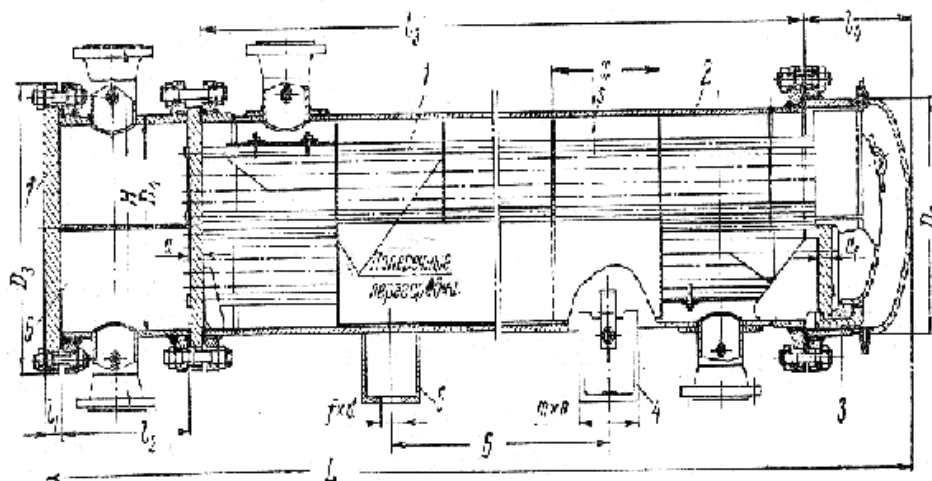
*а) линза компенсаторли; б) U - симон қувурли.*

Иккинчи маҳсулот оқими қувурлараро бўшлиққа берилади, қувурларни ювиб, ундан чиқарилади. Бундай иситкичларнинг аксари қувурлараро бўшлиқ бўйича бир йўлликдир. Суяқликнинг қувурлараро йўлини узайтириш учун, унда қалинлиги 5 мм бўлган кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади. Тўсиқлар орасидаги масофа 0,2 м дан 50  $d_m$  гача қабул қилинади. Бу тўсиқлар шунингдек, қувурлар тўплами учун таянч вазифасини ҳам бажаради.

Кўзгалувчан каллакли иситкич ажралувчан бўлиб, қувурлар тўпламини корпусдан осон чиқариб олиш мумкин. Бу эса қувурларни тозалаш, кўрикдан ўтказиш ва таъмирлашни осонлаштиради.

Нефтьни қайта ишлаш технологиясида буғ бўшлиқли иситкичлар кенг ишлатилади. Бундай аппарат сферик қопқоқли горизонтал цилиндрсимон

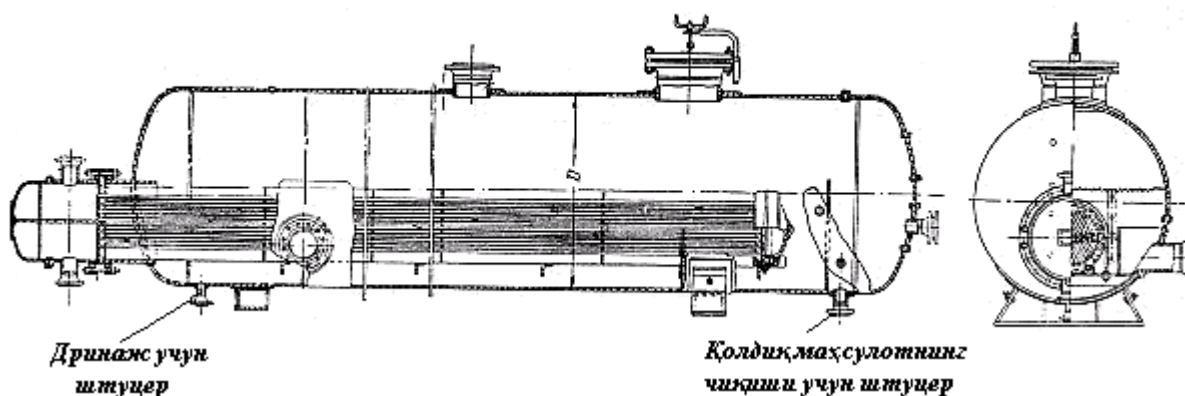
корпуси бўлиб, унинг ичида бир – учта қувурлар тўплами ўрнатилади. Корпусга нефть маҳсулоти берилади ва қувурлар бўшлиғи орқали ўтадиган буг билан иситилади.



**3.6-расм. Сузувчи каллакли иссиқлик алмашиниш қурилмаси (бир йўлли)**

1,2 – асос; 3 – сузувчи каллак; 4 – ҳаракатланувчи таянч.

Иситкич корпуси 0,8; 1,6; 2,5  $MH/m^2$  босимга, қувурлар тўплами эса 1,6; 2,5; 4,0  $MH/m^2$  босимга ҳисобланган. Корпус 1400, 1600, 2000, 2400 ва 3000 мм диаметрли қилиб тайёрланади.



**3.7– расм. Буг бўшлиқли сузувчи каллакли иситкич**

### **2.3. Қобик қувурли, пластинали ва бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш жихозларида жараённи жадаллаштириш учун қўлланиладиган элементлар.**

Қувурлар тўплами шундай жойлаштириладики, энг юқори қувур аппарат корпуси ўқидан пастда бўлиши лозим. Иситкич ичидаги суюқлик сатҳи қуйилиш пластинаси ҳолатини ўзгартириш йўли билан ростлаб турилади.

Бунда суюқлик сатҳи устидаги буғ бўшлиғи баландлиги  $0,35 D$  дан кам бўлмаслиги лозим. Шундай ҳолатда суюқлик сатҳидан буғланиш яхши бўлиб, аппарат рационал ишлаши таъминланади. Ҳар қандай режимда ишлашидан қатъий назар, қувурлар тўплами суюқликка ботиб туриши шарт. Энг устки қувур суюқликка камида  $100 \text{ мм}$  ботиб туриши лозим.

Аппарат корпусига берилган суюқлик, буғлатилгач, қуйилиш пластинасида ошиб ўтиб, орқа бўлимда тўпланади ва насос ёрдамида ҳайдалади. Бу бўлимдаги суюқлик сатҳи сатҳ регулятори ёрдамида автоматик равишда ростлаб турилади. Бўлимдаги суюқлик сатҳи  $0,5 D$  гача бўлади.

Аппарат ичида, суюқлик кириш штуцери устида айвонча ўрнатилган бўлиб, кираётган суюқлик оқимини қувурлар бўшлиғида бир текис тақсимланишини таъминлайди.

### **Назорат саволлари**

1. Конструкцияси бўйича иссиқлик алмашилиш аппаратлари классификациясини тушунтиринг.
2. Иссиқлик ташувчилар йуналиши бўйича иссиқлик алмашилиш аппаратлари классификациясини тушунтиринг.
3. Иссиқлик алмашилиш аппаратлари конструкциясини танлашга қўйилган талаблар нималардан иборат?
4. Қобик қувурли аппаратларнинг камчилик ва афзалликларини тушунтиринг.
5. Қобик қувурли аппаратларнинг қандай синфлари мавжуд?
6. Қўзғалмас қувур тўрли аппаратнинг тузилишини тушунтиринг.
7. Кузгалувчи каллакли аппарат тузилишини тушунтиринг.
8. Бир ва кўп йўлли аппаратлар схемаларини тушунтиринг.
9. Қобик қувурли аппаратлар асосий элементларига нималар киради?
10. Қобик қувурли аппаратларни мустақкамликка ҳисоблаш тартибини тушунтиринг.

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
2. Салимов З.С. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. Дарслик. Т. 2012. 510 бет.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Дарслик. Шарқ НМАК. Т. 2003. 646 бет.
4. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. - М.: Химия, 2003.

### **3-мавзу. Модда алмашиниш жихозларининг махсус конструкциялари.**

#### **Режа:**

1. Даврий ишлайдиган ректификацион колонналар
2. Даврий ишлайдиган ректификацион колонналар
3. Колонналарни ишлатиш.

Узлуксиз ишлайдиган ректификацион қурилмалар

4. Ректификацион колонналарни ҳисоблаш

5 Колонналарни ишлатиш

**Иборалар ва таянч сузлар:** модда алмашиниш, колонна, ректификация, адсорбция, абсорбция, экстракция, кристаллизация, тарелка, насадка, бойитиш, буғлатувчи колонна, абсорбент, адсорбент, атмосфера босими, вакуум колонна

#### **3.1. Даврий ишлайдиган ректификацион колонналар**

Модда алмашиниш ёки диффузион жараёнлар нефтьни қайта ишлаш заводларида кенг тарқалган жараёнлардан ҳисобланади. Бу жараёнларнинг технологик вазифалари турлича бўлсада, аммо барчасининг моҳияти шундан иборатки, диффузия йўли билан модда бир фазадан иккинчисига ўтиши билан аралашмалар ажратилади.

Диффузион жараёнлар қайтар бўлиб, уларнинг йўналиши фазалар мувозанати, модда алмашинувчи фазалардаги ҳақиқий концентрациялар, температура ва босим билан белгиланади.

Ҳар бир модда алмашиниш аппарати муайян модда алмашиниш жараёни номи билан аталади. Масалан, ректификацион колонна суюқ ва газ фазалар орасида компонентларни аниқ ажратиш учун борадиган ректификация жараёнини амалга ошириш учун ишлатиладиган аппарат бўлиб ҳисобланади. Адсорберларда қаттиқ ва суюқ фазалар орасидаги моддаалмашиниш, экстракторларда иккита суюқ фазалар орасидаги моддаалмашиниш жараёнлари боради.

Асосий моддаалмашиниш аппаратлари – ректификацион колонналар, адсорбцион, абсорбцион, экстракцион аппаратлар металл сифими бўйича нефтьни қайта ишлаш заводларидаги барча қурилмаларнинг ярмидан кўпини ташкил этади.

Фазаларнинг контакт усулига кўра колоннали аппаратлар тарелкали, насадкали ва пленкали турларга, аппаратдаги босимга кўра атмосфера босимли, юқори босимли ва вакуумли турларга бўлинади.

Ишлатиладиган барча колоннали аппаратларнинг 60 % и тарелкали ва 40 % и насадкали колонналардир.

Тайёрлашнинг қийинлиги ва таннархининг юқорилиги натижасида пленкали колонналар кам ишлатилади.

Ректификацион қурилмалар асосан икки турга бўлинади: 1) поғонали контактли қурилмалар (тарелкали колонналар); 2) Узлуксиз контактли қурилмалар (плёнкали ва насадкали колонналар). Тарелкали, насадкали ва айрим плёнкали қурилмалар ички тузилиши (тарелка, насадка) га кўра абсорбцион колонналарга ўхшаш бўлади. Ректификацион колонналарни ҳисоблаш ҳам бир ҳар типдаги абсорбцион қурилмаларни ҳисоблашдан фарқ қилмайди. Фақат дастлаб юқориги ва пастки колонна алоҳида ҳисобланади, сўнгра ректификацион қурилманинг умумий иш баландлиги аниқланади. Ректификацион колонналар (абсорберлардан фарқли) кўшимча иссиқлик алмашилиш қурилмалари (иситгич, қайнатгич, ҳайдаш куб, дефлегматор, конденсатор, совитгич) билан таъминланган бўлади. Бундан ташқари атроф муҳитга тарқаладиган иссиқликнинг йўқолишини камайтириш учун ректификацион колонналар иссиқлик ҳимояси билан қопланади.

### **3.2. Даврий ишлайдиган ректификацион колонналар**

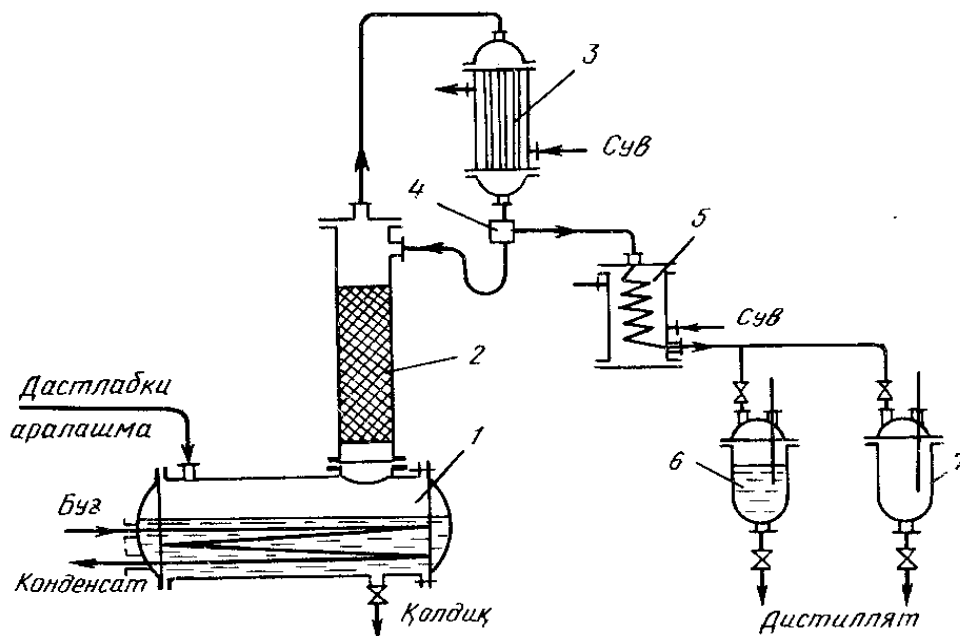
Даврий ишлайдиган ректификацион қурилмалар. Кичик ишлаб чиқаришларда даврий ишлайдиган ректификацион қурилмалар қўлланилади. Дастлабки аралашма ҳайдаш кубига берилади. Куб ичига иситувчи змеевик жойлаштирилган бўлиб, аралашма қайнаш температурасигача иситилади. Ҳосил бўлган буғлар ректификацион колоннанинг охириги тарелкасининг пастки қисмига ўтади. Буғ колонна буйлаб кўтарилган сари енгил учувчан компонент билан тўйиниб боради. Дефлегматордан колоннага қайтган бир қисм дистиллят флегма деб юритилади. Флегма (суюқ фаза) колоннанинг энг юқори тарелкасига берилади ва пастга қараб ҳаракат қилади. Суюқ фаза пастга ҳаракат қилишида ўз таркибидаги енгил учувчан компонентни буғ фазасига беради. Буғ ва суюқ фазаларнинг бир неча бор ўзаро контакти натижасида буғ фазаси юқорига ҳаракат қилгани сари енгил учувчан компонент билан тўйиниб борса, суюқлик эса пастга томон ҳаракат қилгани сари таркибида қийин учувчан компонентнинг миқдори ошиб боради.

Ўрнатиш ва таъмирлашни осонлаштириш мақсадида тарелкалар орасидаги масофа 450 мм дан кам бўлмаган қийматда қабул қилинган.

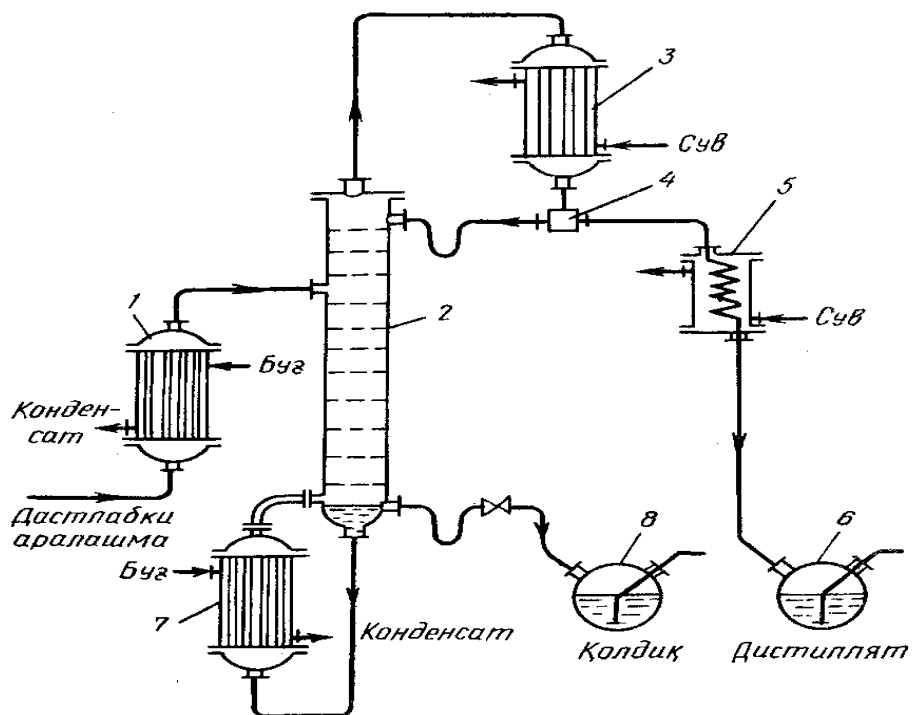
Колоннанинг юқориги қисмидан буғлар дифлегматорга ўтади ва у ерда тўла ёки қисман конденсацияга учрайди. Буғлар тўла конденсацияланганда ҳосил бўлган суюқлик ажратгич ёрдамида икки қисм (дистиллят ва флегма)га ажралади. Охириги маҳсулот (дистиллят) совитгичда совитилгандан сўнг, йиғиш идишига юборилади. Кубда қолган қолдиқ суюқлик керакли таркибига эришгандагина жараён тўхтатилади, қолдиқ туширилади ва цикл қайтадан бошланади. Қолдиқни тегишли таркибга эга бўлишини унинг қайнаш температурасига қараб аниқланади (4.1-расм).

### 3.3. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион қурилмалар

Бундай қурилмалар саноатда кенг ишлатилади. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион қурилманинг принципиал схемаси 4.2-расмда кўрсатилган. Қурилманинг асосий қурилмаси ректификацион колоннадир. Колонна цилиндрсимон шаклда бўлиб, унинг ичига тарелкалар ёки насадкалар жойлаштирилган бўлади.



4.1- расм. Даврий ишлайдиган ректификацион қурилма схемаси:  
1-ҳайдаш кубии; 2-ректификацион колонна; 3-дефлегматор; 4-ажратгич;  
5-совиткич; 6,7-ийигичлар.



#### **4.2- расм. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион қурилма схемаси:**

*1 -иситгич; 2-ректификацион колонна; 3-дефлегматор; 4-ажратгич; 5-совитгич; 6-дистиллят йиғгич; 7-қайнатгич; 8-қолдиқ маҳсулотни йиғгич.*

Ректификацион колонналарда ректификация жараёни буғ ва суюқ фазанинг кўп марта ўзаро контакти таъсирида амалга ошади. Шу мақсадда колонна махсус контакт қурилмалари- тарелкалар билан таъминланган бўлади. Тарелкалар колонна ичида горизонтал ҳолатда ўрнатилади.

Дастлабки аралашма иситгичда қайнаш температурасигача иситилади, сўнгра колоннанинг таъминловчи тарелкасига юборилади.

Таъминловчи тарелка қурилмани икки қисмга (юқориги ва пастки колоннага) бўлади. Юқориги колоннада буғнинг таркиби энгил учувчан компонент билан бойиб боради, натижада таркиби тоза энгил учувчан компонентга яқин бўлган буғлар дефлегматорга берилади. Пастки колоннадаги суюқлик таркибидан максимал миқдорда энгил учувчан компонентни ажратиш олиш керак, бунда қайнатгичга кираётган суюқликнинг таркиби асосан тоза ҳолдаги қийин учувчан компонентга яқин бўлиши керак.

Шундай қилиб, колоннанинг юқориги қисми буғ таркибини оширувчи қисм ёки юқориги колонна деб аталади. Колоннанинг пастки қисми эса суюқликдан энгил учувчан компонентни максимал даража ажратувчи қисм ёки пастки колонна деб аталади.

Колоннанинг пастидан юқorigа қараб буғлар ҳаракат қилади, бу буғлар колоннанинг пастки қисмига қайнатгич (иссиқлик алмашилиш қурилмаи) орқали ўтади. Қайнатгич одатда колоннанинг ташқарисида ёки унинг пастки қисмида жойлашган бўлади. Бу иссиқлик алмашилиш қурилмаси буғнинг юқorigа йўналган оқими ҳосил қилади. Колоннанинг юқорисидан пастга қараб суюқлик ҳаракат қилади. Буғлар дефлегматорда конденсацияга учрайди. Дефлегматор совуқ сув билан совитилади. Ҳосил бўлган суюқлик ажратгичда икки қисмга ажралади. Биринчи қисм флегма колоннанинг юқори тарелкасига берилади. Шундай қилиб, колоннада суюқ фазанинг пастга йўналган оқими юзага келади. Иккинчи қисм – дистиллят совитилгандан сўнг йиғгичга юборилади.

Дефлегматорда буғлар тўла ёки қисман конденсацияга учрайди. Биринчи ҳолда конденсат иккига бўлинади. Биринчи – қисм флегма қурилмага қайтарилади, иккинчи қисм эса дистиллят (ректификат) ёки юқори маҳсулот совутгичда совитилгандан сўнг, йиғиш идишига юборилади. Иккинчи ҳолда эса дефлегматорда конденсацияга учрамаган буғлар совитгичда конденсацияланади ва совитилади: бу ҳолда ушбу иссиқлик алмашилиш қурилмаси дистиллят учун конденсатор – совутгич вазифасини бажаради.



Колоннанинг пастки қисмидан чиқаётган қолдиқ ҳам икки қисмга бўлинади. Биринчи қисм қайнатгичга юборилади, иккинчи қисм (пастки маҳсулот) эса совитгичда совитилгандан сўнг йиғиш идишига тушади.

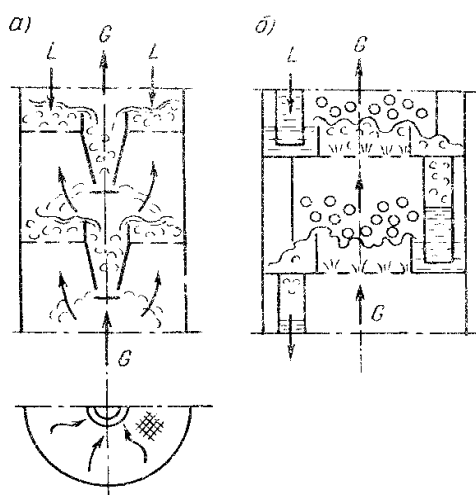
Ректификацион қурилмалар одатда назорат-ўлчаш ва бошқарувчи асбоблар билан жиҳозланган бўлади. Бу асбоблар ёрдамида қурилманинг ишини автоматик равишда бошқариш ва жараённи оптимал режимларда олиб бориш имкони туғилади.

Ректификацион колонна корпусида хом-ашё, флегма ва буғни киритиш, тайёр маҳсулотлар, қолдиқни чиқариш, босим, температура ва сатҳни ўлчаш асбобларини ўрнатиш учун штуцерлар кўзда тутилган.

Тарелкали контакт қурилмаларини кўп белгиларига кўра синфларга ажратиш мумкин. Масалан: суюқликни бир тарелкадан кейинги тарелкага узатиш усулига кўра улар суюқликни қуйилиш мосламали ва қуйилиш мосламаси бўлмаган турларга бўлинади.

Қуйилиш мосламали тарелкалар махсус каналларга эга бўлиб, суюқлик шу каналлар орқали юқори тарелкадан пастки тарелкага қуйилади. Бу каналлар орқали буғ фаза юқорига ўтолмайди. Қуйилиш мосламаси бўлмаган тарелкаларда суюқлик ва буғ фаза юқори тарелкадан кейинги тарелкага улардаги тешиклар орқали ўтади.

Газ ва суюқ фазанинг ўзаро контактлашув усулига кўра тарелкалар барботажли ва оқимли турларга бўлинади. Барботажли тарелкаларда суюқлик яхлит, газ эса дисперс фаза, оқимли тарелкаларда аксинча, газ фаза яхлит, суюқлик дисперс ҳолатда бўлади.



**4.3-расм. Интенсив контактли тарелкаларнинг турлари.**

*а – фазаларнинг икки зонали контактига эга бўлган тарелкалар;*

*б – қўзгалувчан шарсимон насадкали тарелкалар*

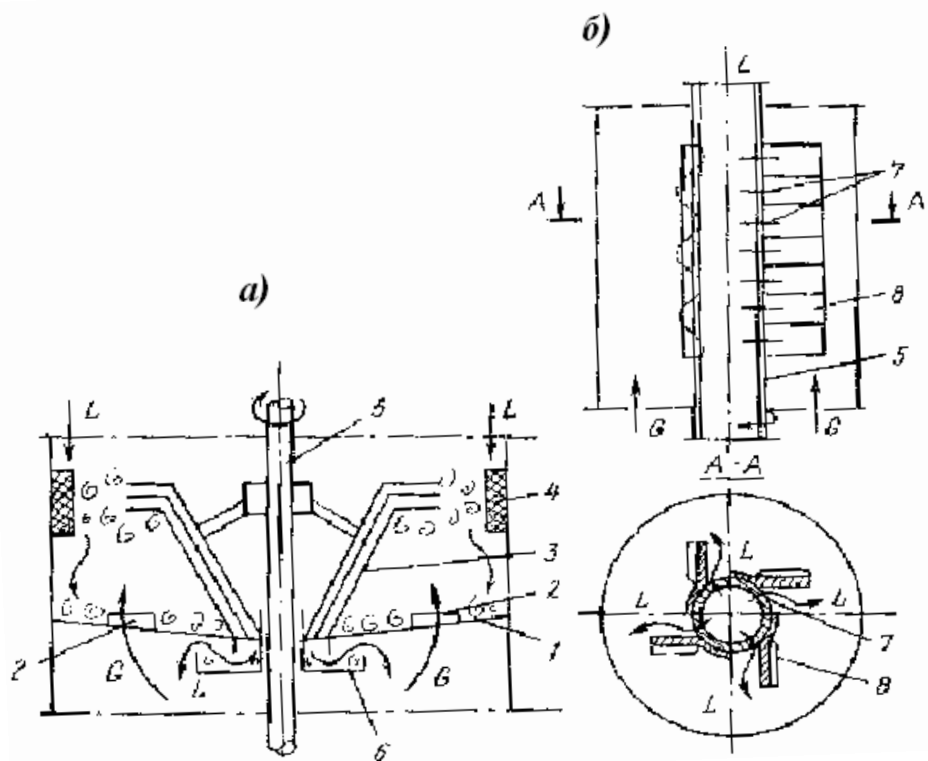
Ректификацион (ва абсорбцион) қурилмаларда асосан етти хил типдаги контакт тарелкалари ишлатилади:

- 1) Ғалвирсимон;
- 2) ғалвирсимон – клапанли;
- 3) клапанли;
- 4) жалюзали-клапанли;
- 5) қалпоқчали;
- 6) ғалвирсимон кўп қуйилишли;

7) панжарали. Тарелкалар оралиғидаги масофа  $h = 200/1200$  мм бўлиши мумкин, кўпинча  $h$  нинг қиймати 200; 300; 400; 500 ва 600 мм га тенг қилиб олинади.

4.3-расмда суюқ ва газ (буғ) фазалари ўртасида интенсив режимларни таъминлаб берувчи тарелкаларнинг айрим турлари кўрсатилган. Иккита зонали контактга эга бўлган тарелкада (27-расм, а) буғ суюқлик плёнкаси тарелкадан қуйилаётган жойда қўшимча контактга учрайди ва тарелкадаги суюқлик қатламидан ўтаётган пайтда эса барботажли режим ҳосил қилади. Бу ҳолат жараён тезлигининг ортишига олиб келади.

4.3-расм, б да кўрсатилагн контакт қурилмада шарлар қатламидан фойдаланилганда тарелкалар оралиғидаги бўшлиқда суюқликнинг бир-биридан ажратилган зич плёнкалари ҳосил бўлади, натижада бундай колоннадаги газ (ёки буғ) нинг тезлигини ғалвирсимон тарелкаларга нибаттан 3-4 мартаба кўпайтириш имкони пайдо бўлади. Роторли қурилмаларда ҳам фазалар ўртасида интенсив контактли режим уюштирилади. 4.4 – расмда роторли қурилмаларнинг икки ҳар контакт қурилмалари кўрсатилган. Бундай қурилмаларда марказдан қочма куч майдони ҳосил қилиниб, суюқлик валдаги тешиклар орқали очиб берилади. Роторли қурилмалар иссиқликка бардошсиз системаларни вакуум остида ректификация қилиш учун қўлланилади. Бундай қурилмаларнинг гидравлик қаршилиги кам, бироқ роторни айлантириш учун қўшимча энергия талаб қилинади.



**4.4-расм. Роторли қурилмаларнинг контакт қурилмалари (а, б):**

1 – тарелка; 2 – патрубклар; 3 – айланувчи конус; 4 – томчи қайтаргич; 5 – вал; 6 – қуйилиши қурилмаси; 7 – валдаги тешиклар; 8 – тўлқинсимон паррақлар.

Нефтьни қайта ишлаш саноатида қалпоқчали тарелкалар кенг тарқалган. Турли тарелкаларнинг характеристикалари қуйида келтирилган:

Тарелка конструкцияси	Иш унумдорлиги	Нисбий баҳоси
Қалпоқчали	1.0	1.0
S – симон	1.0 – 1.1	0.4 – 0.6
Клапанли	1.1 - 1.5	0.6 – 0.8
Панжарали	1.5 ва ундан юқори	0.4 – 0.7
Ғалвирсимон	1.1 – 1.4	0.6 - 0.7

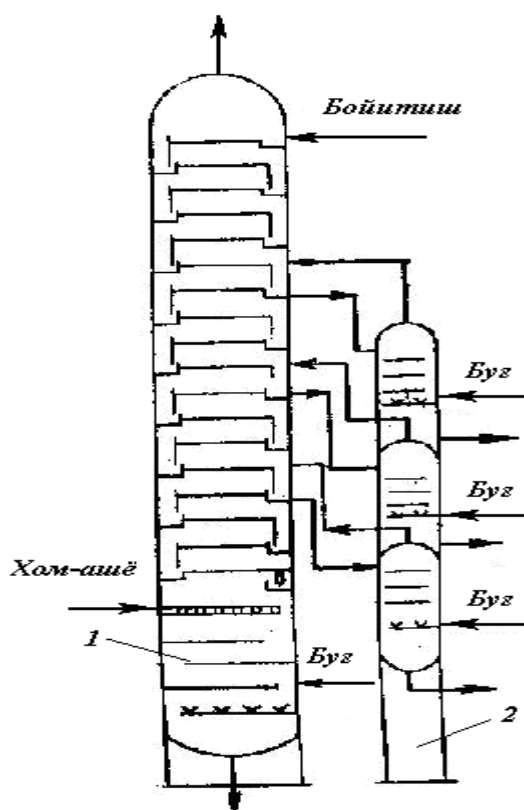
Келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, қалпоқчали тарелкалар бир қатор кўрсаткичлар бўйича бошқа турдаги тарелкаларга нисбатан ёмонроқ.

Дистилляция ва ректификацион қурилмаларнинг ишини интенсивлаш учун энергияга бўлган ҳаражатларни камайтириш, интенсив гидродинамик режимларни ташкил қилиш учун оптимал шарт-шароитлар яратилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Энергетик ҳаражатларни камайтириш учун қуйидаги ишлар қилинган бўлиши керак: 1) ректификацион колонналарни яхши иссиқлик изоляцияси билан қоплаш 2) жараёни оптимал флегма билан олиб бориш; 3) иккиламчи иссиқлик оқимларидан ишлаб чиқариш эҳтиёжларини қондириш учун фойдаланиш; 4)

мумкин бўлган шароитда қурилманинг кубиди суюқликни буғлатиш учун ўткир буғни ишлатиш; 5) иссиқлик насосини қўллаш; 6) айрим шароитларда, масалан, азеотроп аралашмаларини ректификациялаш пайтида ҳар хил босим билан ишлайдиган икки (ёки кўп) колоннали қурилмалардан фойдаланиш.

Оддий колонналар ёрдамида аралашма фақат икки фракцияга ажратилиши мумкин. Нефтьни қайта ишлаш заводларида эса одатда аралашма бир нечта фракцияга ажратилади. Масалан, нефтьни ҳайдаш натижасида ундан бензин, лигроин, керосин, соляр мойи ва мазут ажратиб олинади. Бундай ажратишни амалга ошириш учун бир нечта кетма-кет жойлашган оддий колонналар талаб қилинади. Колонналар сони ажратиладиган компонентлар сонидан бирта кам бўлиши лозим. Жараёни бу тарзда ташкил қилиш кўплаб ноқулайликлар туғдиради ва металл сарфининг ошишига сабаб бўлади. Шунинг учун ҳам нефть хом-ашёсини 3 ва ундан ортиқ фракцияларга ажратиш бир колоннали тизим бўйича амалга оширилади. Бундай колонна бир корпусда йиғилган ва устма-уст жойлашган бир нечта оддий колоннадан иборат мураккаб колонна бўлиб ҳисобланади.



**4.5-расм. Мураккаб колонна принципиал схемаси.**

*1 – асосий колонна; 2 – стриппинг колонналар.*

Расмда кўп компонентли аралашмани тўртта фракцияга ажратадиган тарелкали мураккаб колонна тасвирланган. Бундай колоннанинг афзаллиги шундан иборатки, алоҳида жойлашган оддий колонналарга нисбатан кам ишлаб

чиқариш майдонини эгаллайди, тўйинтириш фақат энг юқори тарелка орқали амалга оширилади.

Колоннада алоҳида жойлаштирилган стриппинг-колонна деб номланувчи учта буғлатиш секциялари мавжуд бўлиб, улар умумий корпусда жойлаштирилган. Секциялар қопқоқлар билан ажратилган. Ҳар бир секция бир нечта тарелкалар билан таъминланган.

Мураккаб колоннада аралашманинг ажратилиши қуйидаги схема бўйича амалга оширилади. Керакли температурагача иситилган аралашма, биринчи колоннанинг таъминловчи қисмига берилади. Биринчи колоннада ажралган асосан энгил учувчан фракция буғларидан иборат газлар иккинчи колоннага ўтиб, ундан иккинчи оғирроқ фракция қолдиқ сифатида ажаратилади. Қисман иккинчи фракция буғлари бўлган газлар аралашмаси учинчи колоннага ўтиб, ундан қолдиқ сифатида учинчи фракция ажралади. Колонна юқорисидан буғ ҳолидаги тўртинчи фракция ажратиб олинади.

Колонна юқорисидан жойлашган парциал конденсатор ёрдамида буғлар совутилади. Бунда буғларнинг бир қисми конденсацияланади ва флегма ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган флегма мураккаб колонна юқорисидан учинчи оддий колонна барча тарелкалари орқали оқиб ўтади. Ушбу колонна пастки тарелкасидан бир қисм флегма буғлатиш учун стриппинг секцияга ўтади. Қолган қисми эса иккинчи оддий колоннада тўйинтириш вазифасини бажаради. Иккинчи колоннада ҳам шу жараён такрорланади.

Оддий колонналар пастки тарелкаларида йиғилган фракцияда маълум миқдорда чегаравий фракция ҳам бўлади. Фракцияларни соф ҳолда ажратиш учун стриппинг секциялар пастки қисмига сув буғи берилади. Сув буғи қийин учувчан фракция буғлари билан асосий колоннага қайтирилади. Қолдиқ маҳсулот эса ҳар бир оддий колонна пастидан алоҳида фракция ҳолида чиқарилади.

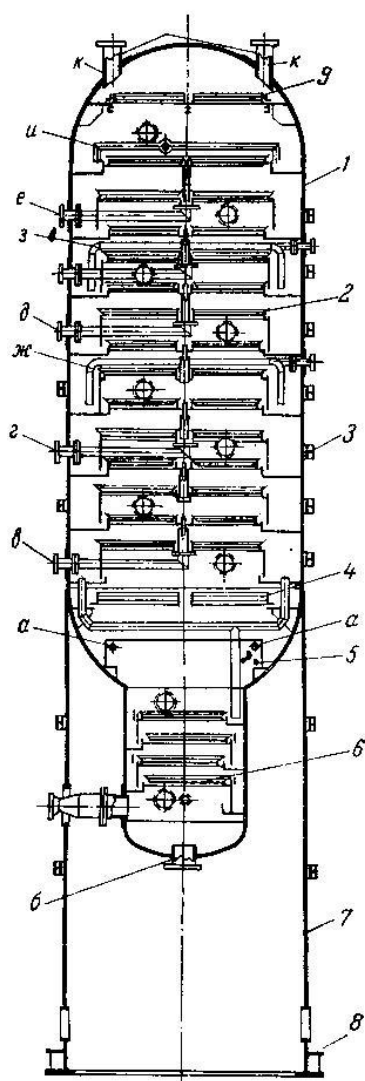
### **3.5. Колонналарни ишлатиш.**

Колонналарнинг асосий эксплуатацион омилларидан бири босимдир. Юқори босим асосан қайнаш температураси паст бўлган углеводородлар аралашмаларини юқори температура режимида ажратишда қўлланилади.

Ректификацион колонна баландлиги бўйича босим ўзгариб туради. Бунга тарелкаларнинг гидравлик қаршилиги сабаб бўлади.

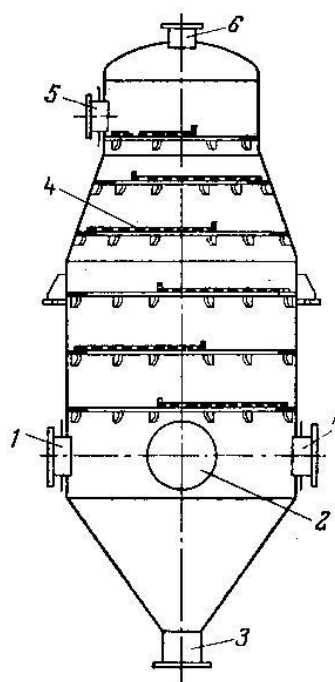
Юқори қайнаш температурасига эга бўлган компонентларни ажратиш, юқори молекуляр углеводородлар парчаланишининг олдини олиш мақсадида паст температураларда амалга оширилиши лозим. Бундай углеводородлар вакуум колонналарда ҳайдалади. Колоннада босимни камайтириш йўли билан углеводородлар қайнаш температураси сунъий равишда пасайтирилади. Мазутдан мойли дистиллятлар олишда шундай колонналар ишлатилади.

#### 4.6-расм. Атмосфера-вакуум колоннаси



а-хом-ашё кириши; б-гудрон чиқиши; в-хайдалма чиқиши; г,д,е-циркуляция бойтиш кириши; ж,з,и-бойтишни бериш; к-буғларнинг чиқиши;

1-колонна корпуси; 2-тарелка; 3-мустаҳкамлаш ҳалқаси; 4-пастки қайтаргич; 5-улита; 6-тарелка; 7-юбка;



4.6-расмда атмосфера – вакуумли қурилма вакуум колоннаси тасвирланган. Колонна диаметри 6,4 м ни ташкил этади. Концентрацион қисмида 14-20 та, буғлатиш қисмида 4 та тарелка ўрнатилган. Буғлатиш қисми диаметри 3,2 м ни ташкил этади. Бунинг сабаби бу қисмда буғ миқдори камлиги ва иккинчи томондан гудроннинг термик парчаланиши ҳамда тарелкаларда кокс ҳосил бўлишининг олдини олишдир.

Колонна юқорисида 110-130<sup>0</sup>С, ўрта қисмида 400-420<sup>0</sup>С, пастсида 380-400<sup>0</sup>С температура режими ташкил қилинади. Колоннадаги қолдиқ босим 40-80 мм. с.м. уст.га тенг.

Колоннада вакуум ҳосил қилиш ва ушлаб туриш аппарат юқорисидан чиқаётган буғларни конденсациялаш ва конденсацияланмайдиган газларни сўриш йўли билан амалга оширилади.

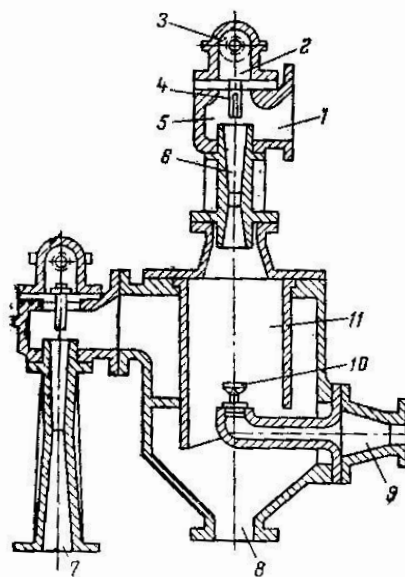
Буғларни конденсациялаш учун барометрик конденсатор ишлатилади. Конденсатор диаметри 1,8 м гача, баландлиги 2,1 м гача бўлади.

Углеводород газлари, сув буғи ва конденсацияланмайдиган газлардан иборат аралашма колонна юқорисидан барометрик колоннага узатилади. Буғларни совитиш учун конденсаторга совуқ сув берилади. Конденсатор пастидан юқорига қараб ҳаракатланаётган буғлар, тарелка тоқчалари орқали юқоридан пастга оқиб тушаётган сув билан контактда бўлиб, совийди ва конденсацияланади. Конденсацияланган буғлар совитувчи сув билан барометрик труба орқали қудуққа тушади.

Конденсацияланмайдиган газлар буғ оқимли эжектор ёки вакуум-насослар ёрдамида сўриб олинади.

Буғ оқимли эжекторлар икки-, уч- ва кўп босқичли бўлиши мумкин. – расмда икки босқичли эжектор тасвирланган.

Газ ва конденсацияланмаган сув буғлари 1 штуцер орқали барометрик конденсатордан биринчи босқич сўриш камераси 5 га сўрилади. 6 диффузор марказида буғ соплоси 4 ўрнатилган. Соплога юқори босимли ўткир буғ берилади. Буғ камерада вакуум ҳосил қилиб, оралиқ конденсаторга ўтади ва конденсацияланади. Оралиқ конденсаторга сув 9 штуцер ва 10 пуркаш мосламаси орқали берилади.



**4.7-расм. Икки босқичли буғ оқимли эжектор.**

1-буғ ва газларнинг кириши; 2-буғ бошағи; 3- ўткир буғ кириши; 4-буғ соплоси; 5-сўриш камераси; 6-диффузор; 7-чиқиш; 8-чиқариш трубабини улаш штуцери; 9-сувнинг кириши; 10-сув пуркагич; 11-оралиқ конденсатор.

Газ ва конденсацияланмаган буғлар қолдиғи биринчи босқичдан фақат ўлчамлари билан фарқ қиладиган эжектор иккинчи босқичига сўрилади ва атмосферага чиқариб юборилади.

Эжектор корпуси чўядан қўйилади, сопло ва пуркагич пўлатдан тайёрланади.

Колоннадаги температура режими хом-ашёни иситиш печларида қиздириш, колонна пастада қўшимча иситиш ва колонна маълум қисмларида тўйинтиришни ташкил этиш йўли билан ушлаб турилади.

Колонна пастада қўшимча иситишни колонна ичида ёки унинг ташқарисида иситкич ўрнатиш йўли билан амалга ошириш мумкин. Ҳозирги пайтда колонна пастига сув буғи бериш йўли билан иситиш кенг қўлланилмоқда. Сув буғи ўз иссиқлигининг бир қисмини қолдиққа бериш билан биргаликда, компонент буғлари парциал басимини ҳам камайтиради. Бунда суюқлик ўта қиздирилган ҳолатга ўтиб, тез буғланади.

Ўткир тўйинтириш колонна энг юқори тарелкасида амалга оширилади. Тўйинтириш миқдорини ўзгартириш йўли билан колонна юқорисида температурани ростлаб туриш мумкин.

Циркуляцияон тўйинтириш учун мос тарелкалар ён маҳсулотлари ишлатилади. Ён маҳсулотлар совиткичларда совитилиб, керакли нуқтада колоннага қайтарилади. Тўйинтириш миқдори ҳисобига колонна алоҳида қисмларида зарур температура ҳосил қилинади.

Доимий температура режимини ушлаб туриш учун аппаратни иссиқлик ҳимоя қатлами билан қоплаш ҳам катта аҳамият касб этади.

Иссиқлик ҳимоясига қўйиладиган асосий талаблар шундан иборатки, унинг иссиқлик ўтказувчанлиги паст ва ҳимоя хоссаларини узоқ сақлайдиган бўлиши лозим. Ҳимоя қатлам материали юқори температура таъсирига, температуранинг тез-тез ўзгариб туришига чидамли бўлиши лозим.

Ҳимоя қатлами атроф-муҳит таъсирига кимёвий барқарор бўлиб, ишлатиш мобайнида ишдан чиқмаслиги керак. Намликни ютмайдиган бўлиши лозим. Чунки нам қатлам аппарат сиртини тез занглашига олиб келади.

Таъмирлаш пайтида ҳимоя қатлами мукамал кўздан кечирилиб, шикастланган жойлари тузатилиши лозим.

Ректификацион колонналар бутун тизимни совуқ циркуляция қилиш билан бир вақтда ишга туширилади. 10-30 минут вақт мобайнида тизимдаги зич бўлмаган жойларни аниқлаш, назорат – ўлчов асбобларининг ишлашини текшириш мақсадида хом-ашё оқизилади. Сўнгра трубади печларда хом-ашёни аста-секин иситиш йўли билан иссиқ циркуляция ташкил этилади. Колонна юқорисидаги 95-100 °С температурада иссиқ циркуляция икки соат давом эттирилади. Сўнгра колоннадаги температура соатига 20-30°С тезликда ошириб борилади.

Енгил фракциялар буғланишининг бошланиши билан колоннага хом-ашё берилса бошлайди. Зарур температура режими ўрнатилгач колонна энг юқори



тарелкасида тўйинтириш ташкил этилиб, технологик картада кўзда тутилган нормал иш режими ўрнатилади.

Шу ҳолатда колоннага тоза хом-ашё, сув буғи берила бошлаб, уни нормал иш режимига чиқарилади.

Колоннани ишдан тўхтатиш юқоридагиларга тескари кетма – кетликда амалга оширилади. Аппаратда хом-ашё, буғ, сув ва электр энергия таъминоти кўққисдан бузилганда, қурилмадаги бошқа аппаратлар ишдан чиққанда авария тўхтатиши амалга оширилади.

Вакуум-қурилмасига сув таъминотининг кўққисдан бузилиши айниқса хавфли ҳисобланади. Бундай ҳолатда барометрик конденсатор ва эжекторга олиб борадиган сув линиясидаги задвижка тезда ёпилиб, ҳаво сўрилишининг олди олиниши лозим.

Колоннани таъмирлашга тайёрлашда дастлаб ундаги босим атмосфера босимигача пасайтирилади ва қолдиқ маҳсулотдан тозаланади. Сўнгра, колоннага сув буғи юборилиб, нефть маҳсулотлари буғларидан тозаланади. Бу жараён 8-48 соат давом эттирилади.

Сўнгра колонна юқори қисмига сув юборилиб, ювилади. Ювиш 8-24 соат давом этади. Колоннадаги ҳаво таркиби таҳлил қилиниб, сўнгра таъмирлаш ишлари бошланади.

### **3.4.Ректификацион колонналарни ҳисоблаш**

Юқоридаги айтиб ўтилгандек, саноатда ректификация процессини амалга ошириш учун турли колонналар ишлатилади. Бу борада тарелкали колонналар энг самарали ҳисобланади. Мисол тариқасида суюқликни ўтказиш қурилмалари бўлган тарелкали колоннанинг гидравлик ҳисобини кўриб чиқамиз.

Технолог ҳисоблаш натижасида ректификация процессининг асосий катталиклари (босим, температура, суюқлик ва буғнинг сарфи, коллоннадаги тарелкалар сони) аниқланади. Бу маълумотлар гидравлик ҳисоблашларига асос бўлади. Гидравлик ҳисоблар коллонна ва тарелкалар асосий иш кесимларнинг ўлчамларини танлашга ёрдам беради. Коллоннада тегишли гидравлик режим ташкил қилинса, бу ҳолда керакли иш унумига ва аппаратнинг самарали ишлашига эришилади.

Коллоннадаги буғнинг чизиқли тезлиги қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$\omega = 0,847 \cdot 10^{-4} \cdot c \sqrt{\frac{p_c - p_o}{p_o}} \quad (4.1)$$

Буғнинг массавий тезлиги эса ушбу тенглама бўйича топилади.

$$G = 0,305 \cdot c \cdot \sqrt{p_o (p_c - p_o)} \quad (4.2)$$

Бу ерда:  $G$  – колонна эркин кесимидаги буғларнинг массавий тезлиги;  $кг/м^2 \cdot соат$ ;  $P_6$ ,  $P_c$  – буғ ва суюқликнинг зичликлари,  $кг/м^3$ ,  $c$  – тузатиш коэффициенти, унинг қиймати тарелканинг тузилишига, тарелкалар оралиғидаги масофага (одатда бу масофа 0,2 .. 0,8 м атрофида бўлади) ва суюқликнинг сирт таранглигига боғлиқ.

Колонанинг диаметри қуйидаги тенглама бўйича топилади:

$$D_k = 2 \frac{\sqrt{G_6}}{c \sqrt{P_6 (P_c - P_6)}}; \quad (4.3)$$

Бу ерда:  $G_6$  – буғ миқдори,  $кг/соат$ .

Аппаратнинг топилган диаметри энг яқин стандарт қийматгача яхлитланадиган суюқликни ўтказиш қуритмалари ҳисоблангандан сўнг солиштириб кўрилади.

Суюқликнинг бир тарелкадан қўйилиши учун мосланган қурилмаларни ҳисоблашда 10, 18 – расмда кўрсатилган схемадан фойдаланилади. Ўтказиш вурилмасининг юқориги қисмда пастки тарелкага оқиб массаси ажралиб чиқади. Шу сабабли  $S_k > l_k$  шарт бажарилиши керак, бу ерда ўтказиш қурилмаси юқориги қисмнинг кенглиги;  $l_k$  – ўтказиш тўсиғидан ўтиб, отилиб тушаётган суюқлик оқимнинг кенглиги.

Отилиб тушаётган суюқлик оқимнинг кенглиги қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$l_k = 0,8 \sqrt{h_{0\omega} \left[ (K_n - 1) \left( \frac{\Delta p}{P_c g} + h_{\omega 2} + h_{0\omega 1} + \Delta + h_{dc} \right) + h_{0\omega} \right]} \quad (4.5)$$

Бу ерда:  $h_{0\omega} = h_{0\omega 1}$ ;  $K_n$  – ўтказиш қурилмаси баландлиги запас коэффициентини;  $K_n$  нинг суюқликнинг кўпикланиш даражасига боғлиқ:

- Кўпикланиш даражаси.....  $K_n$
- Кам кўпикланадиган суюқликлар..... 1,25 – 1,50
- Кучли кўпикланадиган суюқликлар..... 2,5 – 3,0
- Қуйилиш чуқурчаси юқориги қисмнинг кенглиги қуйидагича қабул қилинади:

$$S_k \geq (1,5 - 2,0) l_k$$

Тарелкалар орасидаги масофа  $H_T$  қуйидаги шарт бўйича аниқланади:

$$H_T \geq K_n H_c - (h_{\omega} + h_{\omega 2} - h_{\omega 1});$$

Бу ерда:  $H_c$  – қуйилиш чуқурчасидаги кўпикланмаган суюқлик баландлиги.

Сегментсимон шаклдаги қуйилиш чуқурчасининг кенглиги  $S_k$  ўтказиш тўсиғи узунлиги  $B$  ва колоннанинг диаметри  $D_k$  қуйидаги нисбат орқали боғланган:

$$\frac{S_k}{D_k} = 0,5 \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{B}{D} \right)^2} \right) \quad (4.6)$$

Одатда  $B/D_k = 0,6 - 0,8$ .

Қуйилиш қурилмаси пастки қисмнинг кесимини аниқлашда қуйидаги шартларга амал қилинади: энг тор кесимдаги суюқликнинг тезлиги  $0,2 \text{ м/с}$  дан ошмаслиги ва хаво пуфакчаларининг ажралиб чиқиш тезлигидан кам бўлиш лозим. Қуйилиш чуқурчаси пастки кесимнинг зарур бўлган минимал юзаси қуйидагича топилади:

$$F_1 = \frac{Q}{\omega_{c1}} = \frac{D_k^2 (B_0 / D_k) \left( 1 - \sqrt{1 - (B_0 / D_k)^2} \right)}{3}; \quad (4.7)$$

Бу ерда:  $Q$  – суюқликнинг ҳажмий сарфи;  $B_0$  – қуйилиш чуқурчасининг пастки кесимдаги қуйилиш кесимидаги тўсиғининг узунлиги,  $\text{м}$ .

Қуйилиш қурилмаси бошқа кесимларнинг ўлчамларини аниқлашда бу кесимлардаги суюқликнинг тезликлари тенг деб олинади. Қуйилиш қурилмасининг субқлик оқимиға бўлган қаршилиги топиш тенгламаси бўйича топилади:

$$h_{oc} = \xi_c \frac{\omega_{c2}^2}{2g} \quad (4.8)$$

Қуйилиш тўсиғининг устидан ўтиб отилиб тушаётган суюқлик оқимнинг баландлиги (метр ҳисобида) қуйидаги тенглама бўйича топилади:

$$h_{0\omega} = 2,9 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{(Q / B)^2} \quad (4.9)$$

Тарелканинг буғ оқимиға кўрсатадиган қаршилиги каналаридаги маҳаллий қаршилиқларни ва тарелка устидан суюқлик қатлами қаршилигини енгишга боғлиқ. Қалпоқчалик тарелканинг қаршилигини топишга доир схема (10.19-расмда кўрсатилган). Тарелканинг умумий қаршилиги қуйидаги қаршилиқлар йиғиндисига тенг:

$$\Delta p = \Delta p_k + \Delta p_c + \Delta p_b$$

бу ерда:  $\Delta p_k$  – қуруқ тарелканинг қаршилиқ коэффиценти, бу коэффицент тарелканинг турига боғлиқ. Масалан, қалпоқчали тарелкалар учун.

$$\Delta p_k = \xi \frac{p_b \omega_{on}^2}{2}; \quad (4.10)$$

Тарелкадаги суюқлик қатламининг қаршилиги қуйидаги тенглама бўйича топилади:

$$\Delta p_c = K_c \cdot p_c \cdot g \cdot h_c \quad (4.11)$$

Аэрация коэффиценти  $K$  тарелканинг турига ва буғ – суюқлик системасининг хоссаларига боғлиқ.

Сирт таранглик кучларига боғлиқ бўлган қаршилик қуйидагича аниқланади.

$$\Delta p_{\sigma} = \frac{\delta}{r_{\text{гидр}}}; \quad (4.12)$$

Бу ерда:  $r_{\text{гидр}}$  – буғнинг суюқликка ўтадиган тешикларнинг гидравлик радиуси.

Одатда  $\Delta p_{\sigma}$  нинг қиймати  $\Delta p_{\kappa}$  ва  $\Delta p_c$  га нисбатан анча кам бўлади.

### **Абсорберларнинг тузилиши**

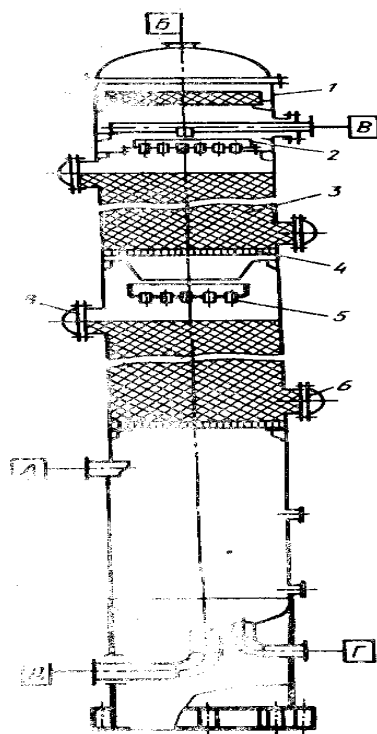
Нефтьни қайта ишлаш саноатида абсорбция жараёни углеводород газларини тозалаш ва қуритиш, табиий ва йўлдош газлар таркибидан этан, пропан, бутан, бензин компонентлари, олтингугуртни ажратиб олиш, пиролиз ва каталитик крекинг газларини ажратишда қўлланилади.

Абсорбция жараёни фазаларни ажратувчи юзада рўй беради. Шу сабабдан абсорберларда иложи борича газ ва суюқлик ўртасидаги тўқнашув юзасини кўпайтириш зарур. Ушбу тўқнашув юзасини ҳосил қилиш усулига кўра абсорберлар шартли равишда қуйидаги гуруҳларга бўлинади: 1) юзали ва юпқа қатламли (жумладан насадкали); 2) барботажли (тарелкали); 3) суюқлик сочиб берувчи.

### **Насадкали абсорберлар**

Бундай колонналар энг кўп тарқалган юзали абсорберлар қаторига киради. Ҳар хил шакли ва ўлчами 12/150 мм бўлган қаттиқ жисмлар, яъни насадкалар билан тўлдирилаган вертикал колонналарнинг тузилиши содда ва юқори самарадорликка эга бўлгани учун улар саноатда кенг ишлатилади. Насадкали колонналарда насадкалар газ ва суюқлик ўтадиган таянч тўрларга ўрнатилади. Қурилманинг ички бўшлиғи насадка билан тўлдирилган бўлади ёки ҳар бирининг баландлиги 1,5 – 3 м бўлган қатламлар ҳолатида жойлаштирилади. Газ турнинг тагига берилади, сўнгра насадка қатлампидан ўтади. Суюқлик эса колоннанинг юқори қисмидан махсус тақсимлагичлар орқали сочиб берилади, у насадка қатлампидан ўтаётганда пастдан берилаётган газ оқими билан учрашади. Колонна самарали ишлаши учун суюқлик бир текисда, қурилманинг бутун кўндаланг кесими бўйлаб бир ҳар сочиб берилиши керак. Бу қурилмаларда контакт юзаси эса насадкалар ёрдамида ҳосил қилинади.

Одатда насадкали абсорберларнинг диаметри 4 м дан ортмайди. Катта диаметрли колонналарда газ ва суюқликни қурилманинг кўндаланг кесими бўйича бир меъёردа тақсимлаш жуда қийин, шу сабабдан катта диаметрли абсорберлар самарадорлиги анча кам бўлади. Бироқ саноатда диаметри 12 м гача бўлган қурилмалар ҳам ишлатилади.



**4.8-расм. Насадкали абсорбер:**

1- қобик; 2- тарқатувчи тарелка; 3-насадка қатлами; 4- таянч тўрлари; 5-қайта тақсим- ловчи тарелкалар; 6,8-люклар; 7- қайтарувчи қурилма; А-газ кирадиган штуцер; В-газ чиқадиган штуцер; В-суюқлик берадиган штуцер; Г ва Д –суюқлик чиқадиган штуцерлар.

4.8 – расмда насадкали абсорбер тасвирланган. Қурилманинг қобиғи 1 кавшарлаш йўли билан яхлит қилиб таёрланади ёки бир неча алоҳида олинган қисмлардан тузилган бўлади. Насадкаларни намлаш учун суюқлик тарқатувчи тарелка 2 орқали берилади. Насадка 3 қурилманинг баландлиги бўйича бир неча қатламларга ажратилган ҳолатда таянч тўрлари 4 нинг устига жойлаштирилади. Насадкани қурилмага юклаш ёки ундан тушириш учун люклар 6 ва 8 хизмат қилади. Колоннанинг юқори қисмида суюқлик томчиларини қайтарувчи қурилма 7 жойлаштирилган. Насадкали колоннада газ ва суюқлик қарама-қарши йўналган бўлади. Бунда газ колоннага пастки штуцер А орқали берилади ва штуцер В ёрдамида ташқарига чиқарилади. Намлаш учун суюқлик колонага юқориги штуцер В орқали юборилади ва паски штуцер Г ёки Д ёрдамида ташқарига чиқарилади.

Ҳозирги кунда саноат колонналарини тўлдириш учун турли насадкалар ишлатилади. Насадкалар солиштирма юзага, минимал массага ва катта эркин ҳажмга эга бўлиши керак Улар қуйидаги кўрсаткичлар билан ҳарактерланади:

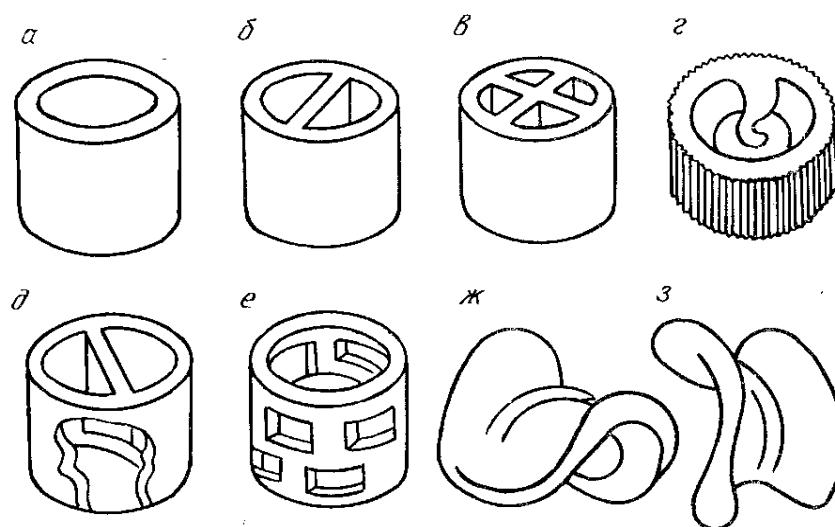
1. Солиштирма юза  $m^2/m^3$ ; бу катталик абсорбернинг 1  $m^3$  ҳажмига тўлдирилган насадканинг юзасини билдиради.

2. Эркин ҳажм,  $m^3 / m^3$ ; бу катталиқ 1  $m^3$  ҳажмдаги насадкаларнинг ичида қанча эркин ҳажм борлигини кўрсатади.

3. Сууюқликнинг ушлаб қолиш қобилияти,  $m^2/m^3$ ; бу катталиқ насадка қатламининг ҳажм бирлигида ушлаб қолинадиган сууюқликнинг миқдорини билдиради.

4. 1  $m^3$  насадканинг массаси, кг.

Насадкалар сифатида Рашиг ҳалқалари, керамик буюмлар, кокс, майдаланган кварц, полимер ҳалқалар, майдаланган кварц, полимер ҳалқалар, металлдан тайёрланган тўрлар, шарлар, пропеллерлар, эгарсимон элементлар ва бошқалар ишлатилади (4.9-расм).



**4.9- расм. Насадкаларнинг турлари:**

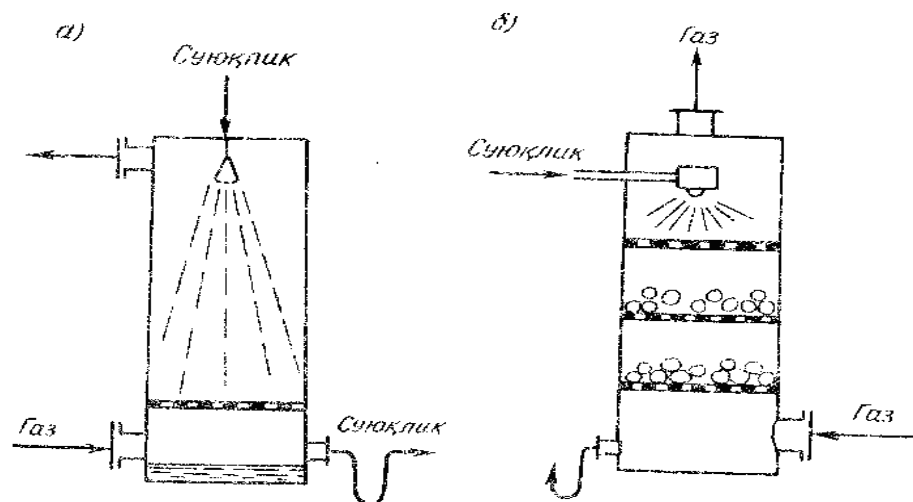
*а-Рашиг ҳалқаси; б-Лессинг ҳалқаси; в-крестга ўхшаш тўсиқли ҳалқа;  
г-битта спиралли ҳалқа; д-иккита спиралли ҳалқа; ж-Берл эгари;  
з-Инталлокс эгари.*

### **Сууюқликни сочиб берувчи абсорберлар**

Бу абсорберларда фазаларни ўзаро жипс контакти сууюқликни газ оқимига сочиб ёки ёйиб бериш усули орқали амалга оширилади. Газ билан сууюқлик бири-бирига нисбаттан қарама-қарши йўналган бўлади. Ичи бўш сочиб берувчи абсорберлар вертикал колоннадан иборат бўлиб, юқори қисмига сууюқликни сочиб берувчи махсус форсункалар ўрнатилади (4.10-расм). Социб берувчи абсорберларда форсункалардан сууюқлик узоқлашиб, томчиларга айланиши натижасида ҳажмий модда ўтказиш коэффициентининг қиймати бирдан камаяди. Шу сабабли бу қурилмаларда форсункалар маълум масофада қурилманинг баландлиги бўйича бир неча қатор қилиб ўрнатилади. Форсункали абсорберларда газнинг тезлиги одатда 1-1,5  $m/сек$  га тенг бўлади.

Сочиб берувчи ичи бўш абсорберларнинг тузилиши содда, гидравлик қаршилиги кам, ифлосроқ газ аралашмаларини ҳам тозалаш мумкин, бошқариш, тузатиш ва тозалаш осон.

**Камчиликлари:** бу қурилмаларнинг эффективлиги юқори эмас, суюқликни сочиб бериш учун кўп энергия сарфланади, лойқаланган суюқликлар билан ишлаш қийин, фазаларнинг контакт юзасини ошириш учун кўпроқ суюқлик сарфланади, суюқлик томчилари колоннадан чиқиб кетмаслиги учун газ тезлигининг миқдори кичик қийматга эга.



**4.10-расм. Суюқликни сочиб берувчи абсорберлар:**  
*а-ичи бўш; б-шарсимон насадкали.*

Фазаларнинг нисбий тезлиги ва катта газ оқими тўлқинсимон ҳаракатда бўлгани учун бу қурилмаларда газ фазасидаги масса алмашиниш коэффициенти юқори бўлиб, бу абсорберлар яхши эрийдиган газларни суюқликка юттириш учун кенг қўлланилади.

### Абсорберларни ҳисоблаш

Абсорберларни ҳисоблаш учун қуйидаги параметрлар берилиши керак: газнинг сарф миқдори; унинг дастлабки ва жараён охиридаги концентрацияси; абсорбентнинг бошланғич концентрацияси. Бу катталиклар асосида абсорбентнинг сарф миқдори  $L$ , абсорбернинг баландлиги ва диаметри ҳамда унинг гидравлик қаршилиги аниқланади. Газ колонна бўйлаб ҳаракатланганда у гидравлик қаршиликни енгади, кириш ва чиқишдаги газ босимлари фарқи газнинг ҳаракат қилиши учун тўсқинлик қилган гидравлик қаршиликнинг миқдorigа тенг бўлади.

Абсорбернинг гидравлик қаршилиги унинг конструкциясига, газ тезлигига, аппаратнинг гидродинамик режимига боғлиқ. Умуман олганда эса гидравлик қаршилик асосан газнинг тезлигига боғлиқ. Абсорбердаги газнинг оптимал тезлиги газнинг тезлигига боғлиқ бўлган барча факторларни ҳисобга олган ҳолда фақат техник-иқтисодий ҳисоблашлар орқали аниқланади. Агар

абсорбция жараёни юқори босим остида борса, абсорбердаги гидравлик қаршиликни енгиш учун кетган босим йўқотишлари умумий босимнинг жуда кичик улушларини ташкил қилиб, абсорберларнинг иқтисодий кўрсаткичларига ҳеч қандай таъсир қилмайди. Бу вақтда абсорбердаги газнинг тезлигини энг катта миқдорда олиш мумкин, масалан (0,8 ... 0,9)  $\omega$ . Бу ерда:  $\omega$  — тикилиб қолиш нуқтасига тўғри келган газнинг тезлиги.

Колонна атмосфера ёки ундан паст босимда ишласа, газни узатишда сарф бўладиган энергиянинг миқдорини камайтириш учун абсорбердаги газнинг тезлигини кичик қилиб олинади.

Ҳар қандай аппаратни иқтисодий жиҳатдан тежамли қилиб лойиҳалаш учун колонна диаметрини кичикроқ қилиб аппаратдаги газ оқимининг тезлигини ошириш керак. Абсорбернинг диаметри секундли сарф тенгламаси орқали қабул қилинган газнинг фиктив тезлиги  $\omega_0$  воситасида ифодаланади:

$$D = \sqrt{\frac{4V_c}{\pi\omega_0}}; \quad (4.13)$$

бу ерда:  $V_c$  — колоннадан ўтаётган газнинг ҳажмий сарф миқдори,  $m^3/c$ .

Абсорбернинг баландлиги, агар жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи газ фазасининг концентратсияси билан ифодаланса модда ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

$$H = \frac{M}{K_y \cdot a \cdot S \cdot \Delta y_y} \quad (4.14)$$

бу ерда:  $M$  — ютилган газ миқдори,  $K_y$  — модда ўтказиш коэффициенти,  $a$  — контактлашувчи фазаларнинг солиштирма юзаси,  $S$  — колоннанинг кўндаланг кесими,  $\Delta y_y$  — жараённинг ўртача ҳаракатлантирувчи кучи.

Контактлашувчи фазаларнинг юзаси номаълум бўлса, абсорбернинг баландлиги модда ўтказишнинг ҳажмий коэффициенти ёки бир фазадан иккинчи фазага ўтаётган моддаларнинг миқдори билан аниқланади.

Плёнкали абсорберларни ҳисоблаш. Бу абсорберларда газ оқими билан суюқлик тўхтовсиз таъсир қилиб, суюқлик плёнка ҳолида колонна баландлиги бўйича оқиб тушиб туради. Плёнканинг гидравлик қаршилиги қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$\Delta P_{m_1} = \lambda \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2}; \quad (4.15)$$

бу ерда:  $H$  — оқиб тушаётган плёнка юзасининг баландлиги,  $m$ ;  $d_s$  — газ ҳаракатланаётган каналнинг эквивалент диаметри  $m$ ;  $\omega$  — суюқлик плёнкасининг ўртача тезлиги,  $m/c$ ;  $\rho$  — газнинг зичлиги;  $kg/m^3$ ;  $\lambda$  — шқаланиш коэффициенти.

Ишқаланиш коэффициенти газ ҳаракатининг режимига, яъни газ учун олинган  $Re$  критерийсининг миқдорига ҳамда ўлчовсиз комплекс  $\omega\mu/\delta$  нинг



қийматига боғлиқ; бу ерда:  $\mu$ —суюқликнинг қовушқоқлиги;  $\delta$ —сирт таранглик;  $\lambda$  нинг қиймати қуйидаги тенгламадан аниқланади:

агар  $Re_z < Re_{кр}$  бўлса

$$\lambda = \frac{86}{Re} \quad (4.16)$$

Агар  $Re_z > Re_{кр}$  бўлса

$$\lambda = \frac{0,11 + 0,9 \left( \frac{\omega \mu}{\delta} \right)^{2/3}}{Re_z^{0,16}} \quad (4.17)$$

бу ерда:  $Re_z = \omega d_s \rho_z / \mu_z$  — газ фазаси учун Рейнольдс критерийси;  $Re_{кр}$  — суюқлик плёнкасининг физик хусусиятларини, газ оқимининг ҳаракат тезлигини ва режимини ҳисобга олувчи Рейнольдс критерийсининг критик қиймати.  $Re$  нинг критик қиймати қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$Re_{кр} = \left[ \frac{86}{0,11 + 0,9 \left( \frac{\omega \mu}{\delta} \right)^{2/3}} \right]^{1,19} \quad (4.18)$$

Трубали абсорберларнинг диаметрини аниқлаш учун трубалардаги газнинг қабул қилинган тезлиги бўйича трубаларнинг умумий кўндаланг кесим юзаси аниқланади:

$$S = \frac{V}{\omega}, m^2.$$

Трубаларнинг ички диаметрини (0,02 ... 0,05) м деб олиб, трубаларнинг умумий сони аниқланади:

$$n = \frac{S}{0,785 \cdot d^2} \quad (4.19)$$

Трубалар орасидаги масофа  $t = (1,25 \dots 1,5) d_m$  ни ва қалинлиги  $\delta_{mp}$  ни аниқлаб, абсорбернинг диаметри секундли сарф тенгламасидан аниқланади. Бу ерда  $d_T$  трубанинг ташқи диаметри.

Тиқилиб қолиш нуқтасига тўғри келган газнинг тезлиги  $\omega_T$  қуйидагича аниқланади:

$$\lg \left( \frac{\omega_z^2 \cdot p_z \cdot \mu^{0,16}}{g \cdot d_s \cdot p} \right) = A - 1,75 \left( \frac{L'}{G'} \right)^{1/4} \left( \frac{p_z}{p} \right)^{1/8} \quad (4.20)$$

бу ерда:  $p$  — суюқлик зичлиги,  $kg/m^3$ ;  $\mu$  — суюқлик қовушқоқлиги,  $Hc/m^2$ ;  $L'$  ва  $G'$  — суюқлик ва газнинг сарф миқдори,  $kg/s$ .

(9.27) тенглама насадкали ва плёнкали абсорберлар учун умумий бўлиб, фақат  $A$  нинг қиймати билан фарқланади. Плёнкали абсорберлар учун:

$$A = 0,47 + 1,5 \lg \frac{d_3}{0,025}$$

Трубали абсорберларнинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \frac{F_{mp}}{n \cdot \pi \cdot d_u}, \quad (4.21)$$

бу ерда:  $F_{mp}$  – трубаларнинг умумий ички юзаси,  $d_u$  — трубанинг ички диаметри.

Трубалардан оқиб тушаётган плёнканинг қалинлиги эътиборга олинмаса, у ҳолда трубаларнинг ички юзаси газ ва суюқликларнинг контакт юзасига тенг бўлади:  $F_{mp} = F$ , бунда:

$$F = \pi \cdot n \cdot d_u \cdot H$$

$F$  нинг қийматини модда ўтказишнинг асосий тенгламасига қўйсақ, унда абсорбернинг баландлиги қуйидагича топилади:

$$H = \frac{M}{n \cdot \pi \cdot d_u \cdot K_y \cdot \Delta y_y} \quad (4.22)$$

Модда ўтказиш коэффициентларини ҳисоблашда газ фазасидаги модда бериш коэффициенти қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Nu_c = \frac{\lambda}{8} \text{Re}(\text{Pr})^{1/2}, \quad (4.23)$$

бу ерда:  $\lambda$  — ишқаланиш коэффициентининг қаршилиги.

Газ фазадаги ўтказиш сонининг баландлиги:

$$h = \frac{8 \cdot d_3 \cdot \text{Re}^{0,16}(\text{Pr})^{2/3}}{\left[ 0,44 + 3,6 \left( \frac{\omega \cdot \mu}{\delta} \right)^{2/3} \right]}; \quad (4.24)$$

(4.23) (4.24) тенгламалардаги  $Nu = \beta d_3 / D$  ифода диффузион Нусельт критерийси;  $D$  — газ фазасидаги молекуляр диффузия коэффициенти,  $m^2/c$ ;  $\text{Pr}$  – диффузион Прандтл критерийси.

Суюқлик фазасидаги модда бериш коэффициенти қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Nu'_c = B \cdot \text{Re}_c^m (\text{Pr}'_c)^n \left( \frac{\delta_k}{H} \right)^p, \quad (4.25)$$

бу ерда:  $Nu'$  — суюқ плёнка учун диффузион Нусельт критерийси;

$d_3 = 4\pi \delta d / \pi \cdot d = 4\delta$  суюқлик плёнкасининг эквивалент диаметри;

$\text{Re}_c = \frac{\omega \cdot d_3 \rho}{\mu}$  – суюқлик плёнкаси учун Рейнольдс критерийси;

$\text{Pr}'_c = \mu / \rho \cdot D_c$  — суюқлик учун Прандтл критерийси;  $O_0$  — суюқлик фазасидаги молекуляр диффузия коэффициенти,

$\delta_k = [\mu^2(pg)]^{1/3}$  — плёнканинг қалинлиги.

$B$  коэффициент ва даража кўрсаткичлари  $m, n, p$  қийматларининг суяқлик плёнкаси режимининг характериға боғлиқлиги жадвалда келтирилган:

Ҳаракат режими	$B$	$m$	$n$	$p$
$Re_c < 300$ ламинар	0,888	0,45	0,5	0,5
$300 < Re_c < 1600$ , ўтиш режими	$1,21 \cdot 10^6 \cdot 0,909^p$	$\frac{p}{3} - 2,18$	0,5	$3,2 - 1gRe_c$ 1,47
$Re_c > 1600$ , турбулент	$7,7 \cdot 10^{-5}$	1,0	0,5	0

Худди шу режимлар учун ўтказиш сонининг баландлиги ( $Re_c < 300$  бўлганда);

$$h_c = 0,282 \delta_k Re_c^{0,55} \cdot (Pr_c')^{0,5} \cdot \left(\frac{H}{\delta_k}\right)^{0,5}; \quad (4.26)$$

$300 < Re_c < 1600$  бўлганда

$$h_c = 0,206 \delta_k Re_c^{2,18-(p/3)} \cdot (Pr_c')^{0,5} \cdot \left(\frac{H}{\delta_k}\right)^p; \quad (4.27)$$

$Re > 1600$  бўлганда

$$h_c = 3250 \cdot \delta_k \cdot (Pr_c')^{0,5} \quad (4.28)$$

### Насадкали абсорберларни ҳисоблаш

Абсорбердан газ ўтганда напорнинг йўқолиши содир бўлади. Йўқолган напорнинг миқдори насадканинг характериға, газнинг тезлигига, намланиш зичлигига боғлиқ. Қуруқ насадкадаги напорнинг йўқолиши ёки қуруқ насадканинг қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$\Delta p_\kappa = \lambda \frac{H}{d_s} \frac{\rho_r \omega^2}{2}; \quad (4.29)$$

бу ерда:  $H$  — насадка қатламининг баландлиги,  $m$ ; ( $d_s = 4 \varepsilon/a$  — насадка элементлари ташкил қилган каналларнинг эквивалент диаметри;

$\varepsilon$  — насадканинг эркин ҳажми ёки насадкалар орасидаги бўшлиқ ҳажм;

$a$  — насадканинг солиштирма юзаси  $m^2/m^3$ ;  $\omega = \omega_0/\varepsilon$  — насадка қатламидаги газнинг ҳақиқий тезлиги ( $\omega_0$  — газнинг фиктив тезлиги ёки аппаратнинг тўла кесимиға нисбатан олинган газнинг тезлиги,  $m/c$ );

$\lambda$  — ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқларни енгиш учун кетган босимнинг йўқотилишини ҳисобға олувчи қаршилиқ коэффициенти.

Қаршилиқ коэффициенти  $\lambda$  нинг қиймати  $Re$  критерийсига боғлиқ. У насадканинг турли элементлари учун газнинг ҳаракат режимига асосан эмпирик тенгламалар билан аниқланади. Масалан, абсорберлардаги тартибсиз

жойлаштирилган халқали насадкаларда газнинг ламинар режимдаги ҳаракати учун ( $Re < 40$ ):

$$\lambda = \frac{140}{Re} \quad (4.30)$$

Турбулент режимдаги газнинг ҳаракати учун ( $Re > 40$ ):

$$\lambda = \frac{16}{Re^{0.2}} \quad (4.31)$$

Колоннага тартибли жойлаштирилган халқали насадкалар учун

$$\lambda = \frac{9,2}{Re^{0.375}}; \quad (4.32)$$

бу ерда:  $Re = \omega \cdot d_s \cdot \rho_z / \mu_z$  — газ учун берилган Рейнольдс критерийси;  $\rho_z \mu_z$  — газнинг зичлиги ва қовушқоқлиги.

Намланган насадканинг гидравлик қаршилиги  $\Delta p_x$  қуруқ насадкаларникидан катта, чунки суюқликнинг маълум миқдори насадканинг ҳўлланиши натижасида унинг юзасида ва насадканинг тор каналларида ушланиб қолади. Натижада насадканинг бўш ҳажми ва кесими камаяди ҳамда газнинг ҳақиқий тезлиги кўпайиб, насадканинг гидравлик қаршилигини оширади. Намланган насадканинг гидравлик қаршилигини аниқ ҳисоблаш қийин, чунки газнинг тезлиги ва намлаш зичлиги бир хил бўлганда ҳам  $\Delta p_x$  нинг қиймати насадканинг колонна ичида жойлашувига боғлиқ. Насадка элементларининг катталиги турлича бўлгани учун  $\Delta p_x$  нинг қиймати ўзгарувчан бўлади.

Колонна иши давомида намланган насадканинг гидравлик қаршилиги тахминан қуйидаги эмпирик формуладан аниқланади:

$$\Delta p_x = 10^{bu} \Delta p_k \quad (4.33)$$

бу ерда:  $u$  — намлаш зичлиги,  $m^3/m^2 \cdot c$ ;  $b$  — насадканинг катталиги ва намлаш зичлигига қараб тажриба орқали аниқланадиган коэффицент. Масалан, намлаш зичлиги  $u = (0,5 \dots 36,5) \cdot 10^{-3} m^3/m^2 \cdot c$  бўлганда ўлчами 25X25X3 мм бўлган насадка учун  $b$  нинг қиймати  $b = 51,2$  бўлади.

Намланган юза  $a_n$  нинг ҳамма насадка элементларининг солиштира юзаси  $a$  га нисбати насадканинг намлаш коэффиценти  $\varphi$  дейилади:

$$\varphi = \frac{a_n}{a}$$

Насадканинг намлаш коэффиценти қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$\varphi = 1 - A \cdot e^{-m} \quad (4.34)$$

Даража кўрсаткич  $m$  нинг қиймати:

$$m = c Re_c^n = c \left( \frac{4up}{a\mu} \right); \quad (4.35)$$

бу ерда:  $\rho, \mu$  — суюқликнинг зичлиги ва қовушқоқлиги.

Насадканинг турига қараб  $A$ ,  $c$  ва  $n$  нинг миқдори махсус адабиётларда берилади. Масалан, ўлчами 15 ... 35 мм бўлган Рашиг ҳалқаси учун:  $A = 1,02$ ;  $c = 0,16$ ;  $n = 0,4$ .

Абсорбернинг диаметри қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$u = \frac{L_0}{0,785 \cdot D^2}; \quad (4.36)$$

бу ерда  $L_0$  — абсорбердаги сарф, м<sup>3</sup>/с.

Абсорбернинг иш баландлиги насадкаларнинг ҳажми асосида аниқланади. Насадканинг ҳажми эса ўз навбатида худди шу насадка учун унинг модда ўтказиш юзасига боғлиқ. Бу ҳолда насадканинг ҳажми:

$$V_{нас} = H \cdot S = \frac{F}{a \varphi}; \quad (4.37)$$

бу ерда:  $s$  — колоннанинг кўндаланг кесими юзаси, м<sup>2</sup>. Модда ўтказиш юзаси эса, модда ўтказишнинг асосий тенгласидан аниқланади.  $F$  нинг қийматини (4.37) тенгламага қўйиб, абсорбернинг баландлигини аниқлаймиз:

$$H = \frac{V_{нас}}{S} = \frac{F}{Sa \varphi} = \frac{M}{Sa \varphi K_y \Delta y_y}$$

Модда ўтказиш коэффициентлари  $K_x$ ,  $K_y$  ни ҳисоблашда, газ фазасидаги модда бериш коэффициенти  $\beta_2$  тартибсиз ўрнатилган насадкалар учун қуйидаги критериял тенгламадан аниқланади:

$$Nu'_2 = 0,407 \cdot Re_2^{0,655} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (4.38)$$

Газ фазаси учун баландлик бирлигидан ўтаётган газ фазасидаги ўтказиш сонининг баландлиги қуйидагича:

$$h_2 = 0,615 \cdot d_3 \cdot Re_2^{0,655} \cdot (Pr')^{0,66} \quad (4.39)$$

Тартибли жойлаштирилган насадкалар учун:

Ёки

$$Nu'_2 = 0,167 \cdot Re_2^{0,74} \cdot (Pr')^{0,33} \cdot \left( \frac{l}{d_3} \right)^{0,47} \quad (4.40)$$

бу ерда:  $t$  — насадканинг баландлиги.

(4.38), (4.41) тенгламалардаги  $Nu_2 = \beta_2 \cdot d_3/D$  ва  $Re_2 = \omega_0 d_3 \rho_2 / \mu_2$  критерийларда аниқловчи геометрик катталиқ сифатида насадканинг эквивалент диаметри олинади ( $d_3 = 4\varepsilon/a$ ). Ҳалқасимон насадкалар учун суюқлик фазасидаги модда бериш коэффициентининг ҳамма насадкаларнинг бирлик юзасига бўлган нисбати қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$h_2 = 1,5 d_3 \cdot Re_2^{0,26} \cdot (Pr')^{0,67} \cdot \left( \frac{l}{d_3} \right)^{0,47}; \quad (4.41)$$

$$Nu_c = 0,0021 \cdot Re_c^{0,75} \cdot (Pr'_c)^{0,5}; \quad (4.42)$$

бу ерда:

$$Nu_c = \beta_c \delta_k / D_c$$

$Nu_c$  — Нусельт критерийси ҳосил бўлган плёнка қалинлиги учун ҳисобланган.

Сууюқ фазадаги ўтказиш сонининг баландлиги эса:

$$h_c = 119 \delta_k \cdot Re_c^{0,25} \cdot (Pr_c')^{0,5}; \quad (4.43)$$

### Тарелкали абсорберларни ҳисоблаш

Бу абсорберларда газнинг ҳаракати қуруқ тарелка ва сууюқлик юзасидаги сирт таранглик кучи тарелкадаги газ-сууюқлик қатламига қаршилиқ қилади. Шунинг учун тарелкаларнинг гидравлик қаршилиги уч қаршилиқнинг йиғиндисига тенг бўлади;

$$\Delta P_m = \Delta p_{qm} + \Delta D_{ck} + \Delta p_{cc} \quad (4.44)$$

бу ерда:  $\Delta p_{qm}$  — қуруқ тарелканинг қаршилиги;  $\Delta P_{ck}$  — сууюқлик юзасида сирт таранглик кучи таъсирдан ҳосил бўладиган қаршилиқ;

$\Delta p_{cc}$  — газ – сууюқлик қатламидаги қаршилиқ.

Қуруқ тарелканинг қаршилиги қуйидаги тенгламадан аниқланадт

$$\Delta p_{кр} = \xi \frac{\omega_T P_r}{2} \quad (4.45)$$

бу ерда:  $\omega_z = \omega/F$  — тарелка тешиқларидаги газнинг тезлиги.  $\xi$  — тарелканинг қаршилиқ коэффициенти, у катта интервалда (0,5 . . . 4) ўзгариб, тарелканинг конструкциясига боғлиқ.

Тарелкага кираётган сууюқлик қатламидаги сууюқликнинг сирт та-ранглик кучи таъсирдан ҳосил бўлаётган қаршилиқни енгиш учун кетган босим қуйидагича.

$$\Delta p_{ck} = \frac{4\delta}{d_s} \quad (4.46)$$

Оқимли режимда ишлайдиган тарелкалар учун  $\Delta p_{ck}$  ҳисобга олинмайди. Тарелканинг газ-сууюқлик қатламидаги қаршилиги қатламнинг статик босимига тенг деб олинади:

$$\Delta p_{cc} = h_0 p_c g = h_{cc} \cdot p_{cc} \cdot g \quad (4.47)$$

бу ерда:  $h_0$  ва  $h_{cc}$  — тарелкадаги сууюқлик ва газ-сууюқлик қатламининг баландлиги;  $p_c$   $p_{cc}$  — тарелкадаги сууюқлик ва газ-сууюқлик аралашмасининг зичлиги.

$\Delta p_{cc}$  нинг қийматини эмпирик тенгламалар орқали ҳам аниқлаш мумкин.

Ағдарилма, элаксимон ва клапанли тарелкалар учун тарелкадаги газ-сууюқлик қатлами баландлигини қуйидаги тенглама билан ҳисобланади:

$$Eu_1 = \frac{p_z}{p_c} \sqrt{F} = 0,25 \cdot Fr^{-1,25}; \quad (4.48)$$

бу ерда:  $E_{u0} = \Delta p_{zc} / \rho_2 \omega^2 T$  - Эйлер критерийси;  $Fr = \omega^2 T / gh_{re}$  - Фруд критерийси.

Газнинг маълум тезлигида барботаж қатламининг юзасига чиқиб кўпиклардан ажралган суюқлик томчиларини газ ўзига тортиб олади. Суюқлик томчилари газ оқими билан юқориги тарелкага тушади.

Газ оқими билан суюқликнинг чиқиб кетиши натижасида модда ўтказишнинг ҳаракатлантирувчи кучи камаяди, куйилиш қурилмаларида суюқликнинг сарфланиш миқдори кўпаяди ва абсорберда суюқликнинг газ билан чиқиб йўқолиб кетиши сабабли тарелкали аппаратларнинг самарадорлигини ошириш имконияти чегараланади. Суюқликнинг газ билан чиқиб кетиши абсорберга берилаётган суюқлик умумий миқдорининг 5 ... 10 % идан ошмаслиги керак.

Газнинг тезлиги ортиши, сепарация бўшлиғи баландлигининг кама-йиши билан суюқликнинг газ билан чиқиб кетиши кўпаяди. Элаксимон тарелкаларда суюқликнинг чиқиб кетиш миқдори қуйидаги тенглама билан аниқланади;

$$e = 7,7 \cdot 10^{-5} \left( \frac{\omega}{H_{cn}} \right)^{3,2} \left( \frac{73}{\delta} \right) \quad (4.49)$$

бу ерда:  $H_{cn} = H - H_{zc}$  — сепарация бўшлиғининг баландлиги;  $\delta$  - суюқликнинг сирт таранглиги.

Абсорбентнинг чиқиб кетишини камайитириш учун юқориги тарелканинг устки қисмига насадка қатламидан иборат бўлган, металл тўрдан ишланган сепаратор қурилмаси ўрнатилади.

Контактлашган фазалар юзаси барботаж қатламидаги кўпиклар юзаси билан аниқланади. Фазаларнинг солиштирма контакт юзаси қуйидаги тенглама орқали топилади:

$$a = \frac{6\varepsilon}{d_y} \quad (4.49)$$

бу ерда:  $\varepsilon$  - газни тўлдирувчи кўпик қатлами;  $m^3/m^3$ ;  $d_y$ —кўпикнинг ўртача ҳажмий юза диаметри;  $m$ .

Контакт фазасининг тарелка бирлик юзасига бўлган нисбати қуйи-дагича аниқланади:

$$a = \frac{6\varepsilon \cdot h_{zc}}{d_y} \quad (4.50)$$

Абсорбернинг диаметри газнинг қабул қилинган фиктив тезлиги бўйича умумий сарф тенгласидан аниқланади.

Абсорбернинг иш баландлиги ёки пастки ва устки тарелкалар орасидаги масофа — модда ўтказиш коэффицентини ҳажмий бирликларда ифодалаб

модда ўтказишнинг асосий тенгламасидан ёки тарелкалар сонини аналитик ва график усулда ҳисоблаб аниқланади.

Абсорбернинг баландлиги  $H$  модда ўтказиш тенгламасидан ҳисобланганда, газ ва суюқлик фазаларидаги модда ўтказиш коэффициентлари (9.14) (9.15) тенгламалар орқали топилади.

Тарелкаларда фазаларнинг контакт юза катталигини аниқлаш қийин, шунинг учун модда ўтказишдаги модда бериш коэффициентлари қиймати тарелканинг кесимига нисбатан ёки тарелкадаги кўпикларнинг  $V=h_{zc}S_T$  ва суюқликнинг  $V_0 = h_0S_T$  ҳажмига нисбатан олинади ( $h_{zc}$ ,  $h_0$  — кўпикнинг ва суюқлик қатламининг тарелкадаги баландлиги).

Тарелкадаги газ ва суюқлик фазаларидаги ўтказиш сонининг баландлиги ( $n_z$  ёки  $n_c$ ) қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади: газ фазаси учун:

$$n_z = \frac{\beta_{T,S_T} \cdot S_T}{G}; \quad (4.51)$$

суюқлик фазаси учун:

$$n_c = \frac{\beta_{Q,S_T} \cdot S_T}{L}; \quad (4.52)$$

Тарелканинг иш юзасига нисбатан олинган модда бериш коэффициентлари  $\beta_{T,S_T}$ ,  $\beta_{Q,S_T}$  сиртки модда бериш коэффициентлари  $\beta_z$ ,  $\beta_c$  билан қуйидагича боғланган: газ фазаси учун:

$$\beta_{T,S_T} = \beta_{GV} \cdot h_{zc} = \beta'_{GV} \cdot h_0 = \beta^* \cdot a \cdot h_{zc}; \quad (4.53)$$

суюқлик фазаси учун:

$$\beta_{Q,S_T} = \beta_{CV} \cdot h_{zc} = \beta'_{CV} \cdot h_0 = \beta_c \cdot a \cdot h_{zc}; \quad (4.54)$$

бу ерда:  $\beta'_{GV}$  ва  $\beta'_{CV}$  газ ва суюқлик фазалари учун тарелкадаги суюқликнинг ҳажмига нисбатан олинган модда бериш коэффициентлари.

Модда бериш коэффициентлари ёки тарелканинг бирлик ўтказиш сонлари тарелканинг конструкциясига нисбатан алоҳида тенгламалар орқали ҳисобланади. Қалпоқчали тарелкаларда газ фазаси учун бирлик ўтказиш сони қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$n_r (\text{Pr}_z)^{0.5} = 0,776 + 4,63 h_{km} - 0,238 \omega \sqrt{\rho_z} - 0,292 \cdot q; \quad (4.55)$$

бу ерда:  $\text{Pr}_z = \nu_r / D_r$  — газ учун Прандтл критерийси;  $\nu_r$  — газнинг кинематик қовушқоқлиги,  $m^2/c$ ;  $D_r$  — газдаги молекуляр диффузия коэффициенти,  $m^2/c$ ;  $h_{km}$  — қуйилиш тўсиғининг баландлиги,  $m$ ;  $q$  — қуйилиш тўсиғининг периметрп нисбатан олинган суюқлик сарфи,  $m^2/(m \cdot c)$ .

Суюқлик фазасидаги бирлик ўтказиш сони қуйидагича аниқланади:

$$n_c = 3050 \cdot D_c^{0.5} (68 \cdot h_{kr} + 1) \tau_c; \quad (4.56)$$



бу ерда:  $D_c$  — суюқлик фазасидаги диффузия коэффициенти;  $\tau_c$  — фазаларнинг ўртача контакт вақти, у қуйидагича аниқланади:

$$\tau_c = \frac{l_m \cdot h_0}{q_{\text{чиз}}}, \quad (4.57)$$

бу ерда:  $l_m$  — суюқлик юриш йўлининг узунлиги ёки қуйилиш қуршшаларининг орасидаги масофа,  $m$ ;  $q_{\text{чиз}}$  — тарелканинг кенглигига нисбатан олинган чизиқли намлаш зичлиги.  $m^3/(m \cdot c)$ . Элаксимон ва ағдарилма тарелкаларда: газ фазаси учун:

$$n_c = 1,77 \cdot 10^3 \cdot (Pe_r')^{-0,5} \cdot h_{rc}^{1,2} \quad (4.58)$$

уюқлик фазаси учун:

$$n_c = 1,26 \cdot 10^5 \cdot (Pe_c')^{-0,5} \cdot h_{rc}^{1,9} \quad (4.59)$$

бу ерда:  $Pe_r' = \omega h_{rc} / D_c$  — газ фазаси учун Пекле критерийси;  $Pe_c' = L h_c / D_c$  — суюқлик фазаси учун Пекли критерийси;  $h_{rc}$  — тарелкадаги газ-уюқлик аралашмасининг баландлиги,  $m$ .

Тарелкаларнинг ҳақиқий сонини ҳисоблашда (аналитик ёки график усул билан) қуйилиш қурилмалари бўлган колонналарда фазалар бир-бирига қарама-қарши ўзаро перпендикуляр ҳаракат қилади деб фараз қилинади. Бу ҳолда жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи (4.50) тенглама орқали аниқланади. Қуйилиш қурилмаси бўлмаган колонналарда жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи (8.60) тенгламадан топилади.

Тарелкаларнинг ҳақиқий сонини аниқлаб абсорбернинг баландлигини ҳисоблаймиз:

$$H = n_x H_n + h_y = n_x (h_{rc} + H_{СП}) + h_y, \quad (4.60)$$

бу ерда  $H_{СП}$  — сепарация бўшлиғининг баландлиги,  $m$ ;  $h_y$  — устки тарелкадан абсорбернинг қопқоғигача бўлган масофа,  $m$ .

### Назорат саволлари

1. Модда алмашиниш қурилмалари классификациясини тушунтиринг.
2. Ректификацион колонналар синфларини тушунтиринг.
3. Ректификацион колонна ёрдамчи элементларига нималар киради?
4. Дефлегматор қандай вазифани бажаради?
5. Тарелкаларнинг қандай турларини биласиз?
6. Тарелкаларда қандай режимлар бўлиши мумкин?
7. Насадкали ректификацион колонна тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
8. Насадкаларининг қандай турларини биласиз?
9. Пленкали ректификацион колонна тузилишини тушунтиринг.

10. Ректификацион колоннада жараённи жадаллаштиришнинг йўллари тушунтиринг.
11. Ректификацион колоннани ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартибини тушунтиринг.
12. Абсорберларнинг синфларини тушунтиринг.
13. Насадкали абсорберлар тузилишини тушунтиринг.
14. Насадкаларнинг қандай турлари мавжуд?
15. Насадкаларнинг асосий ҳарактеристикаларига нималар киради?
16. Тарелкали абсорбер тузилишини тушунтиринг.
17. Тарелкаларнинг қандай турларини биласиз?
18. Сепараторлар тузилишини тушунтиринг.
19. Сочиб берувчи абсорберлар тузилишини тушунтиринг.
20. Абсорберларнинг ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартибини тушунтиринг.

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
2. Салимов З.С. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. Дарслик. Т. 2012. 510 бет.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Дарслик. Шарқ НМАК. Т. 2003. 646 бет.
4. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. - М.: Химия, 2003.
5. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 126 с.
6. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 1. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа. 2003. – 912 с.
8. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 2. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа, 2003. – 872 с.
9. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 1. – Т.: Ўзбекистон, 2004. – 366 б.
10. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 2. – Т.: Ўзбекистон, 2005. – 237 б.
11. Левш В.И., Салимов З. Очистка газовых выбросов в аппаратах с турбулизированным газожидкостным слоем. – Т.: Фан, 2006. – 152 с.

## **4-мавзу. Каталитик крекинг реакторлари.**

(каталитик изомеризация курилмаси реакторини ҳисоблаш)

### **Режа:**

1. Нефтькимёвий жараёнлар
2. Кимёвий реакциялар кинетикаси
3. Катализаторлар иштирокидаги реакциялар
4. Каталитик крекинг жараёнининг назарий асослари.

### **4.1. Нефть кимёвий жараёнлар**

Нефть ва газни кимёвий йўл билан қайта ишлаш технологиясида ҳар хил реакциялардан фойдаланилади. Уларнинг кўпчилиги саноат реакторларида амалга оширилади. Кимёвий реакциялар одатда умумий аломатларга асосланган ҳолда синфланади.

Кимёвий реактор конструкцияси ва жараёни бошқариш усуллари танлаш учун реакция системанинг фазавий таркиби муҳим аҳамиятга эга. Реагентлар ва маҳсулотларнинг фазавий таркибига кўра, кимёвий реакциялар гомоген ва гетероген бўлиши мумкин. Гомоген реакцияларда реагентлар ва маҳсулотлар битта фаза (суюқ ёки газсимон) да бўлади. Масалан, газсимон углеводородларни пиролиз қилиш гомоген реакцияни ташкил этади.

Гетероген реакциялари юз берганда энг ками билан битта реагент ёки маҳсулот реакцияда қатнашаётган бошқа компонентлардан фарқ қиладиган фазавий ҳолатда бўлади. Агар икки фазали системалар «газ-суюқлик», «газ-қаттиқ модда», «суюқлик-қаттиқ модда», «суюқлик-суюқлик» (иккита ўзаро аралашмайдиган суюқликлар), «қаттиқ модда-қаттиқ модда» ҳолатида бўлса, уч фазали реакция системалар эса турли вариантларда учрашиши мумкин. Қаттиқ катализаторларнинг устидаги буғ фазасида юз берадиган жараёнлар гетероген реакцияларга мисол бўла олади.

Реакцияларнинг амалга ошириш механизми бўйича ҳам кимёвий жараёнлар синфланади. Ушбу принципга биноан, реакциялар оддий (бир босқичли) ва мураккаб (кўп босқичли), жумладан параллел, кетма-кет ва кетма-кет-параллел йўналишда бўлиши мумкин. Агар оддий реакциялар битта босқичдан иборат бўлса, мураккаб реакциялар эса бир неча параллел ёки кетма-кет босқичлардан ташкил топган бўлади.

Реакцияларда қатнашаётган молекулаларнинг сонига кўра, кимёвий жараёнлар моно-, би- ва учмолекулали реакцияга ажралиши мумкин. Кинетик тенгламанинг кўриниши (реакция тезлигининг реагентлар концентрацияларидан боғлиқлиги) кимёвий жараёнларнинг тартиб бўйича синфланиши учун аломат ҳисобланади. Реакцияларнинг тартиби деганда кинетик тенгламадаги реагентлар концентрациялари даража кўрсаткичларининг

йиғиндиси тушунилади. Ушбу аломат бўйича кимёвий реакциялар биринчи, иккинчи, учинчи, касрий тартибли бўлиши мумкин.

Кимёвий реакциялар тезлигини ўзгартириш учун махсус моддалар – катализаторлар ишлатилиши ёки ишлатилмаслигига кўра, бундай реакциялар каталитик ёки нокаталитик жараёнлар деб аталади. Нефть ва газни қайта ишлаш технологиясида учрайдиган кимёвий жараёнларнинг кўпчилиги каталитик реакциялардан ташкил топган. Бундай жараёнларда катализаторлардан фойдаланиш орқали бир неча ижобий ҳолатлар юзага чиқади: реакциялар анча паст ҳароратларда олиб борилади; реакцияларни керакли йўналишлар бўйича олиб бориш мумкин; хом ашёлардан асосий маҳсулотларни ажратиб олиш даражаси юқори; қўшимча реакцияларнинг бориш тезлигини сусайтириш имконияти мавжуд.

Нокаталитик жараёнлар юқори ҳароратлар таъсирида олиб борилади. Бундай жараёнлар қаторига қуйидагиларни киритиш мумкин: суyoқ ва газсимон углеводородли хом ашёни пиролиз қилиш; кокслаш; термик крекинг ва бошқалар.

Ҳар қандай кимёвий реакция пайтида иссиқлик эффекти юз беради. Иссиқликнинг ютилиши билан борадиган реакциялар эндотермик, иссиқликнинг ажралиб чиқиши билан юз берадиган реакциялар эса экзотермик деб аталади. Мураккаб кимёвий жараёнларда иккала хил реакциялар ҳам юз бериши мумкин. Бундай ҳолатларда якуний катталиқ, яъни умумий иссиқлик эффекти ҳисоблаб чиқилади. Крекинг, пиролиз, каталитик риформинг эндотермик реакциялар ҳисобланса, гидрогенизация, алкиллаш, полимерланиш реакциялари эса экзотермик жараёнларга мисол бўла олади.

#### **4.2. Кимёвий реакциялар кинетикаси**

Кимёвий кинетика – кимёвий реакциялар тезликлари ҳақидаги таълимот. Реакциянинг кинетикаси дейилганда берилган реакция тезлигининг концентрация, ҳарорат, босим ва бошқа омиллардан боғлиқлиги тушунилади.

Кимёвий реакциянинг тезлиги ҳажм бирлигидаги компонент моллари сонининг вақт бирлигида ўзгариши орқали ифода қилинади:

$$r = - \frac{1}{V} \frac{dN}{d\tau}, \quad (1)$$

бу ерда  $V$  – реакцияда қатнашаётган компонентларнинг ҳажми;  $N$  – сарфланаётган компонент молларининг сони;  $\tau$  – компонентларнинг контакт вақти.

Агар  $V = \text{const}$  бўлса,  $N = CV$ , бу ерда  $C$  – берилган (сарфланаётган) компонентнинг вақтнинг маълум бир они  $\tau$  га мос келган концентрацияси.

Бундай шароитда:

$$r = -\frac{d\left(\frac{N}{V}\right)}{d\tau} = -\frac{dc}{d\tau} . \quad (2)$$

Реакция тезлигини реактор ҳажми  $V_R$  га нисбатан олинса, (1) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$r = -\frac{1}{V_R} \frac{dN}{d\tau} . \quad (3)$$

Икки фазали системаларда эса реакция тезлигини фазаларнинг контакт юзаси  $F$  га нисбатан олиш мумкин:

$$r = -\frac{1}{F} \frac{dN}{d\tau} . \quad (4)$$

Реакция кинетикаси тушунчасига асосланган ҳолда, қуйидаги кинетик тенгламани ёзиш мумкин:

$$-\frac{dc}{d\tau} = KC_A^a C_B^b , \quad (5)$$

бу ерда  $K$  – реакция тезлигининг ўзгармас сони;  $a$  ва  $b$  –  $A$  ва  $B$  компонентлари бўйича реакция тартиблари.

Реакциянинг умумий тартиби алоҳида олинган компонентлар тартибларининг йиғиндиси  $Z$  га тенг:

$$Z = a + b + \dots \quad (6)$$

Кимёвий реакциянинг кинетикасини ўрганишда ўзгартириш даражаси деган катталиқ муҳим аҳамиятга эга. Бу катталиқ компонентларнинг реакцияга учраган моллари сонининг компонентлардаги молларнинг дастлабки сонига нисбати  $x$  орқали белгиланади:

$$x = \frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - \frac{N}{N_0} , \quad (7)$$

бу ерда  $N_0$  – дастлабки оқимдаги моллар сони;  $N$  – реакция маҳсулотларидаги моллар сони.

Ўзгармас ҳажмда амалга ошириладиган реакциялар учун:

$$x = \frac{C_0 - C}{C_0} = 1 - \frac{C}{C_0} , \quad (8)$$

бу ерда  $C_0$  – берилган компонентнинг дастлабки оқимдаги концентрацияси;  $C$  – берилган компонентнинг реакция маҳсулотларидаги концентрацияси.

Биринчи тартибли реакция учун, масалан, ўзгартириш даражаси  $x$  компонентларнинг реакцияда қатнашиш вақти  $\tau$  билан қуйидаги тенглама орқали боғланган:

$$\tau_K = \text{Ln} C_0 (C_0 - x). \quad (9)$$

Кимёвий жараён натижасида олинган маҳсулот массасининг қайта ишлашга жалб этилган дастлабки материалларнинг массасига нисбати маҳсулотнинг чиқиши деб юритилади. Агар юз бераётган кимёвий жараён стехиометрик тенглама билан ифода қилинса, бундай шароитда маҳсулотнинг чиқишини олинган маҳсулот массасини назарий жиҳатдан олиниши мумкин бўлган массага нисбати орқали аниқланади.

Компонентларнинг реакцияга учраш вақти ўзгартириш даражаси ва маҳсулотнинг чиқиши билан боғлиқ бўлиб, реакторнинг зарур бўлган ўлчамларини аниқлашга ёрдам беради. Одатда реакциянинг давомийлиги тажриба ёки тажриба–саноат ускуналарида топилади. Агар реакцияга киришаётган моддаларнинг унумдорлиги  $V$  маълум бўлса, кимёвий реакция учун зарур бўлган ҳажм  $V_R$  қуйидаги нисбат орқали аниқланади:

$$V_R = \frac{V\tau}{\varepsilon}, \quad (10)$$

бу ерда  $\varepsilon$  – реакция зонадаги эркин ҳажм улуши.

Кимёвий реакцияларнинг тезлигини ҳисоблашда ҳажмий тезлик ва массавий тезлик тушунчалари ҳам ишлатилади. Суюқ ҳолатдаги хом ашё учун ҳажмий тезлик реакция зонанинг ҳажм бирлигига вақт бирлигида юборилган совуқ хом ашёнинг ҳажми орқали аниқланилади. Газсимон хом ашёнинг ҳажми нормал шароитлар бўйича ҳисоб-китоб қилинади. Ҳажмий тезликнинг тескари қиймати реакциянинг мавҳум вақти деб юритилади. Массавий тезликнинг қиймати эса хом ашё бўйича массавий иш унумдорлигини реакция зонадаги катализаторнинг массасига нисбати орқали топилади.

Кимёвий реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги юқори аниқлик билан Аррениус тенгламаси орқали ифода қилинади:

$$K = K_0 e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (11)$$

бу ерда  $K_0$  – доимий сон;  $E$  – фаоллаштириш энергияси;  $R$  – газнинг универсал доимийлиги;  $T$  – ҳарорат.

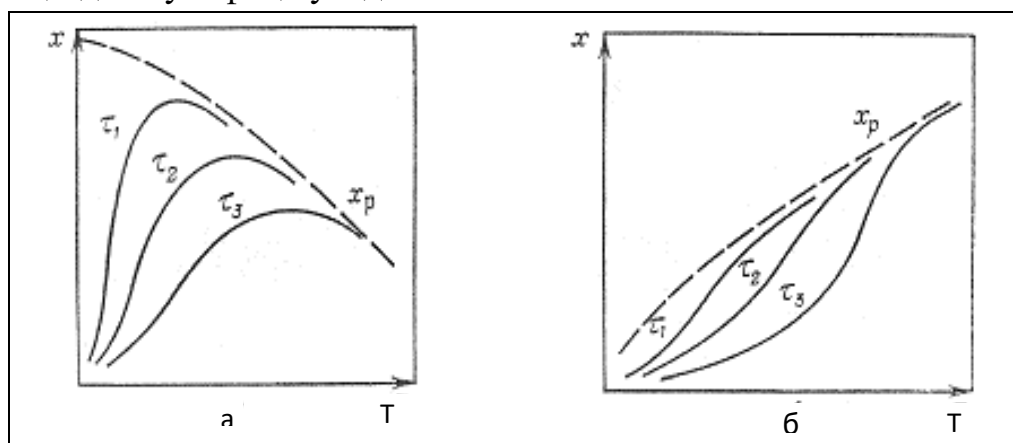
Берилган ҳароратда системадаги барча молекулалар энергиясининг ўртача қийматига нисбатан реакцияга учраган молекулаларнинг ортиқча энергияси фаоллаштириш энергиясини белгилайди. Фаоллаштириш энергияси қанча кўп бўлса, кимёвий реакциянинг тезлиги шунча кам бўлади.

Ижобий катализаторларни қўллаш фаоллаштириш энергиясининг камайишига ва кимёвий реакция тезлигининг кўпайишига олиб келади ёки жараённи анча паст ҳароратда олиб бориш учун имконият яратиб беради. Агар  $T_1$  ҳароратда реакция тезлигининг ўзгармас сони  $K_1$  га тенг,  $T_2$  бўлганда эса  $K_2$

га тенг бўлади, бундай шароитда (11) тенгламани қуйидагича ўзгартириб ёзиш мумкин:

$$Ln = \frac{K_1}{K_2} = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) . \quad (12)$$

Қайтарувчи кимёвий реакциялар учун ўзгартириш даражаси ҳарорат билан реакциянинг иссиқлик эффектига кўра турлича боғланган бўлади (1-расм). Экзотермик реакцияларда ҳароратнинг ортиши билан ўзгартириш даражаси дастлаб кўпаяди, сўнгра камайиб кетади. Шу сабабдан экзотермик реакцияларда берилган реакция вақти  $\tau$  да ўзгартириш даражаси  $x$  максимал нуктага етади. Эндотермик реакцияларда ҳароратнинг ортиши билан ўзгартириш даражаси ҳам ортиб боради. Шу боис бундай реакцияларни амалга ошириш учун бир қатор омиллар (дастлабки моддалар ва реакция маҳсулотларининг барқарорлиги; технологик имкониятлар; иқтисодий масалалар ва ҳоказо) ни ҳисобга олган ҳолатда максимал ҳароратни қабул қилиш мақсадга мувофиқ бўлади.



1-расм. Қайтарувчи экзотермик(а) ва эндотермик(б) реакциялар учун жараённинг турлича давомийлиги  $\tau$  пайтдаги ўзгартириш даражаси  $x$  нинг ҳарорат  $T$  дан боғлиқлиги ( $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ ;  $x_p$ -мувозанат ҳолатдаги қиймат).

Кимёвий реакцияларнинг кўпчилиги иссиқликнинг ажралиб чиқиши ёки унинг ютилиши билан содир бўлади. Кимёвий жараённинг иссиқлик эффекти тажриба йўли билан топилади ёки Гесс қонуни бўйича ҳисобланилади. Ушбу қонунга асосан кимёвий жараённинг иссиқлик эффекти реакция маҳсулотлари ва дастлабки моддаларнинг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиларининг айирмаси ҳамда дастлабки моддалар ва реакция маҳсулотларининг ёниш иссиқликлари йиғиндиларининг айирмаси сифатида топилади.

Кимёвий реакциянинг иссиқлик эффекти  $Q_p$  ва унинг мувозанат ўзгармас сони  $K_p$  қуйидаги тенглама орқали боғланган:

$$\frac{d\ln K_p}{dT} = - \frac{Q_p}{RT^2} \quad (13)$$

Агар мувозанат ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги маълум бўлса, охири тенгламани интеграллаш мумкин бўлади. Босимнинг ўзгариши одатда кимёвий реакциянинг иссиқлик эффектига жуда кам таъсир қилади; техник ҳисоблашларда ушбу таъсир ҳисобга олинмаса ҳам бўлади. Юқори босимларда эса босимнинг таъсири албатта ҳисобга олиниши керак. Нефтьни қайта ишлаш технологиясининг бир қатор жараёнлари учун иссиқлик эффектларининг қийматлари (кЖ/кг ҳисобида) жуда кенг чегарада ўзгаради:

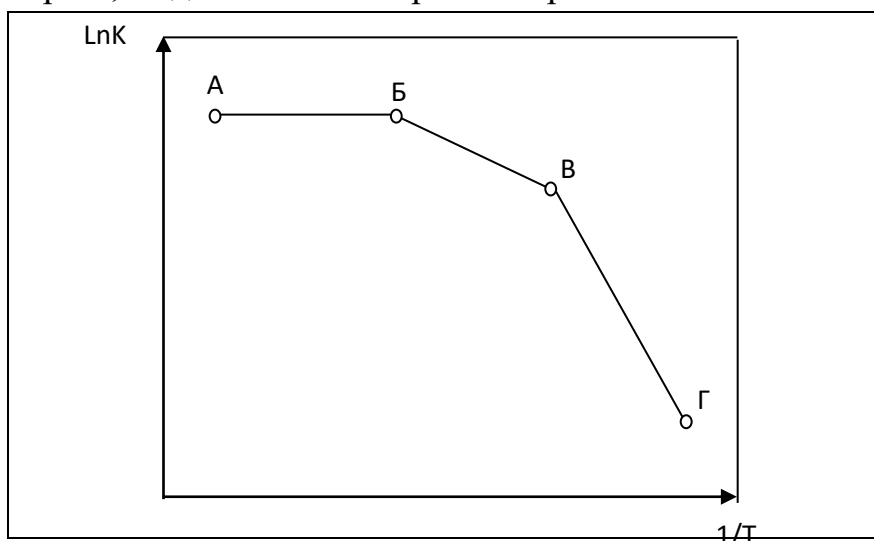
Газойлларни термик крекинг қилиш	300 – 1000
Керосинли фракцияларни пиролиз қилиш	1400 – 2000
Каталитик крекинг	200 – 550
Бутанни водородсизлантириш	2000
Гидроформинг	750
Алкиллаш	1000
Крекинг катализаторидаги коксни куйдириш	28000 – 32000

Қаттиқ ғоваксимон катализаторларнинг иштироки билан олиб бориладиган кимёвий реакциялар (каталитик крекинг, водородсизлантириш ва бошқалар)нинг тезликлари куйидаги асосий босқичлар орқали аниқланади: компонентларнинг кимёвий ўзгариши, компонентларнинг ташқи диффузия орқали катализаторнинг юзаси томон силжиши ва компонентларнинг катализаторнинг ғовақларидаги ички диффузияси. Бундай ҳолатда реакцияга учраётган молекулалар ташқи диффузия таъсирида катализатор гранулаларининг ташқи юзасига яқинлашади ва ички диффузия ёрдамида ғовақлар орқали катализаторнинг фаол марказларига томон силжийди. Сўнгра кимёвий реакция юз беради, ҳосил бўлган маҳсулот эса гранулаларнинг ташқарисига чиқади. Жараённинг тезлиги энг секин борадиган босқичнинг тезлиги билан белгиланади. Агар компонентларнинг диффузияси катта тезлик билан бораётган бўлса, жараённинг тезлигини унинг кимёвий босқичи белгилайди (демак, реакция кинетик зонада юз бермоқда). Агар реакцияга учраётган моддалар катта тезлик билан силжиётган бўлса, кимёвий реакция диффузион зонада амалга ошаётган бўлади.

Реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги маълум бўлса (2-расм), жараённинг тезлигини белгиловчи босқични аниқлаш мумкин бўлади. Диффузион зонада (АБ чизиғи) борадиган кимёвий реакцияда жараённинг тезлигига ҳарорат жуда кам таъсир қилади, чунки ҳароратнинг ўзгариши билан диффузия коэффициенти ҳам жуда кам ўзгаради. Шу сабабдан



ушбу зонада реакция тезлигини ошириш учун гидро- динамик омиллар (оқим тезлигини ошириш, жадаллик билан аралаштириш



2-расм. Жараённинг ҳал қилувчи босқичини аниқлашда кимёвий реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги.

ва бошқалар) дан фойдаланиш зарур ёки катализатор гранулаларининг ўлчамларини кичрайтириш керак. Кимёвий реакция кинетик зонада (ВГ чизиғи) олиб борилганда, ҳароратнинг ошиши реакция тезлигининг анчагина кўпайишига олиб келади. Бунда бошқа омиллар жараённинг умумий тезлигига жуда ҳам кам таъсир этади. Ўтиш зонасида (БВ чизиғи) эса кинетик ва диффузион зоналардаги реакция тезликлари ҳисобга олиниши лозим. Аррениус тенгламасига биноан, тўғри чизиқнинг абсцисса ўқиға нисбатан ҳосил қилган бурчак тангенци фаоллаштириш энергиясини белгилайди. Диффузион зона учун эгилиш бурчаги тангенци, яъни фаоллаштириш энергияси, кичик бўлса, кинетик зонада эса анчагина катта қийматни ташкил этади.

#### 4.3. Катализаторлар иштирокидаги реакциялар кинетикаси

Кимёвий кинетика – кимёвий реакциялар тезликлари ҳақидаги таълимот. Реакциянинг кинетикаси дейилганда берилган реакция тезлигининг концентрация, ҳарорат, босим ва бошқа омиллардан боғлиқлиги тушунилади.

Кимёвий реакциянинг тезлиги ҳажм бирлигидаги компонент моллари сонининг вақт бирлигида ўзгариши орқали ифода қилинади:

$$r = - \frac{1}{V} \frac{dN}{d\tau}, \quad (18.1)$$

бу ерда  $V$  – реакцияда қатнашаётган компонентларнинг ҳажми;  $N$  – сарфланаётган компонент молларининг сони;  $\tau$  – компонентларнинг контакт вақти.

Агар  $V = \text{const}$  бўлса,  $N = CV$ , бу ерда  $C$  – берилган (сарфланаётган) компонентнинг вақтнинг маълум бир они  $\tau$  га мос келган концентрацияси.

Бундай шароитда:

$$r = -\frac{d\left(\frac{N}{V}\right)}{d\tau} = -\frac{dc}{d\tau} . \quad (18.2)$$

Реакция тезлигини реактор ҳажми  $V_R$  га нисбатан олинса, (18.1) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$r = -\frac{1}{V_R} \frac{dN}{d\tau} . \quad (18.3)$$

Икки фазали системаларда эса реакция тезлигини фазаларнинг контакт юзаси  $F$  га нисбатан олиш мумкин:

$$r = -\frac{1}{F} \frac{dN}{d\tau} . \quad (18.4)$$

Реакция кинетикаси тушунчасига асосланган ҳолда, қуйидаги кинетик тенгламани ёзиш мумкин:

$$-\frac{dc}{d\tau} = KC_A^a C_B^b , \quad (18.5)$$

бу ерда  $K$  – реакция тезлигининг ўзгармас сони;  $a$  ва  $b$  –  $A$  ва  $B$  компонентлари бўйича реакция тартиблари.

Реакциянинг умумий тартиби алоҳида олинган компонентлар тартибларининг йиғиндиси  $Z$  га тенг:

$$Z = a + b + \dots \quad (18.6)$$

Кимёвий реакциянинг кинетикасини ўрганишда ўзгартириш даражаси деган катталиқ муҳим аҳамиятга эга. Бу катталиқ компонентларнинг реакцияга учраган моллари сонининг компонентлардаги молларнинг дастлабки сонига нисбати  $x$  орқали белгиланади:

$$x = \frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - \frac{N}{N_0} , \quad (18.7)$$

бу ерда  $N_0$  – дастлабки оқимдаги моллар сони;  $N$  – реакция маҳсулотларидаги моллар сони.

Ўзгармас ҳажмда амалга ошириладиган реакциялар учун:

$$x = \frac{C_0 - C}{C_0} = 1 - \frac{C}{C_0} , \quad (18.8)$$

бу ерда  $C_0$  – берилган компонентнинг дастлабки оқимдаги концентрацияси;  $C$  – берилган компонентнинг реакция маҳсулотларидаги концентрацияси.

Биринчи тартибли реакция учун, масалан, ўзгартириш даражаси  $x$  компонентларнинг реакцияда қатнашиш вақти  $\tau$  билан қуйидаги тенглама орқали боғланган:

$$\tau_K = \text{Ln} C_0 (C_0 - x). \quad (18.9)$$

Кимёвий жараён натижасида олинган маҳсулот массасининг қайта ишлашга жалб этилган дастлабки материалларнинг массасига нисбати маҳсулотнинг чиқиши деб юритилади. Агар юз бераётган кимёвий жараён стехиометрик тенглама билан ифода қилинса, бундай шароитда маҳсулотнинг чиқишини олинган маҳсулот массасини назарий жиҳатдан олиниши мумкин бўлган массага нисбати орқали аниқланади.

Компонентларнинг реакцияга учраш вақти ўзгартириш даражаси ва маҳсулотнинг чиқиши билан боғлиқ бўлиб, реакторнинг зарур бўлган ўлчамларини аниқлашга ёрдам беради. Одатда реакциянинг давомийлиги тажриба ёки тажриба–саноат ускуналарида топилади. Агар реакцияга киришаётган моддаларнинг унумдорлиги  $V$  маълум бўлса, кимёвий реакция учун зарур бўлган ҳажм  $V_R$  қуйидаги нисбат орқали аниқланади:

$$V_R = \frac{V\tau}{\varepsilon}, \quad (18.10)$$

бу ерда  $\varepsilon$  – реакция зонадаги эркин ҳажм улуши.

Кимёвий реакцияларнинг тезлигини ҳисоблашда ҳажмий тезлик ва массавий тезлик тушунчалари ҳам ишлатилади. Суюқ ҳолатдаги хом ашё учун ҳажмий тезлик реакция зонанинг ҳажм бирлигига вақт бирлигида юборилган совуқ хом ашёнинг ҳажми орқали аниқланилади. Газсимон хом ашёнинг ҳажми нормал шароитлар бўйича ҳисоб-китоб қилинади. Ҳажмий тезликнинг тескари қиймати реакциянинг мавҳум вақти деб юритилади. Массавий тезликнинг қиймати эса хом ашё бўйича массавий иш унумдорлигини реакция зонадаги катализаторнинг массасига нисбати орқали топилади.

Кимёвий реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги юқори аниқлик билан Аррениус тенгламаси орқали ифода қилинади:

$$K = K_0 e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (18.11)$$

бу ерда  $K_0$  – доимий сон;  $E$  – фаоллаштириш энергияси;  $R$  – газнинг универсал доимийлиги;  $T$  – ҳарорат.

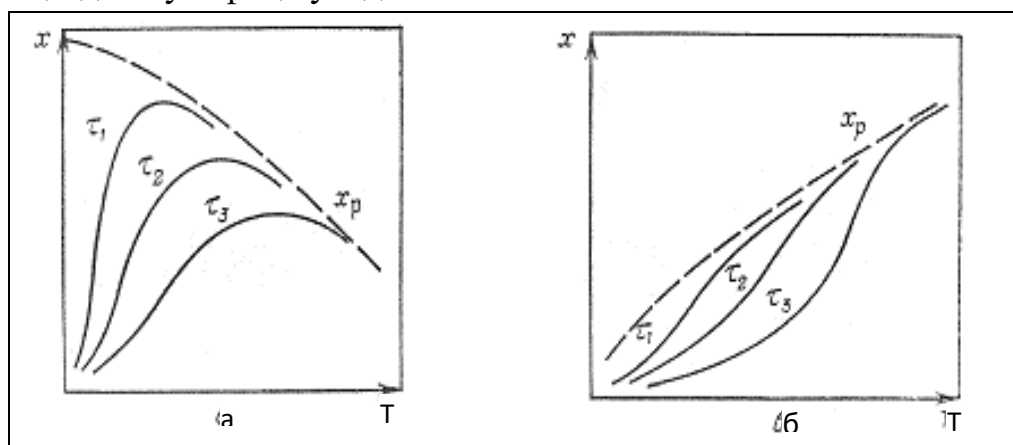
Берилган ҳароратда системадаги барча молекулалар энергиясининг ўртача қийматига нисбатан реакцияга учраган молекулаларнинг ортиқча энергияси фаоллаштириш энергиясини белгилайди. Фаоллаштириш энергияси қанча кўп бўлса, кимёвий реакциянинг тезлиги шунча кам бўлади.

Ижобий катализаторларни қўллаш фаоллаштириш энергиясининг камайишига ва кимёвий реакция тезлигининг кўпайишига олиб келади ёки жараённи анча паст ҳароратда олиб бориш учун имконият яратиб беради. Агар  $T_1$  ҳароратда реакция тезлигининг ўзгармас сони  $K_1$  га тенг,  $T_2$  бўлганда эса  $K_2$

га тенг бўлади, бундай шароитда (18.11) тенгламани қуйидагича ўзгартириб ёзиш мумкин:

$$Ln = \frac{K_1}{K_2} = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right). \quad (18.12)$$

Қайтарувчи кимёвий реакциялар учун ўзгартириш даражаси ҳарорат билан реакциянинг иссиқлик эффектига кўра турлича боғланган бўлади (18.1-рasm). Экзотермик реакцияларда ҳароратнинг ортиши билан ўзгартириш даражаси дастлаб кўпаяди, сўнгра камайиб кетади. Шу сабабдан экзотермик реакцияларда берилган реакция вақти  $\tau$  да ўзгартириш даражаси  $x$  максимал нуқтага етади. Эндотермик реакцияларда ҳароратнинг ортиши билан ўзгартириш даражаси ҳам ортиб боради. Шу боис бундай реакцияларни амалга ошириш учун бир қатор омиллар (дастлабки моддалар ва реакция маҳсулотларининг барқарорлиги; технологик имкониятлар; иқтисодий масалалар ва ҳоказо) ни ҳисобга олган ҳолатда максимал ҳароратни қабул қилиш мақсадга мувофиқ бўлади.



18.1-рasm. Қайтарувчи экзотермик(а) ва эндотермик(б) реакциялар учун жараённинг турлича давомийлиги  $\tau$  пайтдаги ўзгартириш даражаси  $x$  нинг ҳарорат  $T$  дан боғлиқлиги ( $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ ;  $x_p$ -мувозанат ҳолатдаги қиймат).

Кимёвий реакцияларнинг кўпчилиги иссиқликнинг ажралиб чиқиши ёки унинг ютилиши билан содир бўлади. Кимёвий жараённинг иссиқлик эффекти тажриба йўли билан топилади ёки Гесс қонуни бўйича ҳисобланилади. Ушбу қонунга асосан кимёвий жараённинг иссиқлик эффекти реакция маҳсулотлари ва дастлабки моддаларнинг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиларининг айирмаси ҳамда дастлабки моддалар ва реакция маҳсулотларининг ёниш иссиқликлари йиғиндиларининг айирмаси сифатида топилади.

Кимёвий реакциянинг иссиқлик эффекти  $Q_p$  ва унинг мувозанат ўзгармас сони  $K_p$  қуйидаги тенглама орқали боғланган:

$$\frac{d\ln K_p}{dT} = - \frac{Q_p}{RT^2} \cdot \quad (18.13)$$

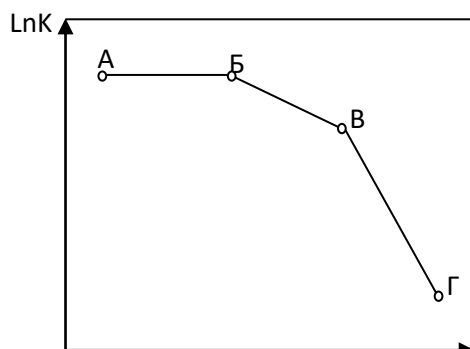
Агар мувозанат ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги маълум бўлса, охириги тенгламани интеграллаш мумкин бўлади. Босимнинг ўзгариши одатда кимёвий реакциянинг иссиқлик эффектига жуда кам таъсир қилади; техник ҳисоблашларда ушбу таъсир ҳисобга олинмаса ҳам бўлади. Юқори босимларда эса босимнинг таъсири албатта ҳисобга олиниши керак. Нефтьни қайта ишлаш технологиясининг бир қатор жараёнлари учун иссиқлик эффектларининг қийматлари (кЖ/кг ҳисобида) жуда кенг чегарада ўзгаради:

Газойлларни термик крекинг қилиш	300 – 1000
Керосинли фракцияларни пиролиз қилиш	1400 – 2000
Каталитик крекинг	200 – 550
Бутанни водородсизлантириш	2000
Гидроформинг	750
Алкиллаш	1000
Крекинг катализаторидаги коксни куйдириш	28000 – 32000

Қаттиқ ғоваксимон катализаторларнинг иштироки билан олиб бориладиган кимёвий реакциялар (каталитик крекинг, водородсизлантириш ва бошқалар)нинг тезликлари қуйидаги асосий босқичлар орқали аниқланади: компонентларнинг кимёвий ўзгариши, компонентларнинг ташқи диффузия орқали катализаторнинг юзаси томон силжиши ва компонентларнинг катализаторнинг ғовакларидеги ички диффузияси. Бундай ҳолатда реакцияга учраётган молекулалар ташқи диффузия таъсирида катализатор гранулаларининг ташқи юзасига яқинлашади ва ички диффузия ёрдамида ғоваклар орқали катализаторнинг фаол марказларига томон силжийди. Сўнгра кимёвий реакция юз беради, ҳосил бўлган маҳсулот эса гранулаларнинг ташқарисига чиқади. Жараённинг тезлиги энг секин борадиган босқичнинг тезлиги билан белгиланади. Агар компонентларнинг диффузияси катта тезлик билан бораётган бўлса, жараённинг тезлигини унинг кимёвий босқичи белгилайди (демак, реакция кинетик зонада юз бермокда). Агар реакцияга учраётган моддалар катта тезлик билан силжиётган бўлса, кимёвий реакция диффузион зонада амалга ошаётган бўлади.

Реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги маълум бўлса (18.2-расм), жараённинг тезлигини белгиловчи босқични аниқлаш мумкин бўлади. Диффузион зонада (АБ чизиғи) борадиган кимёвий реакцияда жараённинг тезлигига ҳарорат жуда кам таъсир қилади, чунки ҳароратнинг ўзгариши билан диффузия коэффиценти ҳам жуда кам ўзгаради. Шу сабабдан

ушбу зонада реакция тезлигини ошириш учун гидро- динамик омиллар (оқим тезлигини ошириш, жадаллик билан аралаштириш



18.2-расм. Жараённинг ҳал қилувчи босқичини аниқлашда кимёвий реакция тезлиги ўзгармас сонининг ҳароратдан боғлиқлиги.

ва бошқалар) дан фойдаланиш зарур ёки катализатор гранулаларининг ўлчамларини кичрайтириш керак. Кимёвий реакция кинетик зонада (ВГ чизиғи) олиб борилганда, ҳароратнинг ошиши реакция тезлигининг анчагина кўпайишига олиб келади. Бунда бошқа омиллар жараённинг умумий тезлигига жуда ҳам кам таъсир этади. Ўтиш зонасида (БВ чизиғи) эса кинетик ва диффузион зоналардаги реакция тезликлари ҳисобга олиниши лозим. Аррениус тенгламасига биноан, тўғри чизиқнинг абсцисса ўқиға нисбатан ҳосил қилган бурчак тангенси фаоллаштириш энергиясини белгилайди. Диффузион зона учун эгилиш бурчаги тангенси, яъни фаоллаштириш энергияси, кичик бўлса, кинетик зонада эса анчагина катта қийматни ташкил этади.

Гомоген реакцияларининг асосий қониятлари

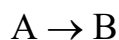
Жараён кинетикасига таъсир этувчи асосий факторлар:

- моддалар концентрацияси
- температура
- босим
- аралаштириш даражаси

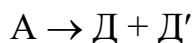
Гомоген реакцияларнинг тезлиши асосан асосий кимёвий реакциянинг тезлиги билан характерланади. Кинетик характеристикалари: реакциянинг молекулярлиги ва реакциянинг тартиби.

Молекулярлиги элементар амалда иштирок этувчи молекулалар сони:

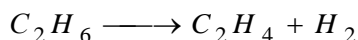
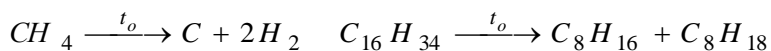
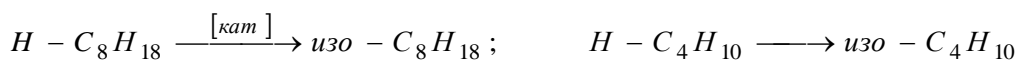
- мономолекуляр (1 молекула)
  - а) ички молекуляр қайта гурухланиш (изомеризация, инверция)



б) Парчаланиш реакциялари (дегидрогенланиш, дегомогенводород)

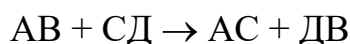
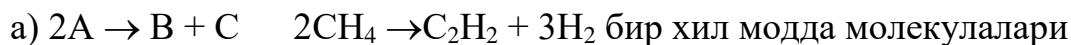


Мисоллар:



Икки молекуляр (бимолекуляр) реакциялар:

Элементар амалда икки молекула иштирок этадиган жараёнлар:



Реакциянинг тартиби реакция тезлигининг моддалар концентрацияси даражалари (йигиндиси) га кандай боғликлигини курсатади.

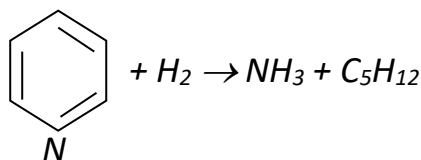
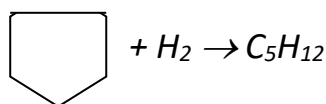
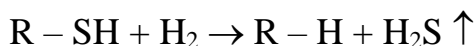
$$V = K C_A^n C_B^m \quad n + m = \text{реакция тартиби}$$

Реакция тартиби унинг молекулярлиги оддий реакциялари мос келади (бир боскичли, бир йуналишда борадиган).

$V \approx t^0$  боғликлик  $n \rightarrow$  тах билан ортади.

$V \sim C$  боғлиқ, реакция тартиби канчалик юкори булса, тезликнинг концентрацияга боғликлиги хам шунча юкори булади.

$$K = K_0 l^{-\frac{E}{RT}} \quad \text{ёки} \quad 2,3 \lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_2} \right)$$



Гетероген

нокаталитик жараёнлар

Нефтьни ва газни кайта ишлаш технологиясида гетероген жараёнлар (турли фазалар ёки узаро аралашмайдиган суюкликларда) куп кулланилади. Бундай жараёнлар компонентларнинг агрегат холатларига кура турларга ажратилади Г-С; Г-К.ж.; С-К.ж.

Гетероген жараёнларнинг бориш механизми анча мураккаб булиб, асосан, заррачаларнинг фазалараро сиртга етиб келиши ва фазалар сирт чегарасида

мода алмашинувидан иборат. Шу сабабли гетероген жараёнларнинг тезликлари гомогент жараёнларникидан кам булади.

Гетероген жараёнлар узаро боглик булган физико-кимёвий жараёнлар мажмуаси ва кимёвий ўзгаришларни уз ичига олиб, мураккаб жараёнлиги сабабли уларни урганишда алохида-алохида кисмларга ажратилади. Аввало, жараён диффузия сохасида ёки кинетик сохада бораётганлиги аникланади. Хисоблашларда кайси бирининг хиссаси кам булса, шу боскич эътиборга олинмайди.

Аксарият жараёнлар кимёвий ўзгаришларга боглик булмайди, шунинг учун физик-кимёвий ўзгаришлар асосий ролни уйнайди. Бу жараёнлар каторига таркибининг узгармай бугланиши, хайдаш, эриш, экстракция, конденсациялар киради.

Асосий технологик курсаткичлари каторига махсулотнинг мувозанатда чиқиши ва (фактик, аниқ) хакикий чиқиши киради.

Биринчиси факат мувозанат холати билан, иккинчиси мувозанат ва жараённинг тезлиги билан характерланади.

Махсулотнинг мувозанат ва хакикий чиқишини ошириш хар кандай технологиянинг асосий вазифаси бўлиши шарт.

Бунинг учун: мувозанатни чуқур тахлил этишни гетероген мувозанатнинг силжишига:  $t_0$ ;  $P$ ,  $C_{д.м}$ ,  $C_{маx}$  таъсир этади.



Гетероген жараёнлардаги мувозанат  $K_{муv}$ , компонентларнинг фазалараро таксимланиши ва фазалар коидасига богликдир.

Гетероген (гомоген) жараёнларнинг мувозанат доимийси  $K_{муv}$  ( $K_C$ ,  $K_N$ ).

Системанинг мувозанатга этиш критерияси  $P_a$ -билан белгиланиб,  $P_a = 1/(1-X_\phi)$ ,  $X_\phi$ -хакикий чиқиш киймати:  $X_\phi = C_\phi/C_p$

Фазалар коидаси  $C = K + П - \Phi$

Гетероген жараёнлар тезлиги. Махсулотнинг хакикий чиқиш киймати билан характерланади (ёки кинетик тенгламадан тезлик коэффициенти).

Хакикий чиқиш модда алмашинувидан гидродинамик, физик, кимёвий факторларга боглик булиб.

Кимёвий фактор –  $K_{(тезл)}$

Физик ва гидродинамик: фазалараро сирт юзаси, диффузия коэффициенти, реагентнинг ва махсулотнинг физикавий хоссалари, аппаратнинг геометрик параметрлари.

Гетероген жараёнлар 3 га булинади:

1) сирт чегараси юзасида борувчи реакциялар ( $K-C$ ;  $K-T$ ;  $\Gamma-C-K$ ).



2) бир модда бошка модда (фазаси)га утгандан кейин борувчи реакциялар  
( $G \rightleftharpoons C$ ;  $C_1 \rightleftharpoons C_2$ ;  $K \rightleftharpoons C$ ;  $G \rightleftharpoons C \rightleftharpoons K$ )

3) янги хосил булган фаза юзасида борувчи реакциялар.

Бу каттик фазаларда купрок руй беради.

Агар жараён кинетик сохада руй берса, бу гетероген жараён учун гомоген реакция конуниятлари уринли!

Диффузия сохасида борувчи жараёнлар учун:

- активлианиш энергиясининг кичик киймати;
- хароратнинг тезлигига жуда кам таъсири.
- компонентлар аралашувининг жараён тезлигига катта таъсири.

Гетероген жараёнлар таъсири:  $U = \frac{dG}{d\tau} = KF \Delta C$

Тулик аралашув жараёни учун  $U = \frac{G}{\tau} = KF \Delta C_K$

$\Delta C$  – харакатлантирувчи куч,  $F$  – контактдаги фазалар юзаси,  $K$  – тезлик константаси.

$\Delta C \rightarrow \max$  га етказиш учун реакция физико-кимёвий шароитини яхшилашни ( $C \rightarrow \max$ , оптимал харорат, оптимал босим).

Контактдаги юзалар киймати реакцияон аппаратларнинг конструкцияси ва гидродинамик шароитларни узгартириш билан эришилади.

#### 4.4. Каталитик жараёнлар

Катализ сузи грекча булиб, унинг маъноси парчаланиш демакдир. Лекин катализатор тушунчаси бутунлай бошка маънони билдиради. Реакцияни тезлатувчи моддалар катализатор деб, катализаторлар иштирокида борувчи реакциялар эса каталитик реакциялар ва бундай реакциялар бориш ходисасини катализ деб аталади.

Катализ ходисаси табиатда жуда куп булиб туради. Усимлик ва хайвон организмда купинча процесслар биокатализаторлар (ферментлар) таъсирида булади. Бундай катализаторларнинг баъзилари кадим замонларида хам маълум булиб, уларни кишилар уз эхтиёжи учун (масалан, хамир ошириш учун, узум ва меваларни бижгитиб спиртли ичимликлар ва сирка олиш учун) фойдаланганлар.

XVII асрда кимё фани тараккий этиши натижасида саноат максадлари учун сунъий катализаторлар топилади.

Хозирги вақтда катализ кимё саноатининг деярли хамма сохасида кенг фойдаланилади. Катализ ёрдамида янги моддалар хосил килишга муваффақ булинади.

Технологик жараёнлар оддийлаштирилди, саноат ускуналарнинг техника-иктисодий курсаткичлари анчагина кутарилди. Катализ ходисасини текширишда жавоб бергани учун катализ ходисасига кизикиш жуда кулай ва бу сохада анчагина муваффакиятларига эришилди. Сунъий каучук хосил килиш, водород ва азотдан аммиак олиш сунъий усуллар билан спирт, полимерланиш процесслари ёрдамида турли пластмассалар олишда, ёкилги саноатида ва крекинг саноатида, шунингдек, саноатнинг бошка тармокларида кенг равишда катализаторлардан фойдаланилади. Хозир кимё саноатининг катализатор ишлатилмайдиган тармоги жуда кам.

Якингача, асосан катализ жараёнининг амалиётигагина ахамият бериб келинган эди, факат сунгги вақтлардагина унинг назариясига алохида ахамият берилди бошланди.

Катализаторлар реакциянинг активланиш энергиясини камайтиради. Реакцияни тезлиги активланиш энергиясига тескари пропорционал эканлигини биламиз. Кандай булмасин бирор реакция катализаторсиз сезиларли тезлик билан бормаса, бу хол реакциянинг активланиш энергияси, хатто катта энергия запасига эга булган молекулаларнинг энергиясидан холи юкори эканини курсатди. Катализаторлар реакциянинг активланиш энергиясини маълум шароитда молекулалар енга оладиган даражага кадар камайтиради. Натижада реакцияни тезлиги ошади. Демак, катализаторларнинг реакциялар тезлигини оширишига асосий сабаб, катализатор иштирокида реакция активланиш энергиясини камайишидир (ёки унинг майдаланишидир). Турли катализаторлар реакцияни активланиш энергиясини турли даражагача камайтиради. Жадвалда турли моддаларни гидрогенлаш реакцияси активланиш энергиясининг турли катализаторлар иштирокида кандай камайиши курсатилган.

Моддалар	Активланиш энергияси (кал/4,187·10 <sup>6</sup> Дж/к моль)			
	Pt – асбест	Pt – кумир	Pa	Ni
Гексагидробензол	18040	18040	15300	9170
Декагидронафталин	18990	18990	-	-
Пиперидин	1930	-	16250	-

### ***Катализнинг квалификацияси***

Катализ реакция борган сохага ва реакция механизмига караб икки хил классификацияланади.

Катализ реакция борган сохага кура гомоген ва гетероген (контакт) катализга булинади. Гомоген катализда реагентлар ва катализатор бир мухитда, бир хил агрегат холатда булади. Масалан, эфирлар ишкорланиш реакциясида

эфир, катализатор кислота – суюклик, нитроза усули билан  $\text{HNO}_3$  олишда эса реагент хам, катализатор хам газдир.

Гетероген катализда реагентлар ва катализаторлар турли мухитда, турли агрегат холида булади. Масалан, аммиакни синтез реакцияси ( $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ ) дан реагентлар газ холатда, катализатор (Fe, Pt) эса каттик холатда булади.

Амалда энг куп таркалган катализ гетероген булиб, кимё саноатида 80 % махсулот шу усулда олинади. Катализ реакциянинг механизмига караб, кислота – асос катализ билан оксидланиш – кайтарилиш катализига булинади.

Купчилик гомоген катализлар кислота – асос катализ механизми билан, гетероген катализ эса, асосан оксидланиш-кайтарилиш катализ – алмашиш механизми билан боради.

### *Катализнинг умумий принциплари*

Катализ ходисаси бир нечта умумий принципга эга.

Катализаторлар сайлаш (селективлик) хоссасига эга. Хамма кимёвий реакциялар учун умумий катализатор булмайдди. Маълум реакцияни ёки реакциялар гуруҳини маълум катализаторгина тезлатади. Бирор реакцияни тезлатадиган катализатор бошка реакция учун катализатор була олмаслиги мумкин. Реакция бир нечта йуналишда бориши мумкин булса, маълум катализатор маълум йуналишнигина тезлатади. Масалан, этил спиртни турли катализаторлар ёрдамида парчалаб, бир канча йуналишда олиб бориши мумкин.

Катализаторлар	4.11. йуналиши	Реакцияни
Махсус		
Cu (200-250 <sup>0</sup> C)		$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (350 <sup>0</sup> C)		$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (250 <sup>0</sup> C)		$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
Активланган		
Cu (200 <sup>0</sup> C)		$\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2$
ZnO·Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
Na		$\text{C}_4\text{HgOH} + \text{H}_2\text{O}$

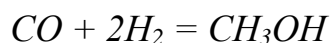
Катализаторларнинг селективлигидан, яъни маълум катализаторнинг маълум реакцияни ёки маълум реакция йуналишини тезлатишидан саноатда кенг фойдаланилади. Катализаторнинг бу хоссаси керакли реакция йуналишинигина тезлатиши хамда кушимча реакцияларни боришига йул куймайди.

Катализаторлар реакция мувозанатига таъсир этмайди.

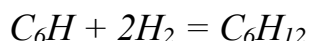
Катализаторлар назарий йул билан хисоблаб топилганига караганда куп махсулот хосил килишга ёрдам бермайди, яъни мувозанат константасининг кийматини узгартирмайди. Катализаторлар назарий жихатдан чикиши керак булган махсулот микдорини киска вақт ичида олишга имкон беради холос, масалан,  $H_2 + J_2 = 2HJ$  реакциянинг мувозанати катализаторларсиз ва турли катализаторлар иштирокида мукамал текширилган.  $350^{\circ}C$  да  $HJ$  нинг диссоцияланиш даражаси катализаторларсиз 0,186 га,  $Pt$  катализатор иштирокида эса 0,19 га тенг.

Маълум катализатор таъсирида қайтар реакцияни тезланиши.

Катализаторнинг реакция мувозанатини силжитмаслигидан улар тугри ва тескари реакциялар тезлигини бир хилди оширади деган хулоса келиб чиқади. Масалан,



Бу реакция босим остида турли катализаторлар ( $ZnO$ ,  $ZnO \cdot Cr_2O_3$ ;  $8ZnO \cdot Cr_2O_3$   $Cr_2O_3$  ва бошқалар) иштирокида олиб борилади. Улар юкори босимда реакцияни чапдан унга, паст босимда эса унгдан чап томонга тезлатади. Яна бир мисол:



$Pt$ ,  $Pd$ ,  $Ni$  – катализаторларда тезлашади.  $200-240^{\circ}C$  да бензол факат циклогексанга,  $200-300^{\circ}C$  да эса циклогексан деярли тула парчаланиб, бензол ва водородга айланади. Оралик хароратда эса бу моддаларнинг хаммаси мавжуд булади.

***Каталитик жараёнларни саноатда тутган урни ва вазифалари***

Якин йиллар ичида Ўзбекистон нефть, газ ва газоконденсат казиб олиш буйича куринарли уринларни эгаллайди. Бу эса республикада юкори сифатли ёкилги ишлаб чиқаришга ва келгусида кимё саноати учун махсулотлар етказиб берадиган хомашё базасини ташкил этишга ёрдам беради. Ўзбекистонда табиий газ конлари ва уларнинг захиралари жуда куп. Бу эса газ казиб олинганда чиқадиган (газ билан) газоконденсатни ишлаб чиқаришни купайтиради. Шунингдек нефтьни хам захиралари катта.

Газоконденсатларни юкори сифатли эканлиги – уларни таркибидаги нафтен ва ароматик углеводларни куплиги (70 % гача) ва уларда смола-асфальтенли моддаларни деярли йуклиги, сероорганик бирикмаларни камлиги, газоконденсатларни полимер саноати учун ва бошка кимёвий махсулотлар олиш учун кимматбахо хомашё эканлигини курсатиб турибди.

Нефтьни қайта ишлаш саноатига янги процессларни кириб келиши (каталитик крекинг, гидротозалаш, гидрокрекинг) рангсиз нефть

махсулотларини куплаб ишлаб чиқарилишига олиб келди. Халқ хужалигини нефть махсулотларига булган эҳтиёжини биров яхшилади.

Лекин нефтьни қайта ишлаш саноатининг ва бошқа соҳаларнинг ютуқлари канча юкори булмасин – уларни ривожланишини техникавий даражаси жахон техника даражасидан махсулотларни комплекс қайта ишлаш соҳасида, айникса, юкори сифатли махсулотлари - бензин, керосин, дизель ёкилгиси, спиртлар, пластификаторлар, парафинлар, присадкалар ва бошқа кимматбаҳо кимёвий материаллар ишлаб чиқаришда орқада колмоқда.

Бу масалаларни хал қилиш учун янги каталитик жараёнларни саноатга тадбик қилиш билан бир пайтда (каталитик крекинг, каталитик риформинг, алкиллаш, полимерлаш, гидротозалаш ва хоказо) принципиал янги катализаторларни синтез қилиш ва саноатга жорий қилиш керак. Бир катализаторда, бир реакторда, полифункционал катализатор ёрдамида икки-уч жараённи олиб бориш юкорида курсатилган камчиликларни бархам беришга ёрдам беради.

Янги катализаторларни яратиш, уларни саноат микёсида синаб куриш куп вақт талаб қилади. Бунинг учун илмий текширув ишларини олиб бориш учун янги апаратларни куллаш керак булади. Бунинг натижасида илмий тадқиқот ишларни бажариш учун кетадиган вақт анча камаяди. Бу ерда аналитик ишларда кулланиладиган хроматограф ва физик-кимёвий приборлар тугрисида, уларни тадқиқ қилиш масаласи турибди.

Нефтьни қайта ишлаш ва нефть кимёси саноатида хозирги вақтда саноат микёсида жуда куп катализаторлар ишлаб чиқарилмоқда. Лекин бу катализаторларни купчилигини 20-30 йил олдин тадбик этилган. Янги назариялар асосида тайёрланган ва тадбик этилган катализаторлар деярли йук.

### ***Катализ тугрисида умумий тушунчалар***

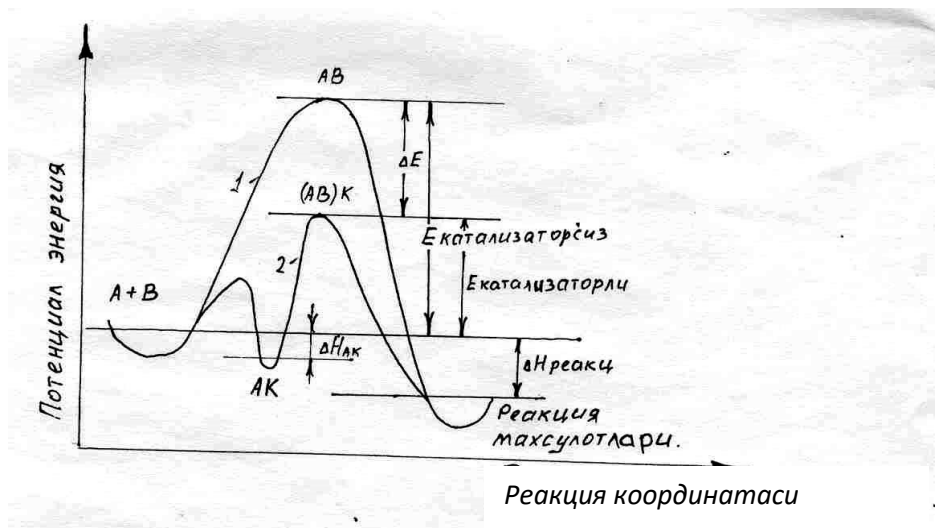
***Катализаторлар*** - булар шундай моддаларки, реакцияда катнашаётган реагентлар билан куплаб оралик реакцияларга киришиб, реакцияни механизмини узгартириб уни тезлигини оширади.

Оралик реакцияларида иштирок этиб булгандан кейин (хар циклдан) улар узларининг кимёвий таркибларини қайта тиклайди.

Катализаторни кимёвий реакцияни механизмига булган таъсирини куйидаги мисолда куриш мумкин.

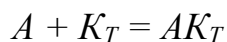
Активлаштириш энергияси  $E_0$  булган бир стадияли реакция кетаётган булсин  $A+B=R$ .

Реакциянинг бориши диаграммада келтирилган:

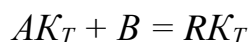


1-кийшик чизик реакция катализатор иштирокисиз боради.

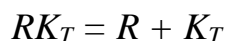
2-чизик шуни курсатадики, катализатор иштирокида реакция бир нечта кетма-кет боскичда боради. Масалан, биринчи боскичда активланган орalik комплекси ( $AK_T$ ) хосил бўлиши мумкин.



Кейин активланган комплекс иккинчи реагент билан катализатор комплекс хосил килади.



Охирги боскичда комплекс  $RK_T$  парчаланиб, махсулот R хосил булиб, катализатор янги циклда иштирок этишга тайёр булади.



Хар боскич реакция узининг активлик энергиясига эга булади ( $E_1, E_2, E_3$ , 2-чизик). Бу потенциал тусикларни баландлиги катализаторсиз бораётган реакцияни активлик энергиясидан  $E_0$  пастдир.

Шундай қилиб, катализатор иштирокида реакция энергетик қулай йуналишда боради ва реакцияни катта тезликда олиб боришга ёрдам беради.

Бошлангич (1) ва (2) энергетик ҳолат (реакцияон системани) катализатор иштирокида ва катализаторсиз бир хил булиб қолади. Демак, катализ кимёвий мувозанатни узгартира олмайди, чунки у реакция йуналишига боғлиқ эмас.

Катализаторни вазифаси реакция мувозанатини тезлигини узгартиришдир. Катализатор термодинамик мумкин булган реакцияларни тезлигини оширади, термодинамик мумкин булмаган реакцияларни тезлигини узгартира олмайди.

Баъзибир кимёвий реакциялар активлаштириш энергияси катта булганлиги учун катализаторсиз умуман бормади.

Юқори энергия тусигини ҳароратни кутарса, реакцияни олиб бориш мумкиндек булиб қуринади. Лекин қупгина қайтар реакциялар учун ҳароратни юқори қутариш мувозанатни тесқари томонга буриб юборади. Бундай ҳолларда

катализаторларни куллаш муҳим аҳамиятга эгадир. Масалан, аммиак синтез қилиш реакциясини курсак, бу реакцияни активлаштириш энергияси ~ 280кДж/моль. Шундай энергия тусигини утиш учун реагентларни 1000<sup>0</sup>С дан юкори даражаги кутариш керак. Шунда ҳам мувозанатли реакцияда ҳосил буладиган маҳсулот жуда оз миқдорда булади.

Темир асосида қилинган катализатор иштироикда аммиакни синтез қилиш реакциясини энергия тусиги 160 кДж/моль гача пасаяди ва жараённи юкори тезликда, юкори босимда 400-500<sup>0</sup>С да олиб борилади. Бошлангич модда шу шароитда 20-35% га реакцияга киришади.

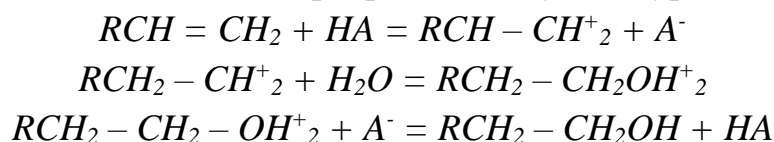
Каталиктик процесслар икки катта гуруҳга булинади: гомоген ва гетероген. Саноатда каталитик процесслар кенг қулланилади. Гетероген каталитик жараёнларда фазаларни ажратиш чегараси булиб, катализаторни юзаси хизмат қилади. Бундай жараёнларни афзалликлари шундайки, ҳосил булган модда катализатордан осонгина ажралади.

### *Гомоген ва гетероген катализ.*

Гомоген катализи газ ёки суюқлик фазаларида оқиб утади. Гомоген катализнинг механизми реагент ва катализаторлар билан буш ораликда бириккан ҳолда ташкил этилади, уша газ ёки эритма фазаларда мавжуд булади, парчалашдан кейин катализатор қайта тикланади. Гетероген-каталитик реакцияларни гомоген тартибли бирикмалардан фарқини очиб бериш учун таҳлил олиб борилади. Гомоген катализ жараёнларига узаро таъсир этадиган моддалар ва катализаторлар иштирокида оксидловчиларни - асли холига келтирувчи ва кислоталарни - асосий узаро таъсирини классификация қилинади. Гомоген каталитик жараёнларини фазовий таркиби суюқ фаза ва газ фазасига булинади.

Катализатор эритмалари кислоталар (катион Н<sup>+</sup>) ташкил топишига (анион ОН<sup>-</sup>), металл ионларига ва шунга ухшаш моддалар учун хизмат қилади, эркин радикалларни ташкил қилиш учун ёрдам қилади.

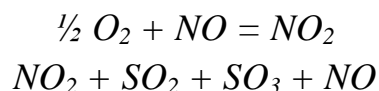
Бу типдаги реакциялар гидратации, дегидратации, гидролиз. Этерификации, поликонденсация эритмаларига утади. Масалан: спиртларни олефинлаш учун асосий кислотали катализ эритмаларига гидратация хизмат қилади, яъни кислотали катализаторлар (НА). Умумий қурилиши



Газ фазали гомоген катализаторларида реагентлар ва катализаторлар газларда айрим ҳолларда ишлатилади. Мисол сифатида камерали ва башенли олтингугурт кислоталарини қайта ишлашда азот орқали икки оксидли олтингугуртни кислоталаш учун, формальдегид хавоси ёрдамида метанни

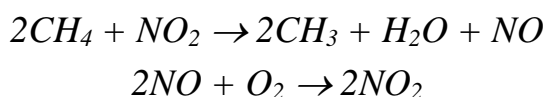
оксидлаш, азотни оксидлашни тезлатиш учун хизмат килади. Газ фазали катализ молекуляр ва радикал ёпик механизм оркали амалга оширилади.

Молекуляр механизмли каталитик реакцияларда атомлар катализатор ёрдамида таъсирланадиган моддалар билан урин алмашадилар. Масалан, газ фазали молекуляр механизмдаги каталитик реакциялар кислород ёки хлор атомларини кучириш учун хизмат килади, азот оксидли олтингугурт икки оксидли оксидлаш учун утиб боради.

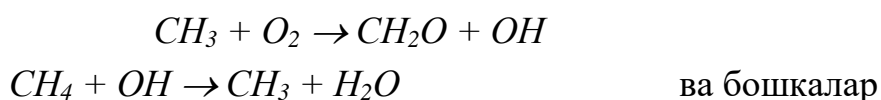


Радикал механизмдаги гомогент катализи газ фазасидек суюк фазасида ҳам шундай булади. Бу жараёндаги механизм кейинги реакциядаги занжирни хосил қилишни осонлаштиради.

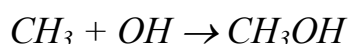
Яратиш занжири



Давом этиш занжири



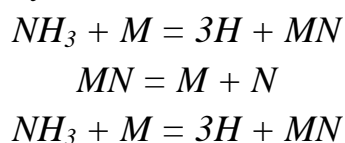
Булиниш занжири



Булар тугридан-тугри бирор мақсад учун азотни оксидлашни формальдегид ёрдамида тезлатишни ташкил этади.

### ***Гомоген катализ ва уни бориш механизми***

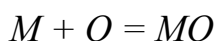
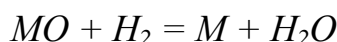
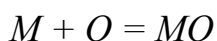
Эфирларни гидролизи, эфирланиш, алкиллаш, суюк фазада олефинларни полимерланиши гомоген катализга булади. Гомоген катализни сабаби катализнинг киммёвий назарияси билан тушунтирилади. Бу назария оралик бирикмалар деб ҳам айтилади. Бу назарияга мувофиқ, гомоген катализда процесснинг тезланишига асосий сабаб активланиш энергиясини майдалашишдир. Жараён бирин-кетин борадиган катор процесслардан иборат булиб, бунда бекарор бир нета оралик моддалар хосил булади. Бу оралик моддалани ҳамма вақт ажратиб олиб булмаса ҳам, уларни борлигини турли усуллар билан аниқлаш мумкин. Металл катализаторлар М иштирокида аммиакни парчаланиши учун қуйидаги механизм таклиф қилинган:



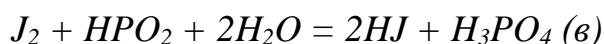
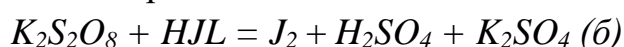
Ҳақиқатдан бу реакцияда металл нитрид (MN) оралик модда (бирикма) хосил булганлиги тажрибада тасдиқланган. Майдаланган Cu, Pd, Fe, Co, Ni, Ag



металлари  $H_2+O_2$  аралашма ~ сувга айланиш реакциясида катализатор була олади. Лекин бу металлларда катализаторлик хоссаси фақат уларни оксидлари водород билан кайтарилиши мукмин булган хароратдан юкори хароратда намоён булади. Бу кузатишлардан,  $H_2+O_2$  аралашманинг металл катализаторлар иштирокида сув хосил килиш реакцияси бирин-кетин борадиган оксидланиш-кайтарилиш реакцияларидан иборат, деган хулоса чиқарилган.



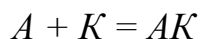
Метафосфит кислотанинг калий персульфат билан оксидланиш реакциясида  $HJ$  кислота катализатор. Бу реакция катализатор мавжудлигида куйидаги боскичлар билан боради:



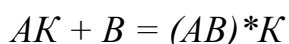
Бу бирин-кетин борадиган (б,в) реакцияларидан хар кайсиси ~ активланиш энергиясидан кичик булади. Шунга кура, реакциялар брутто реакцияга нисбатан тез боради. Бу катализни кимёвий назариясидир. Фараз қилайлик:

$A+B=C$  реакцияси  $K$  катализатор иштирокида борадиган булсин, бу реакция куйидаги боскичлар билан боради.

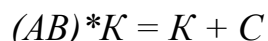
а) Реагентлардан биттаси катализатор билан бирикма беради:



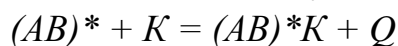
б) Бу  $AK$  оралик бирикма иккинчи компонент билан актив комплекс хосил қилади:



в) Актив комплекс ажралиб махсулотни беради:



Агар катализатор иштирокисиз хосил булган актив комплекс, катализатор мавжудлигида хосил булган актив комплексга утганда иссиқлик ажралса, яъни



изотермик булса, катализатор мавжудлигида активланиш энергияси  $\Delta E$  га камаяди.

Агар бунда  $T=300$  да  $\Delta E=10000$  кал/моль булса, тезлик:

$$e^{-(E+10000)/RT} / (e^{-E/RT}) = e^{-\Delta E/RT} = e^{-10000/1,98 \cdot 300} \approx 2,5 \cdot 10^8 \text{ марта ошади.}$$

Кислота-асос катализ. Купчилик реакциялар учун  $H_3O^+$  ва  $OH^-$  ионлари катализатордир. Демак, кучсиз кислота ва асослар каталитик активлиги

$$P = -lg [H_3O^+]$$

кийматига пропорционал.

Кучли кислота ва асосларда эса уларнинг каталитик активлиги кислоталик функциясига НО (ёки асослик функция) боғлиқ. НО база ҳаммет функцияси деб ҳам аталади.

Агар реакция аралашмага кислота билан бирга шу кислота тузи кушилса, каталитик эффект ортади. Вахоланки, туз таъсирида кислота – диссоцияланиши камайиши натижасида водород ионлари ҳам камайиб, пировардида каталитик активлик камайиши керак эди. Бу ходиса иккиламчи туз эффекти дейилади. Кислотага шу кислота тузи кушилганда анион купаяди, демак кислота аниони ҳам катализатордир.

Реакция аралашмага кислота билан бир каторда бошқа кислота тузи кушилганда ҳам каталитик эффект ортади. Бу ходиса бирламчи туз эффекти дейилади. Бу ходисага сабаб туз кушилганда эритманинг ион кучи ортади,  $\text{H}_3\text{O}^+$  нинг термодинамик активлиги ортади, актив массалар конунига биноан тезлик ошади.

Гетероген катализ гомоген катализдан кура саноатда купрок ишлатилади. Гетероген катализнинг фазалар белгисига караб хар хил турлари мавжуд.

Катализаторнинг кулланишига караб:

1) суюк катализаторлар – аралашмайдиган суюкликлар ёки суюклик ва газлар орасидаги реакцияни тезлатиш учун;

2) каттик катализаторлар – суюк ёки газсимон реагентлар орасидаги реакцияни тезлатиш учун

Купгина каталитик реакциялар - бу газсимон реагентлар орасилаги, каттик катализаторлар иштирокида борадиган реакция. Гетероген катализда худди гомоген катализдагидай реакция кам активлашиш энергиясини талаб килувчи реакция йул пайдо бўлиши билан реакция тезлашади. Реакция йул таъсирлашувчи моддаларнинг катализатор билан таъсирлашиши хисобидан узагаради. Гетероген катализда оралик боғланишлар алохида фаза хосил килмасдан ва кимёвий анализда аниқлаб булмайдиган холда катализатор сиртида хосил булади. Занжир реакцияларида катализ гетероген-гомоген характерга эга. Масалан: катализатор сиртида радикал хосил булади (гетероген холат) ва бу радикал газ ёки суюклик мухитида занжир реакциясини кузгатади (гомоген холат).

Электрон катализда катализатор вазифасини электр токини утказгичлар бажаради. Тажриба натижаларининг курсатишича, Менделеев даврий системасининг катта даврлардаги металллар каталитик активликка эга. Булар асосан I, IV, VII ва VIII гуруҳ металлари дир. Булар жумласидан мис, кумуш, хром, молибден, вольфрам, уран, темир, кобальт, никель, платина, палладий ва бошқалар. Бу металлларнинг хаммаси тугалланмаган d каватга эга булиб, каталитик активлик намоён килувчи купгина хоссаларга эга: узгариб турувчи

оксидланиш даражасига, комплекс бирикма хосил килишга мойиллиги ва электроннинг чиқиш ишининг пастлиги. Чуқуррок олиб каралганда металлларда катализ катализаторлар сиртидан реагентларнинг актив абсорбцияланишига асосланган, кайсики электронларнинг реакция турига боглик равишда металнинг d катламига ёки ундан донор акциптер равишда утиб туришидир. Кислотали – асосий (ионли) катализга гидротация, дегидротация, аминлаш, изомеризация, алкиллаш каби реакциялар карайди. Бу реакцияларда катализатор сифатида ион утказувчанликка эга булган каттик кислоталар хизмат килади. Кислотали катализаторларга кам учувчан кислоталар ( $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ), нордон тузлар (фосфатлар, сульфатлар) шу билан бирга анион беришга мойил (алюмосиликатлар, гидротланган алюминий, Si, W оксидлари) каттик ноорганик моддалар киради. Асосий катализаторларга ишкорий металллар оксиди ва кучсиз кислоталарнинг ишкорий тузлари киради.

Ион гетероген катализ механизмига гомоген кислотали - асосий катализ механизми ухшаш. Бу иккала катализда хам катализатор ва таъсирлашувчи молекулалар орасида протон ёки ионларнинг (катион ва анионларга) алмашинишига олиб келинади.

Каттик говак катализаторларнинг каталитик активлиги уларнинг кимёвий таркиби билан бирга говаклилик тузилишига боглик. Говаклилик тузилиши остида доналар шакли, говакларнинг хажми, улчами ва донанинг ички сирти тушунилади. Катализаторнинг активлиги унинг сиртига пропорционалдир.

Каттик говак катализаторларда катализ жараёни куйидаги элементар боскичлардан иборат:

- 1) таъсирлашувчи моддаларнинг оким ядросидан катализатор донаси сиртига диффузияси;
- 2) реагентларнинг катализатор донаси говакларига диффузияси;
- 3) катализатор сиртида кимёвий боғланишлар, активлашган комплекслар хосил бўлиши билан борадиган фаоллашган адсорбция: реагент – катализатор;
- 4) сирт комплексларнинг хосил бўлиши билан борадиган атомларнинг гурухларга булиниши: махсулот-катализатор;
- 5) катализатор сиртидан махсулотнинг десорбцияси;
- 6) катализатор говакларига махсулотнинг диффузияланиши;
- 7) махсулотнинг катализатор сиртидан оким ядросига диффузияси.

## *Гетероген катализ*

### *1. Гетероген каталитик жараёнларнинг босқичлари.*

Бу хил жараёнларда кўпинча катализатор қаттиқ модда, реагентлар эса суяқ ёки газ (буғ) ҳолида булади. Жараён фазалар чегарасида боради, шунга кўра катализ асосан бирин кетин борадиган 5 тарелка жараёндан иборат.

1. Дастлабки моддаларни катализатор юзасига олиб келиш;
2. Катализатор юзасига адсорбланиш;
3. Катализатор юзасидаги реакциялар;
4. Реакцияда хосил булган моддани десорбланиши;
5. Хосил булган моддаларни катализатор юзасидан олиб кетилиши ва актив марказларни буш қолиши.

Бу жараёнларнинг қайси бири секин борса, умумий жараён тезлиги шу босқични тезлигига тенг булади. Бу босқичга чегараловчи (лимитловчи) босқич дейилади. Одатда иккинчи босқич (кинетик соҳа) чегараловчи бўлишга интилади. Қайси босқични чегараловчи бўлиши катализаторнинг хоссасига (активлигига) ва реакция шароитига боғлиқ.

### *Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири.*

Температуранинг таъсири. Каталитик реакцияни унумига нисбатан Вант-Гофф - изохора – изобара тенгламаси, бу тенгламадан чиқадиган хулосалар уз кучини саклаб қолади. Лекин температура катализаторни активлигига таъсир қилади. Ҳар бир катализатор таркиби ва тайёрланиш шароитига қараб, маълум реакция учун маълум температура чегарасида энг катта активликка эга булади.

Одатда катализатор қанча актив бўлса, уни паст температурадаги активлиги шунча катта бўлади ва температурани катализатор активлигига таъсири секинроқ сезилади. Температурани катализатор нормал ишлайдиган иш температурасидан ошиши уни активлигини камайтиради ва хатто уни пассив қилиб қуяди. Шунинг учун каталитик реакцияларда температурани ўзгариб туриши ва айниқса хаддан ташқари ошиб кетиши катализатор учун хавфлидир. Шунга кўра, реакция натижасида, айниқса экзотермик реакциялардан чиқаётган иссиқликни кераксиз қисмини реакция мухитидан четлатиш керак булади.

Кўпинча, катализатор маълум температурадан пастда унга активлик курсатмайди. Масалан: кук тусли вольфром оксиди 210 °С дан паст температурада этил спиртидан этилен хосил бўлиш реакциясини унча тезлатмайди.

Баъзан температура минимум иш температурасидан ошган сари катализаторнинг активлиги узлуксиз ошавермайди, балки маълум

температурадан сунг активлиги узгармас булиб колади. Бу хол гидрогенлаш реакцияларида куп учрайди.

Катализаторнинг активлиги намоён бўладиган минимум температура катализаторни қандай тайёрланганлиги ва реакцияни механизмига боғлиқ.

Босимни таъсири. Босим ўзгариши билан каталитик реакцияларни унуми, умуман, Ле-Шателье принципига буйсунади. Лекин гетероген каталитик реакцияларда жараёни биринчи босқичи адсорбцияланиш бўлганлиги учун босим ўзгариши билан реакция тезлиги, бинобарин, катализаторнинг активлиги ҳам ўзига хос равишда ўзгаради.

Гетероген каталитик реакциялар эффектив концентрация газ мухитдаги газларни порционал босимига эмас, балки уларни катализаторларга адсорбцияланган концентрациясига тенг бўлгани ва адсорбцияланиш туйингунча бу концентрация ошиб боргани сабабли, туйиниш босимигача босим ошиши билан реакцияни тезлиги ҳам оша боради. Шунинг учун босимни ўзгариши фақат молекуляр сонини ўзгариши билан борадиган реакцияни (масалан,  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  реакцияни) тезлигини эмас, хатто молекуляр сони ўзгармасдан борадиган реакцияларни тезлигини ҳам ўзгартиради. Адсорбцияланиш туйиниш босимидан сўнг юзадаги концентрация ўзгармаслиги учун юқори босимда босим ўзгариши реакция тезлигини ўзгартирмайди.

Босим ўзгариши билан реакция тезлиги ўзгаришини характери турлича бўлиши мумкин, баъзан туғри чизик қонуни асосида, лекин, кўпинча ўзига хос равишда ўзгаради.

Баъзан босимни ўзгариши реакцияни йуналишини ҳам ўзгартириши мумкин. Водород билан углерод (II) оксид орасида борадиган реакция бунга мисол булади. Нормал босимда реакцияни асосий махсули метан бўлади. Реакция оксид катализатор иштирокида юқори босимда олиб борилса, метил спирт, жуда юқори босимда эса юқори молекулали спиртлар ҳосил бўлади.

Катализаторнинг майдаланганлик даражаси таъсири. Маълум миқдорда катализатор доначаларини улчами кичрайган сари уни юзаси ортиб боради, натижада уни активлиги ҳам ортади. Иккинчи томонидан доначадар кичиклаштирилган сари реагентларни диффузияланиши камая боради, бу эса катализатор активлигини камайишига олиб келади. Коллоид холида катализаторлар бу жихатдан олганда оптимал майдаланган булади.

### ***Катализаторлар***

Гомоген жараёнинг катализаторлари газ ( $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{BF}_3$ , азот оксидлари) ёки суюқ моддалар (минерал кислоталар,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , органик асослар ва хоказо) дир. Уларни тайёр ҳолда олинади ва маълум миқдорда реакция системасига киргизилади.

Реакцияларни гетероген фазада олиб бориш учун каттик катализаторлар керак. Улар юқори даражада актив бўлиши керак, бу эса уз навбатида катализаторни юзасига боғлиқ бўлади, яъни катализаторни тайёрлаш услларига ва уларни реакциядан олдин кайта ишлаш боғлиқдир. Каттик катализаторларга қўйиладиган асосий талаблар: уни активлиги, баркарорлиги (стабильность), танловчанлиги, узоқ муддат ишлаши, захарларга ва юқори хароратга чидамлилиги, регенерирлашни осонлиги. Катализаторни ишга яроқлилиги уни тайёрлашда ишлатилган материалларга ва ишлаб чиқариш шароитига боғлиқдир.

Катализаторни узоқ муддат ишлаши уни оптимал иш режасини туғри олиб боришга боғлиқдир. Ишлаш шароитларига риоя қилмаслик катализаторни тезда ишдан чиқишига олиб келади. ҳозирги замон катализаторлари мураккаб ва кўп компонентли аралашмалар ва бирикмалардан тузилган бўлиб, улар таркибига активлочи қушимчалар киритилган бўлади. Бу катализаторларни таркиби электрик усулда топилади.

Катализаторни чуқтириб тайёрлаш учун купинча нитрат тузларининг ёки органик карбон кислоталарининг сувли эритмаларидан фойдаланилади. Сульфатлар ва галогенидларни ишлатиш таклиф қилинмайди, чунки  $SO_4$  ва  $Cl$  ионлар гелги адсорбланиб тайёр катализаторни активлигини пасайтиради.

Чуқтиришни аммиакли сувли эритмаси,  $(NH_4)_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$  лар билан амалга оширилади. Чуқтириш жараёни совуқ ёки иссиқ шароитда концентранган ва концентранмаган эритмалардан олиб борилиши мумкин. Чуқтириладиган вақтда тўла чуқтиришга эришиши керак, бу эса эмпирик усулда амалга оширилади. Чуқтириш тезлигини, хароратини ва эритмалар концентрациялаши кенг микёсда узгартириш мумкин. Масалан, актив  $Zn(OH)_2$  суюлтирилган эритмалардан чуқтирилади, актив  $Cu$ -катализатори эса концентранган ишкорни мис нитрат ёки мис ацетат тузининг концентранган эритмасига  $60-80^{\circ}C$  да куйиб чуқтириб олинади. Аралаш катализаторларни олиш учун актив компонентлар тузларини эритмасини биргаликда чуқтириб олиш мақсадга мувофиқдир. Ҳисобларни металларни нисбатига қараб қилиш керак. олинган чуқмаларни дистилланган сув билан  $OH$  ёки  $NO_3$  ионлари йуқолгунча ювиш керак. тоза ювилмаганда катализатор активлиги пастроқ бўлади ва у тез чарчаб қолади. Чуқмада ортикча ишкорни бўлиши конденсация жараёнини ҳосил қилади. Бунинг натижасида юзага конденсация махсулотларининг учмайдиган бирикмаларини плёнкаси ҳосил бўлади, бу эса адсорбцияни қийинлаштиради. Шунинг учун чуқтирилган геллар яхшилаб-тозалаб ювилади.

Ювилган чуқмалар термостатларда ҳар хил хароратларда кўритилади ва улардан катализаторлар тайёрланади. Катализаторлар таблетка, дона, симон ёки

бошқа формаларда тайёрланади ва махсус печларда қиздирилиб меъёрига етказилади.

Каталитик активлик юза билан чамбарчас боғлиқдир. Шунинг учун актив компонентлар нефтрал бўлган говак материаллар юзасига чўктирилади. Бу материалларни ёувчилар (носитель) ёки «трегерли» дейилади.

Катализаторларни қайтариш (восстановление)

Чўктириш ёки шимдириш, қиздириш усуллари билан олинган катализаторларни актив компонентларни оксид ҳолида бўлганлиги учун уларни металл холигача қайтариш зарур.  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $ThO_3$  водород таъсирида умуман қайтарилмайди, ёки жуда кийин қайтарилади.

$CuO$ ,  $NiO$ ,  $CoO$  – водород таъсирида осон қайтарилади. Қайтарилган металл жуда ривожланган юзага эга бўлади. катализаторни активлиги, яъни унинг юзасини ривожланганлиги, қайтарилиш жараёнининг параметрларига боғлиқдир. Бу параметрлар ўзгармас бўлиб, катализаторни қайта тайёрланганда ҳам шу натижа қайтариши керак. одатда қайтариш жараёни катализатор солинган реакторда ўтказилади ва кейин каталитик реакция давом эттирилади.

Хар бир катализатор ўзини қайтарилиш режимига эга бўлганлиги учун бу жараённи ҳамма катализатор учун бир хил шароитда ўтказиш мумкин эмас. Катализаторлар  $180-200^{\circ}C$  да, никель  $205-300^{\circ}C$  да, кобальт эса  $400^{\circ}C$  да қайтарилади. Қайтариш жараёни асосан тоза водород ёрдамида олиб борилади, лекин баъзан шу мақсадда сув газы, азот-водород аралашмаси, тоза оксид углерод, метанол ёки этанол парлари ва хоказо қўлланилади.

Қайтариш жараёни усуллари турлича бўлишига карамай, жараённи умумий қоидаларига риоя қилиш керак. катализаторни қайтарилиш хароратигача қиздириш ва қайтарилиш жараёни тугагандан сунг уни совутиш аста-секин бир хил тезликда олиб борилиши керак.

Қайтарилган катализаторлар совутиш вақтида жуда кўп водород ютган (адсорбланган) бўлади. Шунинг учун улар пирофордилар, баъзида ёниб кетиши мумкин. Пирофорлигини сабаби юзага адсорбланган водородни кислород ёрдамида ёниши натижасидир.

Қайтарилган катализаторларни хавога олиб чекиб булмайди, чунки улар уз активлигини йукотиб қуяди. Шунинг учун қайтарилган катализаторлар водород атмосферасида сакланади.

Катализаторни хизмат вақти. У ёки бу реакцияни олиб борадиган катализатор, вақт ўтиши билан ўзгарадиган ўзини активлик фаолиятини, ҳаётини чизиғига эга. буни уч даврга бғлинади:

1. «Созревание» - етилиш;
2. Узгармас активлик даври
3. Ортиб бораётган чарчоклик

Хар бир катализатор учун бир даврлар хар хил бўлади ва характери, давомийлиги билан бир неча минутдан бир неча йилгача боради.

Кўп катализаторлар учун реакция бирдан бошланмайди, балки бироз индукцион (етилиш) вақтидан сўнг. Бу даврда катализаторни активлиги ортиб боради ва максимумга эришади. шундан сунг активлик бироз пасайиб барқарорлашади ва катализатор оптимал иш шароитига риоя килинганда барқарор ишлайди. Бу давр катализатор активлигини энг сермахсул фойдали даври ҳисобланади ва уни хусусиятига боғлиқдир. Бу давр бир неча соатдан бир неча йилгача бўлиши мумкин. Масалан, Ni-ли гидрирлаш катализаторлари бир неча хафта активлигини йўқотмайди, алюмосиликат катализатор эса крекинг жараёнида 10 мин ишлайди.

### **Кимёвий реакторлар. уларнинг классификацияси. кимёвий реакторлар режими.**

Технологик жараёнларни амалга оширишда ишлатиладиган энг асосий технологик жихоз ва технологик схеманинг асосий элементларидан бири кимёвий реактордир.

Кимёвий реактор-кимёвий реакция билан биргаликда модда алмашинув жараёни (диффузия) борадиган аппаратдир.

Кимёвий реактор сифатида «газ-қаттиқ модда» «суюқлик-қаттиқ модда» системаларида ишлатиладиган печ, қозон, гидратор, колонналар ишлатилади.

Кимёвий реакцияда иштирок этадиган «суюқлик-суюқлик» ёки «газ-суюқлик» моддаларни аралаштириш усулларига кўра: механик, пневматик, окимли аралаштиргичли реакторлар мавжуд.

Хемосорбция жараёнлари (газ-суюқлик) олиб бориладиган реакторлар абсорбер ёки десорберлар дейилади.

Кимёвий реакторгача бўлган барча жихоз ва ускуналар ҳом ашёни тайёрлаш учун хизмат қилса, реактордан кейин ишлатиладиганлари маҳсулотни ажратиш учун хизмат қилади.

Технологик жараённинг умумий иш унуми реакторнинг қанчалик тўғри танланганлигига боғлиқ.

Реакторларга қўйиладиган талаблар:

1. Энг юқори унумдорлик ва ишлаш жадаллиги (интенсивлиги).

Реакторнинг қаерида (кайси қисмида) реакция аралашма сарфи улчанишига кўра интенсивлик турли формулалар ёрдамида ҳисобланади:

- агар реакция аралашманинг сарфланиши ( $V_{ск}$ ) ва ундаги маҳсулотнинг реактордан чиқадиган концентрацияси ( $C_{нк}$ ) улчанса, у ҳолда интенсивлик

$$J = \frac{П}{V} = \frac{V_{ск} \cdot C_{нк}}{V} = V_k C_{нк}$$

Бу ерда:



$V_{ск}$  – аралашма сарфи, м<sup>3</sup>/соат;

$C_{нк}$  – реактордан чиқишдаги маҳсулот концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>;

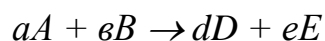
$V$  – реакция хажми, м<sup>3</sup>;

$V_k$  – охириги хажмий тезлик, соат<sup>-1</sup>;

Агар  $C_{нк}$  – хажмий қисмларда ҳисобланса:

$$J = V_k \cdot C_{нк} \cdot \rho_n$$

$\rho_n$  – маҳсулот зичлиги, кг/м<sup>3</sup>



реакциясидаги асосий дастлабки моддаларнинг (масалан А нинг) концентрацияси орқали ифодаланса:  $C_{нк} = C_u \cdot \beta$  булгани учун  $J = V_k C_u \cdot \beta$  булади.

$C_u$  – улчамсиз катталиқ булгани учун  $J = V_k \cdot C_n \cdot x \cdot \beta - \rho_n$

$\beta$  – асосий маҳсулот «моль»лар сонининг асосий дастлабки модда «моль»лари сонига нисбати. Масалан:  $aA + eB \rightarrow dD + eE$  реакция учун D ва А асосий моддалар булиб,  $\beta = d/a$  булади.

2. Маҳсулот чиқишининг юқорилиги ва жараённинг селективлиги. Бу талаблар температура, босим, маҳсулортнинг дастлабки модда концентрацияларининг оптимал параметрлари ва катализатор билан таъминланади.

3. Реактор орқали материалларнинг ўтиши учун минимал энергия сарфи ва экзотермик реакцияларнинг энергиясидан унумли фойдаланиш.

4. Бошқаришнинг енгиллиги, ишлашдаги ҳафсизлик ва иш режими барқарорлиги. Бунинг учун реактор конструкциясининг рационал бўлиши, осон автоматлаштириладиган бўлиши зарур.

5. Реактор барпо этиш жуда осон ва таъмирлаш учун кам харажат сарфланиши керак.

Одатда бу талабларга тулиқ мос келувчи мукамал реактор тайёрлаб ёки ундаги жараённи тулиқ амалга ошириб булмайди. Бундай ҳолларда энг рационал реакторлар танланади.

Реакторларни лойхалашда:

- борадиган реакцияни кинетик маълумотлари;
- реактор унумдорлиги туғрисидаги маълумот керак;

Реактор схемасини тузишда булардан ташқари:

- реактор даврий ёки узлуксиз ишлаши;
- реактор модели;
- иссиқлик берилиши ёки олиниси туғрисидаги маълумотлар аниқланиши лозим.

Хар бир реактор турига кўра реакторларни технологик ҳисоблаш ва параметрларни танлашда қўйидагиларга эътибор бериш керак:

- жараёнларнинг характери (даврий, узлуксиз);
- таъсирловчи моддаларнинг (гомоген ва гетероген реакция) фазовий таркиби;
- жараёнларнинг энергетик эффекти (энзо-, эндотермиклиги);
- энг юқори температура қиймати (паст ёки юқори температуралиги);
- босими (юқори, паст ёки вакуумли шароит);
- аралаштириш даражаси (суриш, сиқиб чиқариши);
- температура режими (адиабатик, изотермик, политермик).

Идеал сиқиб чиқариш, силжиш ва узлуксиз ишлайдиган реакторларни моделлаштириш.

Реактордаги моддаларнинг массалари аралашув даражаси реакторнинг иш режимига таъсир этади. Тўлиқ аралашув параметрларнингдоимийлигини таъминлайди. Идеал сиқиб чиқариш реакторида температура реакцион хажмнинг баландлиги буйича ўзгаради. Бунга кўра реакциянинг тезлик доимийлиги ва натижада жараённинг умумий тезлиги узгаради.

Идеал сиқиб чиқариш реактори. Нефть химияси жараёнларида ишлатиладиган реакторларнинг бундай турига кувурли ва тарелкали турлари киради. Умуман бундай реакторларда модда заррачалари аниқ йўналиш бўйлаб ҳаракатланади. Ҳар бир заррача олдинда ва кейинда ҳаракатланаётган заррача билан аралашмасдан ўзидан оқимдаги аввалги заррачани сиқиб чиқариб, ўрнини эгаллаб боради. Заррачаларнинг реакторда бўлиш вақти ҳаммаси учун бир хил бўлиб:

$$\tau' = \tau = v / V_c$$

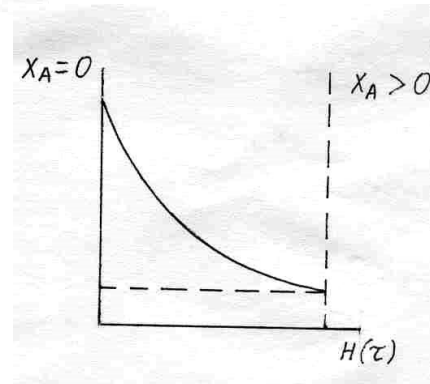
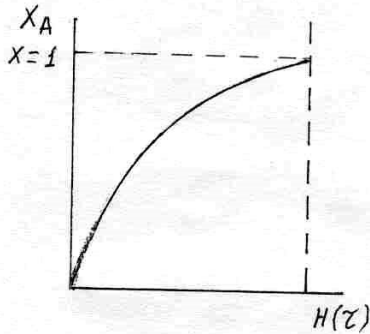
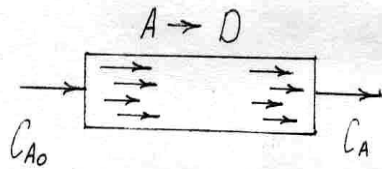
бу ерда:

$\tau'$  - элементар оқим хажмининг реакторда бўлиш вақти,

$\tau$  - реакторда заррачанинг мавжуд бўлишини ўртача вақти,

$v$  – хажм,

$V_c$  – вақт бирлигига туғри келувчи модда миқдори; м<sup>3</sup>/с.



Ўрганилаётган реакторларда уларнинг узунлиги буйича реакцияга киришувчи модда концентрацияси бир маромда ўзгариб бориши туфайли реакция тезлиги ҳам ўзгариб боради.  $A \rightarrow D$  туридаги оддий хажмўзгармасдан борувчи ( $\Delta V=0$ ) реакцияда  $T=const$  да реакторнинг узунлиги (баландлиги) буйича вақт ўтиши билан  $A$  – нинг концентрацияси ( $C_{A_0}$ ) дан ( $C_A$ ) гача камайиб боради.

$X_A$  – моддасининг ўзгариш (бошка моддага айланиш) даражаси булиб, унинг киймати ортиб боради.

Бу реакторда реагентларнинг таркиби реактор узунлиги буйича ўзгариб боргани учун бу жараён материал баланснинг дифференциал тенгламаси билан ифодаланади:

$$-U_A = w \frac{\partial C_A}{\partial H}$$

$U_A$  –  $A$ -моддасини сарфланиш тезлиги,

$w$  – оқимнинг чизиқли тезлиги,

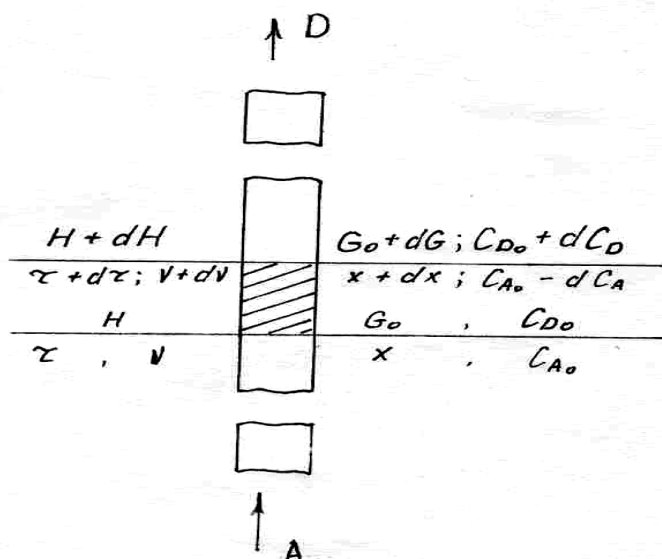
$H$  – реакторнинг узунлиги (баландлиги).

Бу реакторнинг бирта трубаси (кувури) нинг жуда кичик хажмида борадиган реакция туфайли куйидаги ўзгаришлар руй беради:

$\tau$ ,  $H$ ,  $V$  – реагентнинг электр хажмга киришдан аввалги вақти, баландлик, концентрация.

Реагент элементар хажмдан утгандан сунг бу кийматлар  $\tau+d\tau$ ,  $H+dH$  ва  $V+dV$  га узгаради.

Махсулот  $D$  нинг аралашмадаги миқдори  $G_0$ , концентрацияси  $C_{D_0}$  ва  $A$ -модданинг концентрацияси  $C_{A_0}$  булса, ўзгариш даражаси  $x+dx_A$  булганда  $G_0 + dG$ ,  $C_{D_0} + dC_D$  ва  $C_{A_0} + dC_A$  булади.



Бу хажмга реагентнинг келиши:

$$G_{np} = VC_{A_0}(1-x_A)$$

бу ерда:

$V$  – модда миқдори,  $m^3/c$ ;

$C_{A_0}$  – бошланғич концентрация,  $кмоль/м^3$ ;

$X_A$  – А-моддасининг ўзгариш даражаси.

Элементар хажмдаги модда миқдорининг камайиши:

$$G_{y\bar{o}} = VC_{A_0}[(1 - (X_A + dX_A))]$$

Дастлабки модданинг кимёвий реакцияда камайиши:

$$G_{xp} = U_A d v$$

Умуман реактор элементар хажмидаги реакциянинг материал баланси:

$$G_{np} = G_{y\bar{o}} + G_{xp} \quad \text{ёки}$$

$$VC_{A_0}(1-x_A) = VC_{A_0}[(1-(x_A+dx_A))] + U_A d v$$

$$VC_{A_0} dx_A = U_A d v \quad \text{булади.}$$

Бутун реакторнинг моддий баланси хисоблаш учун бу тенгламани интегралланади:

$$\int_0^v \frac{dv}{V} = \int_0^{x_A} C_{A_0} \frac{dx_A}{U_A} \quad \text{бундан} \quad \tau = \frac{v}{V} = C_{A_0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{U_A}$$

Охириги тенглама идеал сиқиб чиқариш реактори учун характеристик тенглама дейилади. Бу тенглама жараённинг кинетикаси (тезлиги) маълум бўлганда:

- реагентнинг мавжуд бўлиш (келиш) вақтини;
- реактор улчамини (реагентлар сарфи, ўзгариш даражасини унумдорлиги ( $v/\tau$ ) ни) аниқлаш имкониятини беради.

Реакциянинг кинетик характеристикаси (тартибига) кура нолинчи тартибли реакция учун ( $n=0$ )

$$\tau = \frac{C_{A0} x_A}{K} = \frac{C_{A0} - C_A}{K}$$

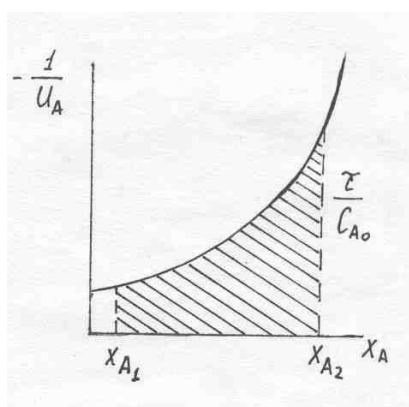
биринчи тартибли реакция учун (n=1)

$$\tau = \frac{1}{K} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{1-x_A} = \frac{1}{K} \ln \frac{1}{1-x_A} \quad \text{булади.}$$

n>1 тартибли реакциялар учун  $\tau$  ни аниқлашда ЭХМ ёки график усулдан фойдаланилади.

Идеал сиқиб чиқариш реакторида қайтар реакциялар  $nA+mB \rightleftharpoons dD$  борса, ( $K_1$  ва  $K_2$  – константали) мос равишда реакция тезлиги:  $-\frac{1}{U_A}$ .

$$U = K_1 C_A^n C_B^m - K_2 C_D^d \quad \text{булади.}$$



$$\text{У холда } \tau = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{K_1 C_A^n C_B^m - K_2 C_D^d} \quad \text{булади.}$$

Реакторда А моддасининг ўзгариш даражаси  $x_{A1}$  дан  $x_{A2}$  га узгарса:

$$\tau = C_{A0} \int_{x_{A1}}^{x_{A2}} \frac{dx_A}{U_A} \quad \text{булади.}$$

Агар реакция хажм ўзгариши билан борса, у холда формулага  $\beta$  - купайтувчи ( $x=0 \div 1$ ) киритилади:

$$\beta = \frac{v_{xA=1} - v_{xA=0}}{v_{xA=0}}$$

Бундай реакциялар учун реагентлар концентрацияси:

$$C_A = C_{A0} \frac{1-x_A}{1+\beta x_A};$$

Модданинг реакторда бўлиш вақти:

$$\tau = \frac{1}{K C_{A0}^{n-1}} \int_0^{x_A} \frac{(1+\beta x_A)^n dx_A}{(1-x_A)^n}$$

Нолинчи тартибли реакция учун:  $\tau = \frac{C_{A0} x_A}{K}$

Биринчи тартибли реакция учун:  $\tau = \frac{1}{K} [(1 + \beta_A x_A) \ln(1 - x_A) - \beta_A x_A]$

Реал реакторлар чала аралаштириш режимида ишлайди. Лекин кўпчилик реакторларда аралаштириш даражаси жуда кичик бўлгани учун буни ҳисобга олмаса ҳам булади. Бундай реакторлар қаторига катализаторли контакт аппаратли трубкали реакторларни киритиш мумкин.

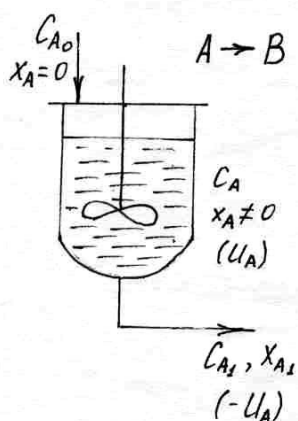
Сиқиб чиқариш жараёнларда қўлланиладиган трубали реакторларни ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин. Бундай реакторларнинг узунлиги диаметрига нисбатан бир неча баробар катта бўлиб, улар органик моддалар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

Сиқиб чиқариш режимида ишловчи реакторлар қаторига газ фазали катализаторли, полкали (равокчали), филтirlаш қатламли контакт аппаратлари, конвертор ва шахтали печларни ҳам киритиш мумкин.

«Газ ва суюқлик» фазалари ўзаро таъсирлашуви билан ишлайдиган насадкали минора (башня) лар ҳам (газларнинг секин ҳаракати билан кечадиган жараёнлар 10-20 м баландликдаги оқимда) идеал сиқиб чиқариш реакторларига яқин бўлади.

Тўлиқ силжиш реакторлари.

Бундай оқимли силжиш реакторларида реагентларни интенсив аралаштириш (аралаштиргич ёрдамида) амалга оширилади. Реакторга узлуксиз реагент юбориб турилади ва узлуксиз маҳсулот чиқариб турилади.



Бу реакторга киритилган реагент заррачалари тезлиги билан реактор ичидаги модда заррачалари билан аралашиб, унинг ҳажми бўйича тулик таксимланади (таркалади). Шу туфайли реакторнинг барча нуктасида асосий параметрларнинг концентрация ўзгариш даражаси, реакция тезлиги, температура бир хил булади.

Реагентнинг реакторда бўлиш вақти:  $\tau = V/v = H/\omega$

Лекин алоҳида олинган битта заррачанинг бўлиш вақти  $\tau'=0$  дан  $\tau'=\infty$  булади.

$$Pe' = \omega H / D_s = 0$$

Реакторнинг характеристик тенгламаси моддий баланс асосида келтириб чиқарилади. Чунки бу турдаги реакторда идеал силжиш (аралаштириш) (диффузияни тухтатувчи омиллар булмагани) туфайли реагентлар концентрацияси бир хил.

Модданинг келиши  $G_{np} = VC_{Ao}$ , камайиши  $G_{y\delta} = VC_{Ao}(1-x_A)$ . Реакцияга кирадиган дастлабки модда микдори:  $G_{xp} = I_A v$ . Реакторнинг моддий баланси:  $G_{np} = G_{y\delta} + G_{xp}$  ёки  $VC_{Ao} = VC_{Ao}(1-x_A) + I_A v$  бундан  $VC_{Ao}x_A = I_A v$  келиб чиқади.

Якуний тенглама  $\tau = \frac{v}{V} = \frac{C_{Ao} \cdot x_A}{U_A}$  булади. Охирги тенглама тулик идеал силжиш (аралашуш) реакторининг характеристик тенгламаси дейилади.

Хажм узгармас булган реакторда модда ўзгариш даражаси:  $x_A = \frac{C_{Ao} - C_A}{C_{Ao}}$

булади.  $x_A$  – урнига бу кийматларни куйсак:  $\tau = \frac{C_{Ao} - C_A}{U_A}$  келиб чиқади.

Бу тенгламалар хажми  $v$  бўлган реакторнинг  $x_A$ ,  $I_A$  ва  $V$  лари ёрдамида  $C_{Ao}$  ни, ёки  $C_{Ao}$ ,  $x_A$  ва  $I_A$  дан фойдаланиб  $\tau$  ни ҳисоблаш имкониятини беради.

Бундай реакторларнинг улчами (ҳажми), реакторлар сарфи, реагентларнинг бошлангич ва охирги концентрациялари, ўзгариш даражаларини аниқлаш учун реакцияларни кинетикаси аниқ бўлиши керак.

Хар қандай  $n$  – тартибли қайтмас жараёнлар учун характеристик тенглама:

$$\tau = \frac{C_{Ao} \cdot x_A}{KC_A^n} = \frac{C_{Ao} x_A}{KC_{Ao}^n (1-x_A)^n} = \frac{1}{KC_{Ao}^{n-1}} \cdot \frac{x_A}{(1-x_A)^n} \text{ булади.}$$

Нолинчи ( $n = 0$ ) тартибли реакция учун:  $\tau = \frac{C_{Ao} \cdot x_A}{K}$

Биринчи ( $n = 1$ ) тартибли реакция учун:  $\tau = \frac{1}{K} \cdot \frac{x_A}{1-x_A}$  булади.

Қайтар  $nA + mB \rightleftharpoons dD$  реакция учун  $\tau = \frac{C_{Ao} x_A}{K_1 C_A^n C_B^m - K_2 C_D^d}$  : агар ўзгариш даражаси

$X_{A1}$  дан  $X_{A2}$  га узгарса, у ҳолда  $\tau = \frac{C_{Ao} (X_{A2} - X_{A1})}{I_A}$  булади.

Агар узгарувчан ҳажмдаги ( $\Delta V \neq 0$ ) реакция борса

$$\tau = \frac{1}{KC_{Ao}^{n-1}} \cdot \frac{x_A (1 + \beta_A x_A)^n}{(1-x_A)^n} \text{ булади.}$$

Нолинчи тартибли қайтар реакция учун:  $\tau = C_{Ao} \cdot x_A / K$

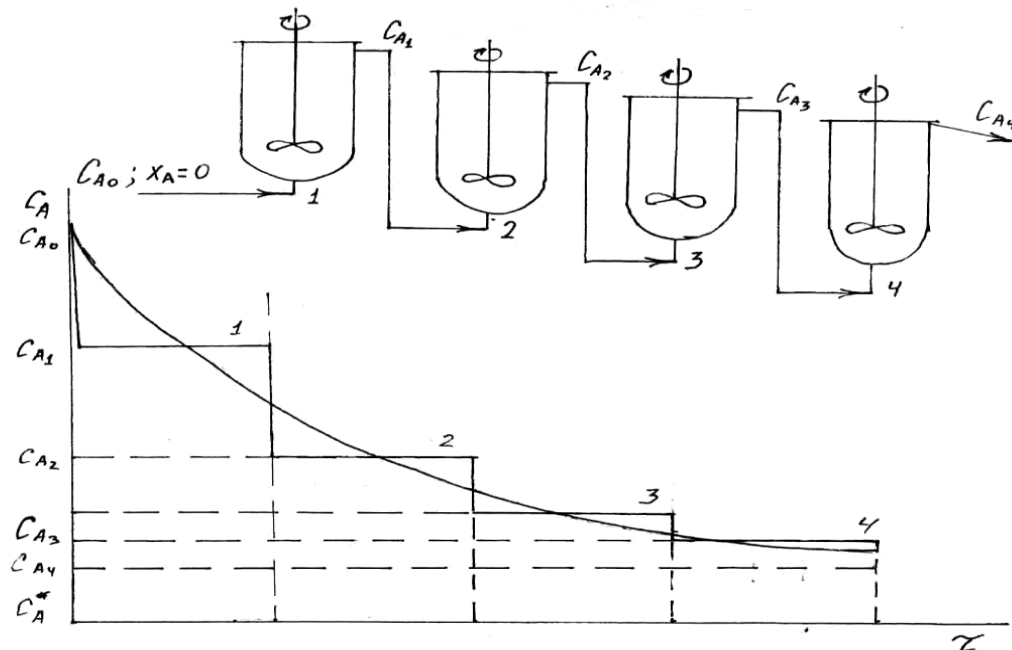
Биринчи тартибли реакция учун:  $\tau = \frac{1}{K} \cdot \frac{x_A (1 + \beta_A x_A)}{1-x_A}$  булади.

Тўлиқ силжиш (аралашув) реакторлари каскади.

Алоҳида ишлайдиган тўлиқ силжиш реакторларида моддалар концентрацияси кескин камайиши сабабли катта ўзгариш даражаси туфайли

реакция тезлиги катта бўлмайди. Ўзгариш даражасини ошириш учун катта хажм зарур булади. Бунинг учун кетма-кет ишлайдиган реакторлар тўплами (каскади) тузилади. Бу тўпланда реакция аралашманинг таркиби бирдан иккинчисига ўтганда узгариб борсада, лекин жараён параметрлари хаммасида бир хил булади.

Каскад тартибдаги реактордаги сони алгебрагик ёки график усулда ҳисобланади.



Каскада асосий модда концентрацияларининг ўзгариши.

Алгебрагик усул: ҳар бир босқичдаги реакторнинг материал баланси асосида ҳисобланади.

Диффузия жараёнига ҳалакит бермайдиган ва қайтмас реакция I – босқичи учун:

$$C_{A0}V = C_{A1} + KC_HV = C_{A1}(V + KO)$$

Бундан

$$C_{A1} = \frac{C_{A0}V}{V + K\theta} = \frac{C_{A0}V}{V(1 + K\frac{V}{\theta})} = \frac{C_{A0}}{1 + K\tau}$$

Иккинчи босқич учун:  $C_{A1}V = C_{A2}V + KC_{A2}\theta$  булиб бундан  $C_{A2} = C_{A1}/(1 + K\tau) = C_{A0}/(1 + K\tau)^2$

Ҳар бир босқич учун бу тенгламани ечиб, доимий температура ва бир хил хажм учун:  $C_{An} = \frac{C_{A0}}{(1 + K\tau)^n}$  чиқади. Бу тенглама ёрдамида нафақат хоҳлаган реактордаги (чиқишда) реагентлар концентрациясини, балки маҳсулот ишлаб



чиқариш учун зарур бўлган реакторлар сони ( $m$ ) ни ҳам ҳисоблаш мумкин:

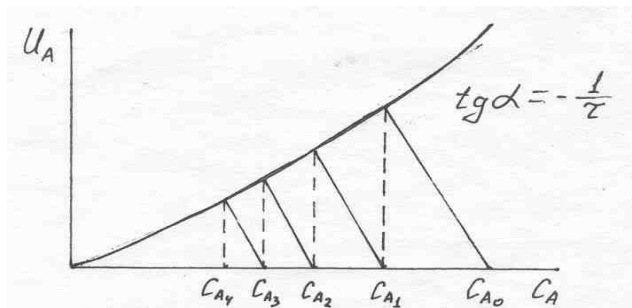
$$m = \frac{\lg(C_{A0} / C_{Am})}{\lg(1 + K\tau)}$$

Юқори тартибли реакциялар учун реагентлар концентрациясини ( $C_{Am}$ )  $C_{A0}$  орқали аниқлаш қийин бўлгани учун график усулдан фойдаланилади.

График усул. Бу усул барча босқичдаги реакция тўлагини ҳисоблашга асосланган:  $U_{Am} = -\frac{C_{Am}}{\tau} + \frac{C_{Am} - 1}{\tau} = -\frac{1}{\tau}C_{Am} + \frac{C_{Am} - 1}{\tau}$

$I_{AM} - m$  чи реактордаги реакция тезлиги.

Бу тенглама  $m$  – реакторда чиқадиган модда концентрацияси унда борувчи реакция тезлигига ( $I_{AM}$ ) тугри боғлиқлигини кўрсатади. Агар ҳар бир реакторнинг ҳажми бир ҳил бўлади. Бунда боғланиш эгри чизиғи бурчакка эга булади.



Даврий реакторлар.

Бу реакторларга аниқ миқдордаги реакцияга киришувчи моддалар тўлдирилиб, унинг деярли ҳаммаси махсулотга айлангунча (белгиланган ўзгариш даражасига етгунча) сақлаб турилади. Кейин реактор бушатилади. Бирор ўзгариш даражасида модда концентрациясининг вақт буйича таксимоти идеал сиқиб чиқариш реакторидек бўлади. Тулиқ аралаштириш жараёнида йигилган модда миқдори:

$$G_{НАК} = \frac{d\nu C_A}{d\tau} = \frac{d[\nu C_{A0}(1 - x_A)]}{d\tau} = -\nu C_{A0} \frac{dx_A}{d\tau}$$

Вақт бирлиги ичида реакцияга керишган А – моддаси миқдори:

$$G_{xp} = U_A \nu. \text{ Моддий баланс тенгламаси } \nu C_{A0} \frac{dx_A}{d\tau} = U_A \nu \text{ ёки } C_{A0} \frac{dx_A}{U_A} = d\tau \text{ булиб,}$$

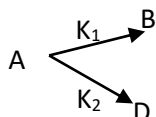
интегралласак  $\tau = C_{A0} \int_0^{x_A} dx_A / U_A$  булади.

Бу формула даврий ишлайдиган реакторнинг характеристик тенгламаси дейилади. Бу тенглама белгиланган ўзгариш даражасида реагентнинг реакторда

бўлиш вақтини ҳисоблаш имкониятини беради. Бошқа параметрларни ҳисоблаш идеал сиқиб чиқариш реактори сингари булади.

**Реакторларни танлаш ва уларнинг селективлиги.**

Мураккаб жараёнларни амалга оширишда шундай реакция ва реакторни танлаш керакки, энг юқори даражада асосий маҳсулот ва қушимча маҳсулот ҳам чиқинди энг кам миқдорда ҳосил бўлсин. Бунга амал қилишини кўйидаги мисолларда кўриб чиқайлик:



Параллел реакциянинг «селективлиги» - танланувчанлиги асосий ва қушимча реакциялар тезлик доимийлари ( $K_1, K_2$ ) нинг нисбатига ҳамда В ва D моддалари ҳосил бўлиш нисбий тезликларига ( $U_B/U_D$ ) боғлиқ.

$$U_B = \frac{dC_A}{d\tau} = K_1 C_A^{n_1} \qquad U_D = \frac{dC_A}{d\tau} = K_2 C_A^{n_2}$$

$$\frac{U_B}{U_D} = \frac{K_1 C_A^{n_1}}{K_2 C_A^{n_2}} = \frac{K_1}{K_2} (C^{n_1} - C^{n_2})$$

$n_1, n_2$  – реакцияларнинг тартиби.

Охирги тенгламадан хулоса шуки, реакциянинг селективлигига технологик режимнинг барча параметрлари таъсир этади.  $K_1/K_2$  –харорат ўзгариши билан кескин ўзгаради, чунки  $K \sim f(t)$ . Шу билан бирга бу нисбат қиймати танланган катализатор ва унинг турига ҳам кучли боғлиқ температура ва босимнинг ўзгариши n ларнинг қийматига таъсир этади.

Дастлабки модда миқдори ( $C_A$ ) ҳам таъсир этади. Яъни сиқиб чиқариш реакторларида концентрация бир маромда ўзгариб, K нинг қиймати ( $C_A$ ) нинг логарифимига боғлиқ бўлса, силжиш (аралашини) реакторларида ( $C_A$ ) нинг охирги қийматига боғлиқ бўлади.

1) Фараз қилайлик  $A \rightarrow B$  қушимча жараён, D – қушимча модда булсин. Асосий реакция тартиби  $n_1 > n_2$  булиб,  $n_1 - n_2 = m$  булса:

$U_B/U_D = (K_1/K_2)C_A^m$  га кура, В – маҳсулот олиш реакция селективлигини ошириш учун  $C_A$  – қиймати катта бўлиши керак. Бунинг учун А – моддасининг ўртача қиймати катта бўладиган даврий ёки идеал сиқиб чиқариш реакторларидан фойдаланиш керак.

Агар бу жараёнларни амалга ошириш учун тўлиқ силжиш (аралашини) реактори танланган бўлса, селективликни ошириш учун реакторлар каскадини тузиш керак, каскадда босқичлар сони (реакторлар сони) қанча кўп бўлса, селективлик ҳам шунча юқори бўлади.

Газ фазали жараёнларда системанинг босимини ошириш билан  $C_A$  – қиймати оширилади ва селективлик шунча юқори бўлади.

2) Агар  $n_1 < n_2$  булса,  $n_1 - n_2 = -m < 0$  булади, ва  $\frac{U_B}{U_D} = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{1}{C_A^m}$  булгани

учун  $A \rightarrow B$  реакциянинг селективлиги юқори бўлиши учун  $C_A \rightarrow \min$  бўлиши керак. Бунинг учун оқимдаги тўлиқ аралашув реактори қўлланилади. Бу реакторларда  $C_A$  қийматини камайтириш учун «суюлтирувчи модда» - инерт мухит ёки рециркулятлар қўшиш (орошение) усулидан фойдаланилади.

Газ фазали реакциялар қўлланилганда система босимини камайтириш керак.

3) Агар  $n_1 = n_2$  булса,  $U_B/U_D = K_1/K_2$  булади. Бу жараён моддалар таксимотиға реактор модели таъсир этмайди.

I. Селективликка температура таъсири ишлатиладиган реакторга боғлиқ бўлиб, тўлиқ силжиш реактори (адиабатик режим ёки политермик режим) билан ажралиб туради. Реакция тезлигиға температура таъсири Аррениус тенгламасига кура:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{K_o' e^{-E_1/RT}}{K_o'' e^{-E_2/RT}} = \frac{K_o'}{K_o''} e^{-(E_1-E_2)/RT} = \frac{K_o'}{K_o''} e^{-\Delta E/RT} \text{ булади.}$$

$K'$ ,  $K''$  - экспоненциал олди купайтувчиси,  $E_1, E_2$  – асосий ва қушимча реакцияларнинг активланиш энергияси.

Тенгламадан кўриниб турибдики, реакциянинг селективлиги активланиш энергияси қийматиға боғлиқ.

Агар  $E_1 > E_2$  ва  $E_1 - E_2 = \Delta E = 10000$  Ж/моль булиб,  $K' = K''$  булса, турли температурада  $T = 300K$  да  $K_1/K_2 = 1/55$ ;  $T = 600K$  да  $K_1/K_2 = 1/7,4$  ва  $T = 900K$  да  $K_1/K_2 = 1/2,72$  булади. Бу қийматларнинг курсатишича, паст температурада  $A \rightarrow D$  реакция селективлиги юқори, температура ортиб бориши билан эса  $A \rightarrow B$  реакция селективлиги ортиб боради.

II. Агар  $E_1 < E_2$  ва  $E_1 - E_2 = \Delta E = -25000$  Ж/моль булиб  $T = 300K$  да  $K_1/K_2 = 22/1$ ;  $T = 600K$  да  $K_1/K_2 = 15/100$ ;  $T = 750K$  да  $K_1/K_2 = 5,5/100$  булади. Кўриниб турибдики температуранинг кичик қийматларида асосий реакция селективлиги юқори. Шу сабабли бундай ҳолларда температура ортиши мақсадга мувофиқ булмайди.

Юқоридаги I ва II ҳолатларға асосан хулоса, шундай:

Селективликка температура таъсири асосий ва қушимча реакцияларнинг активланиш энергияси қийматиға боғлиқ. Бу катталиқ (E) нинг қийматини узгартириш фақат катализатор ишлатиш билан амалға оширилади.

Кетма-кет реакция:  $A \xrightarrow{K_1} B \xrightarrow{K_2} D$  учун кўриб чиқамиз.

$$U_A = -\frac{dC_A}{d\tau} = K_1 C_A; \quad U_B = \frac{dC_B}{d\tau} = K_1 C_A - K_2 C_B; \quad U_D = \frac{dC_D}{d\tau} = K_2 C_B \text{ булади.}$$

В – асосий махсулот булгани учун:

$$\frac{U_B}{U_D} = \frac{dC_B}{dC_D} = \frac{K_1 C_A - K_2 C_B}{K_2 C_B} = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{C_A}{C_B} - 1$$

Бундан хулоса шундай: Реакцияда  $C_A$  ни қиймати ва  $K_1/K_2$  нисбати канчалик катта булса,  $A \rightarrow B$  реакциянинг селективлиги шунча юқори бўлади. Бунинг учун идеал сиқиб чиқариш ва даврий реакторлардан фойдаланилади, чунки бу реакторларда (оқимдаги тўлиқ аралашуш реакторидагига нисбатан) доимо А модданинг ўртача концентрацияси юқори бўлади.  $K_1/K_2$  нисбатдаги константалар учун  $K_1 \gg K_2$  булиб қолса, реакциянинг селективлиги ўзгариш даражаси ( $x_A$ ) нинг кичик қийматларида юқори бўлади,  $x_A$  қиймати ортиши билан селективлик камайиб боради. Шунинг учун бу жараёнларнинг амалга оширишда  $x_A$  нинг қийматида циклик тизимли қурилмалардан фойдаланилади, яъни асосий махсулот ажратиб олинади ва реакцияга киришмаган аралашма қайтадан реакторга юбориб турилади.

$K_1/K_2$  да  $K_1 \gg K_2$  бўлса, бир вақтда селективлик ва  $x_A \rightarrow \max$  га эришилади.

Асосий махсулот ишлаб чиқариш унуми, ўзгариш даражаси ва селективлик ишлатиладиган реакторнинг моделига боғлиқ.

Идеал сиқиб чиқариш реакторининг элементар хажмида руй берадиган жараён учун селективлик:  $S_B = dc_B / (-dC_A)$  булиб, бунга кура  $C_B = - \int_{C_{A0}}^{C_A} S_B dC_A$

булади.

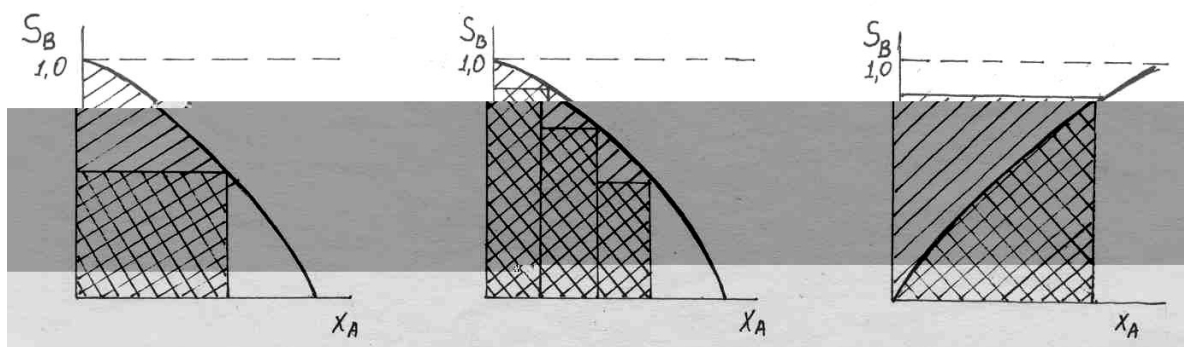
В - махсулотнинг чиқиш даражаси

$$X_B = \frac{C_B}{C_{A0}} = -\frac{1}{C_{A0}} \int_{C_{A0}}^{C_A} S_B dC_A = -\frac{1}{C_{A0}} \int_0^{x_A} S_B d[C_{A0}(1-x_A)] =$$

келиб чиқади.

$$= -\frac{1}{C_{A0}} \int_0^{x_A} S_B (-C_{A0} dx_A) = \int_0^{x_A} S_B dx_A$$

Айнан шундай микдорий муносабат даврий реактор учун ҳам уз кучини сақлаб қолади



а, в – тулик аралашиниш ва сиқиб чиқариши реактори;  
 б – идеал сиқиб чиқариши ва каскад реакторлар учун селективлик ўзгариши даражаси билан боғланган.

Оқимдаги тулик аралашиниш реакторидан концентрация реакция давомида бир хил бўлиб қолгани учун селективлик ва ўзгариши даражаси ўртасидаги боғланиши  $x_B = S_B \cdot x_A$  бўлади.

Селективликнинг ўзгаришлар даражаси билан боғлиқлиги юқори унумдорлик билан ишлайдиган оптимал реактор моделининг танлаши имконини беради.

- Идеал сиқиб чиқариши реакторида модда чиқиши  $S_B \sim x_A$  боғланиши графигида эгри чизик остидаги юзани ҳисоблаш билан аниқланади;

- Узлуксиз тулик силжиши (аралашиниш) реакторидаги маҳсулот чиқиши  $S_B \cdot x_A$  га туғри келувчи туғри туртбурчак юзасини ҳисоблаш билан аниқланади;

- Агар  $x_A$  ортиши билан  $S_B \rightarrow \min$  бўлса (а, б расм) маҳсулот чиқиши ҳам камаяди ва эгри чизик остидаги юза, туғри туртбурчак юзасидан катта булади. Бунда идеал сиқиб чиқариши ёки даврий ишловчи реакторлардан фойдаланилади.

- Реакторлар каскади алоҳида тулик силжиши реакторидан кўп самара беради.  $x_A \rightarrow \max$  билан  $S_B \rightarrow \max$  булса (в – расм) штрихланган юза катта бўлиб, тулик силжиши реакторида маҳсулот чиқиши, идеал сиқиб чиқариши ёки даврий реакторидан катта бўлади. Бу ҳолда реакторлар каскадидаги маҳсулот чиқиши алоҳида тулик силжиши реакторидан кичик бўлгани учун ундан ҳам фойдаланиши мақсадга мувофиқ эмас.

Реактор ҳажми (ўлчами) реакторларнинг селективлиги ва модули аниқлаб олингандан кейин ҳисобланади. Бунда кинетик маълумотлардан фойдаланиб  $x_A$  нинг бирор қиймати учун аввал реагентнинг реакторда бўлиши вақти ҳисобланади:

Параллел реакция учун:

$$U_A = -\frac{dC_A}{d\tau} = \frac{dC_B}{d\tau} + \frac{dC_D}{d\tau} = K_1 C_A^{n_1} + K_2 C_A^{n_2} = K_1 C_{Ao}^{n_1} (1-x_A)^{n_1} + K_2 C_{Ao}^{n_2} (1-x_A)^{n_2} = K_1 C_{Ao}^{n_1} (1-x_A)^{n_1} \left[ 1 + \frac{K_2}{K_1} C_{Ao}^{n_2-n_1} (1-x_A)^{n_2-n_1} \right]$$

Агар  $n_1=n_2=n$  булса:  $U_A = (K_1 + K_2) C_{Ao}^n (1-x_A)^n$  булади.

$$\text{Бундан } \tau = C_{Ao} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{(K_1 + K_2) C_{Ao}^n (1-x_A)^n} = \frac{1}{C_{Ao}^{n-1}} \cdot \frac{1}{K_1 + K_2} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{(1-x_A)^n}$$

$$n=0 \text{ учун } \tau = \frac{C_{Ao} x_A}{K_1 + K_2} \text{ ва } n=1 \text{ учун } \tau = -\frac{1}{K_1 + K_2} \ln \frac{1}{1-x_A} \text{ булади.}$$

### ***Реакторларнинг температура режими***

Маълумки, кимёвий жараёнлар тезлиги ва фазавий ўзгаришлар система харорати ўзгаришига жуда сезгир булиб, бу жараёнлар борадиган реакторлар моделини танлашда ва уларнинг моддий балансини ҳисоблашда харорат қийматини ҳисобга олиш керак.

Ҳар қандай системада аниқ харорат қийматини доимий сақлаб туриш учун унга иссиқлик бериш ва иссиқликни олиб туриш, ёки реакция аралашмани доимий хароратда бир текис аралаштириб туриш керак.

Харорат режимига кўра: адиабатик, изотермик ва политермик реакторлар бўлади.

Адиабатик реакторлар – ташки муҳит билан иссиқлик алмашинувсиз ишловчи идеал чиқиб чиқариш реакторлари бўлиб, кимёвий реакция мобайнида ажралиб чиқувчи (сотилувчи) иссиқлик реактор ичида жамланади.

Изотермик реакторлар – бутун хажми буйича харорат ўзгариши руй бермайдиган реакторлар. Доимий харорат: реагентларни тезлик билан аралаштириб туриш, ташқаридан иссиқлик бериш (ёки чиқариб туриш) билан сақлаб турилади.

Изотермик режим сиқиб чиқариш реакторларида кичик иссиқлик эффектли реакция олиб бориш ёки паст концентрацияли реагентлар ишлатиш билан сақлаб турилиши ҳам мумкин.

Политермик реакторлар - узунлиги (баландлиги) буйича харорат ўзгаришини таъминлаб турувчи (иссиқлик бериш ёки олиш билан) сиқиб чиқариш ёки силжиш реакторларидир. Ҳар бир хажм бирлиги ёки нуқтадаги харорат қиймат аввалдан ишлаб чиқилган дастур буйича амалга оширилгани учун дастурий-бошқариладиган реактор ҳам дейилади. Бундай реакторлар каторига даврий силжиш реакторлари киради.

Иссиқлик алмашув ускуналик силжиш реактори хам изотермик реакторга киради.

Барча реакторлар харорат режимларини хисоблаш учун иссиқлик балансини хисоблашдан фойдаланилади.

### **Адиабатик реакторларнинг харорат режими ва иссиқлик баланси**

Бу реакторнинг харорат ўзгариши  $\Delta t$  модданинг ўзгариш даражаси  $X$ , асосий хомашё (реагент) нинг концентрацияси  $C_{A0}$ , реакциянинг ( $A \rightarrow B$ ) иссиқлик эффекти  $q_{(p)}$  га туғри пропорционал бўлиб, реакция аралашманинг иссиқлик сизими -  $C$  га тескари пропорционалдир.

Реакция иссиқлик эффектига кўра экзотермик реакцияларда  $\Delta t > 0$ , эндотермик реакцияларда  $\Delta t < 0$  булади.

Адиабатик реакторнинг характеристик тенгламаси бериладиган иссиқлик миқдори ( $\Sigma Q_{\text{бер}}$ ) олинандиган ёки сарфланандиган иссиқлик миқдори ( $\Sigma Q_{\text{сарф}}$ ) га тенг қоидаси асосида келтириб чиқарилади:

$$\Sigma Q_{\text{бер}} = \Sigma Q_{\text{сарф}}$$

Берилган иссиқлик миқдори реакция аралашманинг бошлангич иссиқлиги –  $Q_{\text{бош}}$  ва реакциянинг иссиқлик эффекти ва реакторнинг реакция хажмида борувчи физик жараёнлар иссиқлик миқдори –  $Q_p$  дан иборат:

$$\Sigma Q_{\text{бер}} = Q_{\text{бош}} \pm Q_p$$

Сарфланандиган иссиқлик асосан  $G$ -огирликдаги  $C$  – уртача иссиқлик сизимли ва  $t_{\text{ох}}$  хароратли реакция аралашма билан чикиб кетадиган иссиқлик миқдоридан иборат булгани учун:  $\Sigma Q_{\text{сарф}} = G \cdot c \cdot t_{\text{ох}}$  булади.

Моддалар массасининг сақланиш қонунига асосан реактор келадиган ва ундан чиқадиган моддалар массаси узаро тенг бўлгани учун бу миқдор модда олиб келадиган бошлангич иссиқлик миқдори:  $Q_{\text{бош}} = G c t_{\text{бош}}$ .

Хар қандай реакцияда сарфланган ёки ажралиб чиққан иссиқлик миқдори  $Q_p$  реактордан модданинг чиқётган оғирлик концентрацияси  $C_B$  ва асосий дастлабки модда миқдори  $C_{A0}$  ва унинг ўзгариш даражаси  $X$  га кура:

$$Q_p = G q_{(p)} C_B = G q_{(p)} C_{A0} X \quad \text{булади.}$$

$q_{(p)}$  - 1 моль моддага туғри келувчи реакция иссиқлиги.

$A \rightarrow B$  жараён учун реакциянинг тўлиқ иссиқлик баланси:

$$G \bar{c} t_{\text{бош}} \pm G q_{(p)} C_{A0} X = G \bar{c} t_{\text{охир}} \quad \text{булади.}$$

Буни  $t$  буйича шакл ўзгартирсак, адиабатик реакторнинг характеристик тенгламаси келиб чиқади:

$$t_{\text{ох}} = t_{\text{бош}} \pm \frac{q_{(p)} C_{A0} X}{\bar{c}} \quad \text{ёки} \quad \pm q_{(p)} C_{A0} X = \bar{c} (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})$$

$mA+nB \rightarrow dD+rR$  реакция учун  $\beta$  тузатиш коэффициентлари киритилади.  $\beta = G(D) / G(A)$  (A-асосий дастлабки модда, D-асосий маҳсулот) ўзгариш даражаси дейилади.

$$t_{ox} = t_{\text{бош}} \pm \beta \frac{q_{(p)} C_{A_0} X}{\bar{c}} \quad \text{ёки} \quad t_{ox} = t_{\text{бош}} \pm \frac{Q_p}{G \bar{c}} = t_{\text{бош}} \pm \frac{q_{(p)} \cdot G(D)}{\bar{c}}$$

$Q_p$  - реакцияда амалда ажралиб чиққан иссиқлик миқдори. Баъзан тулик реакция борганда ажралиб чиқадиган тўлиқ иссиқлик миқдори  $Q_p' = \frac{Q_{(p)}}{x}$

этиборга олинади.

$$t_{ox} = t_{\text{бош}} \pm \frac{Q_{(p)}}{G \bar{c}} \cdot X \quad \text{булади.}$$

Идеал сиқиб чиқариш реакторининг оқим уқининг хоҳлаган қисмидаги ўзгариш даражасига туғри келадиган

$$\Delta t = t_{ox} - t_{\text{бош}} = \pm \lambda x \quad \text{булиб,} \quad \lambda = \frac{q_{(p)} C_{A_0}}{\bar{c}} \beta = \frac{q_{(p)} C(D)}{\bar{c}} = \frac{Q_p}{G \bar{c} x} = \frac{Q_p'}{G \bar{c}}$$

$\lambda$ -адиабатик харорат ўзгариш коэффициентлари. Баъзан адиабатик харорат -  $t(a)$  ҳам дейилади.

Реакторлар каскадидаги битта реактор (батарея) ёки кўп равоқчали (полкали) реакторнинг, ёки циклик технологик схема бўйича ишлайдиган реакторнинг харорат ўзгариши:

$$\Delta t = t_{ox} - t_{\text{бош}} = \pm \lambda (x_{\text{охир}} - x_{\text{бош}}) \quad \text{булади.}$$

Адиабатик сиқиб чиқариш реакторининг иссиқлик баланси унинг хар бир қисми ( $\Delta H$ ) даги қиймати асосида ҳисобланади.

Реактор ичининг хар бир нуқтасига туғри келувчи ( $G=1$ ) иссиқлик миқдори  $Q_{\text{кел}} = q_{(p)} C_{A_0} dX_A$  булади. Реакция маҳсулоти билан айни нуқтадан кетувчи иссиқлик миқдори  $Q_{\text{кет}} = Q_{\text{сарф}} = c dt$  булади.

Умуман, иссиқлик баланс тенгламаси:

$$\pm q_{(p)} C_A dX_A = c dt$$

Адиабатик сиқиб чиқариш реакторлари сифатида филтрловчи катализатор қатламли контакт аппаратлари, ички қисми футеровка қилинган туғри оқимли адсорберлар (газ оқими йуналишига параллел йўналган суюқлик пурқалиши) хемосорбция, физикавий жараёнлар иссиқликлари йиғинди -  $Q_{(p)}$  бўлган реакторлар киради.

Оқимдаги тўлиқ силжиш реакторлари учун иссиқлик баланси:

$$Q_{\text{кел}} = c t_{\text{бош}} + q_{(p)} C_{A_0} X_A$$

Вақт бирлигида сарфланувчи иссиқлик миқдори:

$$Q_{\text{сарф}} = c t_{ox}$$

Иссиқлик келиши ва кетиши (тезлиги):



$$ct_{\text{бoш}} + q_{(p)}C_{A_0}X_A = ct_{\text{ox}} \quad \text{ёки} \quad q_{(p)}C_{A_0}X_A = ct_{\text{ox}} - ct_{\text{бoш}}$$

$t_{\text{бoш}}, t_{\text{ox}}$  – реакторга киришдаги ва чиқишдаги харорат.

Экзо- ва эндотермик реакциялар боришини эътиборга олсак; тулиқ силжиш реактори иссиқлик баланси:

$$\pm q_{(p)} C_{A_0} dX_A = c(t_{\text{ox}} - t_{\text{бoш}}) \quad \text{булади.}$$

Изотермик реакторда  $q_{(p)}$  кичик бўлади, характери тенгламаси  $t_{\text{cp}}=t_{\text{ox}}=\text{const}$ . Бундай реакторларда Ж-Ж, Г-Ж, Ж фазаларда реакциялар боради. Купикли, барбатежли, қайнар қаватдаги жараёнлар боради. Ёнмайдиган газларни адсорбцияси ва абсорбцияси (жуда кам зарарли кушимчалари) стационар катализаторли реакторлар, углеводородларни, изомерланиш жараёнлари борадиган (кам  $q_{(p)}$ ) жараёни амалга оширилади.

Политермик реакторлар. Бу реакторларда харорат ўзгариши реакциянинг иссиқлик эффекти қиймати ва ишорасига, асосий дастлабки модданинг бошланғич концентрацияси, модданинг ўзгариш даражаси, реакция зонасига берилаётган ва чиқиб кетаётган иссиқлик микдорига боғлиқ бўлади.

Харорат ўзгаришини ҳисоблаш реагент билан келувчи ва махсулот билан чиқиб кетувчи иссиқлик, реакция иссиқлик эффекти, атроф-мухит билан иссиқлик алмашинуви қийматлари асосида қисобланади:

Политермик силжиш реакторлари учун иссиқлик баланси

$$\Sigma Q_{\text{кел}} = Gct_{\text{бoш}} \pm Gq_{(p)} C_{A_0} X_A \quad \text{ва} \quad \Sigma Q_{\text{сарф}} = Gct_{\text{ox}} \pm K_T \Delta t_{\text{yp}} F \quad \text{бўлади.}$$

$K_T$  – иссиқлик узатиш коэффициенти,

$F$  - иссиқлик узатиш юзаси.

$\Delta t$ - уртача иссиқлик узатиш юритувчи кучи.

Реакторда харорат ўзгариши:

$$t_{\text{ox}} - t_{\text{бoш}} = \pm \frac{q_{(p)} C_{A_0} X_A}{\bar{c}} \pm \frac{K_T F \Delta t}{\bar{c}}$$

Ўзгариш даражси:

$$X_A = \pm \frac{\bar{c} t_{\text{ox}} - t_{\text{бoш}}}{q_{(p)} C_{A_0}} \pm \frac{K_T F \Delta t}{Gq_{(p)} C_{A_0}}$$

Иссиқлик узатиш юзаси:

$$F = \frac{\pm Gq_{(p)} C_{A_0} X_A \pm G\bar{c}(t_{\text{ox}} - t_{\text{бoш}})}{K_T \Delta t}$$

Политермик идеал сиқиб чикриш реактори иссиқлик баланси, реактор буйи буйича ҳар бир нуқтада реагентнинг ҳарорати бир хил ҳисобланиб, унинг ҳар бир кундаланг кесим юзаси ва  $\Delta H$  учун:

$$Gq_{(p)} C_{A_0} dX_A = Gcdt \pm K_T F (t_{\text{ox}} - t_{\text{бoш}}) dH$$

Политермик режим реакциянинг асосий иссиқлик эффекти  $\pm q_{(p)}$  қисман кўшимча реакциялар ҳисобидан копланадиган реакторларда кузатилади. Улар каторига: шахта печи, домна печи, охак қуйдириш печи киради.

Мураккаб политермик режим насадкали адсорбцион ва десорбцион минораларда «газ-суюқлик» таъсирида иссиқлик алмашинуви борадиган абсорбция жараёнларида паст қисмида суюқлик қиздирилиб, юқори қисмида конденсацияланадиган реакторларда кузатилади.

### **Каталитик изомерлаш технологик жараёни**

Жараённинг моҳияти: Нормал тузилишга эга бўлган парафин углеводородларини каталитик усулда мос равишдаги изо-тузилишга эга бўлган углеводородларга айлантиришдир.

Аввалги изомеризациялашнинг саноат жараёни алкилат ишлаш чиқариш хом ашёси бўлган изобутан олинишини оширишга қаратилган эди. Бундай қурилмани биринчи бўлиб иккинчи жаҳон уруши даврларида қурилган. Бунда хом ашё бўлиб нефтькимёвий синтез саноатида газларда ажратиладиган нормал бутандан фойдаланилган. Нормал бутаннинг изомерланиши каталитик крекиглаш қурилмаси бўлмаган заводлар учун қизиқарли эди. Изомерлаш каталитизатори бўлиб алюминий хлориди, фаоллаштирилган водород хлоридидан фойдаланилган эди.

### **Назорат саволлари**

1. Модда алмашинуви қурилмалари классификациясини тушунтиринг.
2. Ректификацион колонналар синфларини тушунтиринг.
3. Ректификацион колонна ёрдамчи элементларига нималар киради?
4. Дефлегматор қандай вазифани бажаради?
5. Тарелкаларнинг қандай турларини биласиз?
6. Тарелкаларда қандай режимлар бўлиши мумкин?
7. Насадкали ректификацион колонна тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
8. Насадкаларининг қандай турларини биласиз?
9. Пленкалик ректификацион колонна тузилишини тушунтиринг.
10. Ректификацион колоннада жараёни жадаллаштиришнинг йўлларини тушунтиринг.
11. Ректификацион колоннани ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартибини тушунтиринг.
12. Абсорберларнинг синфларини тушунтиринг.
13. Насадкали абсорберлар тузилишини тушунтиринг.
14. Насадкаларнинг қандай турлари мавжуд?
15. Насадкаларнинг асосий характеристикаларига нималар киради?
16. Тарелкалик абсорбер тузилишини тушунтиринг.

17. Тарелкаларнинг қандай турларини биласиз?
18. Сепараторлар тузилишини тушунтиринг.
19. Сочиб берувчи абсорберлар тузилишини тушунтиринг.
20. Абсорберларнинг ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартибини тушунтиринг.

#### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
2. Салимов З.С. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. Дарслик. Т. 2012. 510 бет.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Дарслик. Шарқ НМАК. Т. 2003. 646 бет.
4. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. - М.: Химия, 2004.
5. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 126 с.
6. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 1. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа. 2003. – 912 с.
8. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 2. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа, 2003. – 872 с.
9. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 1. – Т.: Ўзбекистон, 2006. – 366 б.
10. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 2. – Т.: Ўзбекистон, 2004. – 237 б.
11. Левш В.И., Салимов З. Очистка газовых выбросов в аппаратах с турбулизированным газожидкостным слоем. – Т.: Фан, 2003. – 152 с.
12. Салимов З., Батаев В.В. Повышение эффективности адсорбционной очистки газовых выбросов. – Т.: Фан, 2005. – 96 с.
13. Салимов З., Кадыров И., Сайдахмедов Ш. Полифункциональные катализаторы и гидрогенизационные процессы нефтепереработки. – Т.: Фан, 2000. – 110 с.
14. Раджапов У., Умиров Р., Салимов З. Пневматический транспорт и пневмосепарация волокнисто-сыпучих материалов. – Т.: Фан, 2002. – 274 с.
15. Салимов З., Раҳмонов Т. Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнлари ва қурилмалари. – Т.: Университет. 2003. – 320 б.

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛТ МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1-амалий машғулот. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш.

**Ишдан мақсад:** Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблашни ва лойиҳалашни қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш орқали ўрганиш.

#### Қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш

Икки сувли органик эритма орасида иссиқлик алмашиниши учун қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси ҳисоблансин ва нормаллашган қурилма танлансин. Иссиқ эритманинг сарфи  $G_1 = 6$  кг/с ва у  $t_1 = 112,5^\circ\text{C}$  дан  $t_{10} = 40^\circ\text{C}$ , сарфи эса  $G_2 = 21,8$  кг/с. Иккала муҳит коррозион актив ва физик-кимёвий хоссалари сувниқига яқин. Иссиқ муҳит ўртача  $t_2 = 76,3^\circ\text{C}$  да қуйидаги физик-кимёвий хоссаларга эга:

$$\rho = 986 \text{ кг/м}^3;$$

$$\lambda = 0,662 \text{ Вт/(м·К)};$$

$$\mu = 0,00054 \text{ Па·с};$$

$$c_1 = 4190 \text{ Ж/(кг·К)}.$$

Қурилмани ҳисоблаш 3.1-расмдаги блок-схема асосида қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Иссиқлик юқламасини аниқлаймиз:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_{10}) = 6,0 \cdot 4190 \cdot (112,5 - 40) = 1822650 \text{ Вт}$$

2. Температураси паст муҳитнинг охири температурасини иссиқлик баланси тенгламасидан топамиз:

$$t_{20} = t_{2b} + \frac{Q}{G_2 \cdot c_2} = 20 + \frac{1822650}{21,8 \cdot 4180} = 40^\circ\text{C}$$

бу ерда  $c_2 = 4180$  Ж/(кг·К) - совуқ эритма ўртача  $t_2 = 30^\circ\text{C}$  даги со-лиштирма иссиқлик сиғими. Ушбу температурада совуқ агентнинг физик-кимёвий хоссалари:

$$\rho_2 = 996 \text{ кг/м}^3;$$

$$\lambda_2 = 0,618 \text{ Вт/(м·К)};$$

$$\mu_2 = 0,000804 \text{ Па·с};$$

3. Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ўрта логарифмик температуралар фарқини ушбу йўл билан аниқлаймиз:

$$\Delta t_{\text{ур}} = \frac{\Delta t_{\text{ка}} - \Delta t_{\text{ки}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{ка}}}{\Delta t_{\text{ки}}}} = \frac{(112,5 - 40) - (40 - 20)}{\ln \frac{72,5}{20}} = 40,8^\circ\text{C}$$

4. Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг тахминий танлови. Қайси бир муҳитни труба ичига, қайси бирини трубалараро бўшлиққа йўналтириш уларнинг температурасига, босимига, коррозия фаоллигига, сарфи, иссиқлик алмашиниш юзасини ифлослантириш ва ҳоказоларга боғлиқ.

Кўрилатган ушбу мисолда кўндаланг кесими кам бўлган труба ичига сарфи кичик муҳитни, яъни иссиқ эритмани юборамиз. Бу эса иккала муҳитнинг тезликлари ва иссиқлик бериш коэффициентларини озгина бўлса ҳам тенглаштиришга имконият беради.

Натижада иссиқлик ўтказиш коэффициенти ортади. Совуқ муҳитни трубалараро бўшлиққа йўналтирилса, қурилмага иссиқлик қоплама қилинмаса ҳам бўлади.

Трубанинг ичида иссиқ муҳит турғун, турбулент режимда ҳаракат қилмоқда деб, унга мос тахминий Рейнольдс сони  $Re_{\text{так}} = 15000$  деб қабул қиламиз.

Маълумки, иссиқлик алмашиниш қурилмасида бундай режимни ташкил этиш учун бир йўлли қурилмадаги трубалар сони қуйидагича топилади:

труба диаметри  $d = 20 \times 2$  мм бўлса,

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d \cdot Re_{\text{макс}} \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,016 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 59$$

труба диаметри  $d = 25 \times 2$  мм.

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 45$$

Ушбу мисолда муҳитларнинг физик-кимёвий хоссалари бир-биридан кам фарқ қилгани учун 3-3 жадвалдан турбулент режимга мос минимал иссиқлик ўтказиш коэффициенти танлаб оламиз:

$$K_{\text{макс}} = 800 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Бунда, тахминий иссиқлик алмашиниш юзаси қуйидаги сон қийматга тенг бўлади:

$$F_{\text{макс}} = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ур.лог}} \cdot K} = \frac{1822650}{40,8 \cdot 800} = 56,8 \cdot м^2$$

3-4 жадвалдан кўриниб турибдики, ушбу  $P_{\text{так}} = 56,8 \text{ м}^2$  га тўғри келадиган иссиқлик алмашиниш қурилма Қобикининг диаметри 600-800 мм дир. Шунга алоҳида эътибор бериш керакки, фақат кўп йўлли 2 = 4 ёки 6 бўлган иссиқлик алмашиниш қурилмаларидагина п/г параметри 50 га яқиндир.

Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ўртача температуралар фарқи бир йўлликларникига қараганда бирмунча кам. Бунга сабаб, иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро аралаш ҳаракатидир. Шунинг учун ўртача температуралар фарқи учун тузатма қийматини қуйидагича топамиз:

$$P = \frac{t_{2o} - t_{2b}}{t_{1b} - t_{2b}} = \frac{40 - 20}{112,5 - 20} = 0,216$$

$$R = \frac{t_{1b} - t_{2o}}{t_{2o} - t_{2b}} = \frac{112,5 - 20}{40 - 20} = 3,625$$

$$\eta = \sqrt{R^2 + 1} = \sqrt{3,625^2 + 1} = 3,76$$

$$\delta = \frac{R - 1}{\ln\left(\frac{1 - P}{1 - R \cdot P}\right)} = \frac{3,625 - 1}{\ln\left(\frac{1 - 0,216}{1 - 3,625 \cdot 0,216}\right)} = 2,044$$

$$\varepsilon_{\Delta 1} = \frac{\frac{\eta}{\delta}}{\ln\left[\frac{2 - P \cdot (1 + R - \eta)}{2 - P \cdot (1 + R + \eta)}\right]} = \frac{\frac{3,76}{2,044}}{\ln\left[\frac{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 - 3,76)}{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 + 3,76)}\right]} = 0,813$$

$$\Delta t_{yp} = \Delta t_{yp \cdot \log} \cdot \varepsilon_{\Delta 1} = 40,8 \cdot 0,813 = 33,2^{\circ}C$$

Тахминий иссиқлик алмашиниш юзаси ҳисоблаб топилган тузатма қиймати билан қуйидагига тенг бўлади:

$$F_{\max} = \frac{Q}{\Delta t_{yp \cdot \log} \cdot K} = \frac{1822650}{33,2 \cdot 800} = 68,7 \text{ м}^2$$

Энди, қуйидаги вариантларни аниқловчи ҳисоблаш мақсадга мувофиқдир.

$$1 \text{ K: } D = 600 \text{ мм; } d = 25 \times 2 \text{ мм; } z = 4; n/z = 206/4 = 57,5;$$

$$2 \text{ K: } D = 600 \text{ мм; } d = 20 \times 2 \text{ мм; } z = 6; n/z = 316/6 = 52,7;$$

$$3 \text{ K: } D = 800 \text{ мм; } d = 25 \times 2 \text{ мм; } z = 6; n/z = 384/6 = 64,0;$$

5. Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби.

**Вариант 1К:**

$$Re_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 51,5 \cdot 0,00054} = 13081$$

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} = \frac{4190 \cdot 0,00054}{0,662} = 3,42$$

Трубалар ичида турбулент ҳаракат қилаётган оқим учун иссиқлик бериш коэффиценти (3.11) формулага биноан қуйидагига тенг:

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,021} \cdot 0,023 \cdot (13081)^{0,8} \cdot (3,42)^{0,4} = 2300 \frac{Вт}{\text{м}^2 \cdot К}$$

$t_1$  ва  $t_2$  температураларнинг фарқи кичик ( $\Delta t_{yp} = 33,2^{\circ}C$ ) бўлгани учун ( $Pr/Pr_d$ ) тузатмани ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

«Накатка» трубаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун иссиқлик бериш коэффиценти  $Nu / Nu_{\text{сил}}$  нисбати орқали топилади.

Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар орасидаги оқимнинг кўндаланг кесим юзаси  $S_{\text{траб}} = 0,045 \text{ м}^2$  (3-4 жадвал). Унда,

$$Re_2 = \frac{21,8 \cdot 0,025}{0,045 \cdot 0,000804} = 15064$$

$$Pr_2 = \frac{4180 \cdot 0,000804}{0,618} = 5,44$$

(3.22.) формулага биноан трубалараро бўшлиқда ҳаракат қилаётган суюқлик ва труба девори орасида иссиқлик бериш коэффиценти қуйидагича ҳисобланади:

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,24 \cdot (15064)^{0,8} \cdot (5,44)^{0,36} = 3505 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Маълумки, иккала иссиқлик ташувчи агентлар ҳам кичик концентрацияли. Шунинг учун, 3-3 жадвалга биноан трубанинг иккала томонини ифлосланишини бир хил, яъни  $\Gamma_{\text{ифл}} = \Gamma_{\text{ифл}2} = 1/2900 \text{ м}^2\text{-К/Вт}$ . Иссиқлик ташувчи агентлар коррозион актив бўлиши трубалар зангламайдиган пўлатдан ясалишини тақозо этади. Зангламайдиган пўлат трубанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти  $\lambda_{\text{п}} = 67,5 \text{ Вт/(м-К)}$  га тенгдир. Труба девори ва ифлосликлар қатламларининг термик қаршилиқларининг йиғиндиси ушбу йўл билан топилади:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{2900} + \frac{1}{2900} = 0,000804 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Унда иссиқлик ўтказиш коэффиценти

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2330} + \frac{1}{3505} + 0,000804} = 625 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

га тенг бўлади.

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси ушбу тенгламадан аниқланади:

3-4 жадвалдан кўриниб турибдики, танланган қатордан трубаларнинг узунлиги 6,0 м ли ва номинал юзаси  $F = 97 \text{ м}^2$  бўлган иссиқлик алмашиниш қурилмаси тўғри келади. Шунда, иссиқлик алмашиниш юзаси бўйича заҳира

$$\Delta = \frac{(97 - 83,4) \cdot 100 \%}{83,4} = 16,4\%$$

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг массаси  $M_{\text{ИК}} = 3130 \text{ кг}$  га тенг (3-10 жадвал)

**Вариант 2К.** Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

$$Re_1 = 16777; \quad a_1 = 3720 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)};$$

$$Re_2 = 11308; \quad a_2 = 3657 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)};$$

$$K = 744 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К}); F = 74,1 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м ли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг иссиқлик алмашиниш юзаси бўйича захираси ( $\Delta < 10\%$ ) камлик қилади, яъни тўғри келмайди. Трубаларининг узунлиги 6,0 м бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма юзаси  $119 \text{ м}^2$  бўлса ҳам 1К вариантники олдида афзаллиги йўқ, чунки у катта массага эга ( $M_{2К}=3380 \text{ кг}$ ) ва унинг гидравлик қаршилиги жуда катта.

**Вариант 3К. Ҳисоблаш** натижалари:

$$Re_1 = 10540; a_1 = 1985 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К});$$

$$Re_2 = 9694; a_2 = 2707 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К});$$

$$K = 596 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К}); F = 92,4 \text{ м}^2$$

3-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м, номинал юзаси  $F_{3К}=121 \text{ м}^2$  бўлганда захира  $\Delta = 30,9\%$ . Демак, захира бўйича тўғри келади. Массаси 3950 кг, яъни 1К вариантникига қараганда кўпроқдир. Аммо, трубаларининг узунлиги 1 баробар кам. Ундан ташқари, у ихчам ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик камроқ бўлади. Трубалар узунлигани янада камайтириш мақсадида яна бир 4К вариантни кўриб чиқиш мумкин.

**Вариант 4К.  $D = 800 \text{ мм}$ ;  $d_3=20 \times 2 \text{ мм}$ ;  $z=6$ ;  $n/z=103$ .**

Ҳисоблаш натижалари:

$$Re_1 = 8560; a_1 = 2030 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К});$$

$$Re_2 = 7754; a_2 = 2947 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К});$$

$$K = 611 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К}); F = 92,3 \text{ м}^2$$

3-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 3,0 м, номинал юзаси  $F_{4К}=116 \text{ м}^2$  ва захираси  $\Delta = 28,5\%$  бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма тўғри келади. Унинг массаси  $M_{4К}=3550 \text{ кг}$ , бу эса 3К вариантникидан 400 кг га енгилроқ.

### **Қобик-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг гидравлик қаршилигини ҳисоблаш**

Узунлиги  $L_z$  бўлган трубаларда ички ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқлар учун йўқотилган босим (3.1) тенглама орқали топиш мумкин. Трубадаги суюқликнинг тезлиги эса

$$W_{mp} = \frac{4 \cdot G_{mp} \cdot z}{\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot \rho_{mp}} \quad (3-30)$$

Ишқаланиш коэффициенти (3.4)-(3.7) формулалар ёрдамида аниқланади. Агарда  $Re_{mp} > 2300$  бўлса, ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:



$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[ \frac{e}{3,7} + \left( \frac{6,81}{\text{Re}_{mp}} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} \quad (3.31)$$

бу ерда  $e = \Delta/d$  - трубининг нисбий ғадир-будурлиги;  $\Delta$  - ғадир-будурликларнинг баландлиги (ҳисоблар учун  $\Delta = 0,2$  мм деб қабул қилса бўлади).

Труба ичида ҳаракат қилаётган оқимга кўрсатилаётган маҳаллий қаршилик коэффициентлари:

$\xi_{\text{тр}1} = 1,5$  - камерага кириш ва чиқиш;

$\xi_{\text{тр}2} = 2,5$  - йўллар орасидаги бурилиш;

$\xi_{\text{тр}3} = 1,0$  - трубага кириш ва чиқиш.

Тақсимловчи камерага кириш ва ундан чиқиш пайтидаги маҳаллий қаршиликларни штуцердаги суюқликнинг тезлиги бўйича ҳисоблаш керак. Қобик-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг нормаллашган штуцерларининг диаметрлари 3-10 жадвалда берилган.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликни ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$\Delta P_{\text{mpab}} = \sum \xi_{\text{mpab}} \cdot \left( \frac{\rho \cdot w_{\text{mpab}}^2}{2} \right) \quad (3.32)$$

Суюқликнинг трубалараро бўшлиқдаги тезлиги эса қуйидаги формуладан аниқланади:

$$w_{\text{mpab}} = \frac{G_{\text{mpab}}}{S_{\text{mpab}} \cdot \rho_{\text{mpab}}}$$

$\xi_{\text{mp}1} = 1,5$  суюқликнинг кириши ва чиқиши;

$\xi_{\text{mp}2} = 1,5$  сегмент тўсиқ орқали бурилиш;

$\xi_{\text{mp}3} = \frac{3 \cdot m}{\text{Re}_{\text{mpab}}^{0,2}}$  - трубалар пакети (дастаси)нинг қаршилиги.

Бу ерда

$S_{\text{траб}}$  - трубалараро бўшлиқнинг энг тор кўндаланг кесими;  $m$  - труба қаторларининг сони.

### Қурилманинг конструктив ўлчамларини ҳисоблаш

Бунинг учун керакли бошланғич маълумотлар - иссиқлик алмашиниш юзаси  $F$  ва трубининг узунлиги  $l$ .

Топиш керак: трубалар сони -  $n$ , уларнинг жойлашиши, қурилма корпусининг диаметри -  $D$ , труба ва трубалараро бўшлиқдаги йўллар сонларини, ҳамда штуцерларнинг геометрик ўлчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_{yp} \cdot l}$$

бу ерда  $d_{yp}$  - трубанинг ўртача диаметри, агарда  $a_1$  ва  $a_2$  бир-бирига яқинроқ сон қийматларга эга бўлса,

$$d_{yp} = \frac{d_{max} + d_{uch}}{2}$$

агарда  $a_1 \gg a_2$  ёки  $a_1 \ll a_2$  бўлса, унда  $d_{yp}$  сон қиймати суюқлик билан ювилаётган трубанинг  $\alpha$  си томондаги диаметри  $d$  га тенг бўлади.

Одатда, трубалар труба турларига тўғри олтибурчак қирралари, квадрат томонлари, ҳамда концентрик айланалар бўйлаб жойлаштирилади.

Тўғри олтибурчаклик қирралар бўйлаб трубалар жойлаштирилганда, уларнинг сони

$$n = 1 + 3a + 3a^2 \quad (3.35)$$

формуладан топилади. Формуладаги айлана марказидан бошлаб ҳисобланганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

Энг катта олтибурчак диагоналидаги трубалар сонини ушбу формула-дан топиш мумкин:

$$2 \cdot a + 1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} \quad (3.36)$$

Труба қаторларининг сони  $m$  эса,

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} \approx \sqrt{\frac{n}{3}} \quad (3.37)$$

Труба ўқлари орасидаги масофа ёки қадами  $t$  трубанинг ташқи диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$t = (1,2 + 1,4) \cdot d_{max}$$

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{таш} + 6\text{мм}$$

дан кам бўлмаслиги керак. Шунинг назарда тутиш керакки,  $B$  ва  $a$  параметрлар бутун сон бўлиши шарт.

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли бўлганда

$$D_{ич} = t \cdot (6-1) + 4 \cdot d_{таш}$$

ёки

$$D_{ич} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{n}$$

кўп йўлли бўлганда эса,

$$D_{\text{ич}} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{n}{\eta}}$$

бу ерда  $\eta = 0,6-0,8$  - труба тўрини трубалар билан тўлдирилиш коэффициенти ва  $u$  ҳисоблаш йўли топилади.  $D_{\text{ич}}$  нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларигача яхлитланади.

Труба тўрлари орасидаги масофа, яъни трубаларнинг ишчи узунлиги 1, қуйидаги ҳисоблаш формуласидан топиш мумкин:

$$l_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_{\text{yp}} \cdot n \cdot z}$$

бу ерда  $z$  - йўллар сони;  $n$  - бир йўлдаги трубалар сони.

Иссиқлик алмашилиш қурилмасининг ишчи узунликлари қуйидагиларга тенг қилиб олиш тавсия этилади:

$$l_1 = 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 6000; 9000$$

Кўп йўлли иссиқлик алмашилиш қурилмасида йўллар сони ҳар доим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўлли қурилма трубаларининг узунликлари рухсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони  $z$  ўзгартирилади.

Қобик-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасининг умумий баландлиги труба узунлиги  $l_1$  ва 2 га тақсимловчи камералар баландликлари  $h$  ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

$$H = l_1 + 2 \cdot h$$

бу ерда  $h = 200-400$  мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари учун конструктив ҳисоблашлар ушбу адабиётларда келтирилган.

Штуцерларнинг шартли диаметри Қобик диаметри ва йўллар сонига боғлиқ бўлиб, 2-8 жадвалдан танланади.

Сегментли тўсиқлар сони иссиқлик алмашилиш қурилмасининг узунлига ва диаметрига боғлиқ. Нормаллашган иссиқлик алмашилиш қурилмасининг сегментлар сони 3-9 жадвалда берилган.

Суyoқликнинг кириши ва чиқиши пайтидаги гидравлик қаршилиги унинг штуцердаги тезлиги орқали ҳисобланса бўлади. Штуцерларнинг шартли диаметрлари 3-8 жадвалда берилган.

Труба ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилиқни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

$$\Delta P_{\text{троб}} = \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{\text{мп}} \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} + [2,5 \cdot (z - 1) + 2 \cdot z] \cdot \frac{w_{\text{мп}}^2 \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} + 3 \cdot \frac{w_{\text{мп}} \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} \quad (3.38)$$

бу ерда  $z$  - йўллар сони.

$$\Delta P_{mpab} = \frac{3 \cdot m \cdot (x+1)}{\text{Re}_{mpab}^{0,2}} \cdot \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} + 1,5 \cdot x \cdot \left( \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} + 3 \cdot \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} \right) \quad (3.39)$$

Бу ерда  $x$  - сегмент тўсиқлар сони.

Учта вариант бўйича танланган Қобик-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг гидравлик қаршилиқлари бўйича таққосланади.

Вариант 1К. Сууюқликнинг трубадаги тезлиги

$$w_{mp} = \frac{G_1}{S_{mp} \cdot \rho_1} = \frac{6,8}{0,018 \cdot 988} = 0,338 \text{ м / с}$$

Ишқаланиш коэффициенти (3.1) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[ \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 3,7} + \left( \frac{6,81}{13100} \right) 0,9 \right] \right\}^{-2} = 0,0422$$

Тақсимловчи камера штуцерининг диаметри  $d_{шт} = 0,15$  м. Ундаги тезлик

$$w_{mpm} = \frac{6,0 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 986} = 0,334 \text{ м / с}$$

Труба бўшлиғида қуйидаги маҳаллий қаршилиқлар бор: камерага кириш ва чиқиш,  $180^\circ$  ли 3 та бурилиш ва 4 марта сууюқлик трубага киради ва чиқади.

Трубалардаги гидравлик қаршилиқ (3.3) формуладан аниқланади:

$$\Delta P_{mpab} = 0,0422 \cdot \frac{6 \cdot 4}{0,021} \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + [2,5 \cdot (4-1) + 2 \cdot 4] \cdot \left( \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,344^2}{2} \right) = 2720 + 873 + 175 = 3764 \text{ Па}$$

Трубалараро бўшлиқдаги сууюқлик билан ювилиб турган труба қаторларининг сони:

$$m \approx \sqrt{\frac{206}{3}} = 8,29 \approx 9$$

Сегмент тўсиқлар сони  $x = 18$  (3-7 жадвал). Қобикдаги штуцерлар диаметри  $d_{траб} = 0,2$  м ва ундаги сууюқлик тезлиги

$$w_{mpm} = \frac{21,8 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 996} = 0,679 \text{ м / с}$$

Трубалараро бўшлиқнинг энг тор кўндаланг кесими  $S_{траб} = 0,040$  м<sup>2</sup> даги тезлиги

$$w_{mp} = \frac{21,8}{0,04 \cdot 996} = 0,547 \text{ м / с}$$

Трубалараро бўшлиқда қуйидаги маҳаллий қаршилиқлар бор: сууюқликнинг штуцерга кириши ва чиқиши, сегмент тўсиқлар орқали 18 та

бурилиш ( $x=18$  та) ва труба пакетини суюқлик ювиб ўтишида 19 та қаршилик ( $x+1$ ).

Трубалараро бўшлиқдага гидравлик қаршилик (3.38) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\Delta P_{\text{траб}} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18 + 1) \cdot 996 \cdot 0,547^2}{(16947)^{0,2} \cdot 2} + 1,5 \cdot 18 \cdot \frac{996 \cdot 0,547^2}{2} + 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,597^2}{2} = 10902 + 4023 + 725 = 15650 \text{ Па}$$

Вариант 3К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

$$\begin{aligned} w_{\text{трб}} &= 0,277 \text{ м / с}; & \lambda &= 0,0431; \\ w_{\text{тр.ш}} &= 0,344 \text{ м / с}; & \Delta P_{\text{тр}} &= 2965 \text{ Па} \\ w_{\text{траб}} &= 0,377 \text{ м / с}; & m &= 12; \\ w_{\text{траб}} &= 0,446 \text{ м / с}; & x &= 8; \\ \Delta P_{\text{траб}} &= 3857 \text{ Па} \end{aligned}$$

Аввалги вариантлар билан таққослаш шуни кўрсатадики, гидравлик қаршилик бўйича вариант 3К яхши.

Вариант 4К. Ҳисоблаш натижалари:

$$\begin{aligned} w_{\text{тр}} &= 0,304 \text{ м / с}; & \lambda &= 0,0472; \\ w_{\text{тр.ш}} &= 0,344 \text{ м / с}; & \Delta P_{\text{тр}} &= 3712 \text{ Па}; \\ w_{\text{траб}} &= 0,337 \text{ м / с}; & m &= 15; \\ w_{\text{траб}} &= 0,0446 \text{ м / с}; & x &= 6; \\ \Delta P_{\text{траб}} &= 3728 \text{ Па} \end{aligned}$$

Аввалги вариант билан солиштириш жуда кам фарқ борлигини кўрсатади, аммо бу вариант афзаллиги шундаки, массаси 400 кг кам. Шунинг учун вариант 3К ни тўғри келмайди. Демак, рақобатбардош деб вариант 1К ва 4К ларни ҳисобласа бўлади. Бу икки вариантдан қайси бирини танлаш техник-иқтисодий таҳлил асосида қилиниши керак.

Гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарф бўладиган қувват миқдори қуйидаги формулада аниқланади:

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta}$$

бу ерда  $V$  - иссиқлик ташувчи агент сарфи,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta p$  - напорнинг йўқолиши, Па;  $\eta$  - насоснинг ф.и.к.

### Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини механик ҳисоблаш

Бу ҳисоблаш, қурилманинг детал, қисм ва бўлақларини мустаҳкамликка текширишдан иборатдир.

### Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш

Ички босим остида ишлайдиган қурилмалар обечайкасининг мустаҳкамлиги ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S = \frac{p_{\text{хис}} \cdot D_{\text{ич}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}] - p_{\text{хис}} + C + C},$$

бу ерда  $S$  - обечайка деворининг қалиги, м;  $p_{\text{хис}}$  - ҳисоблаб аниқланадиган босим, МПа;  $D_{\text{ич}}$  - қурилманинг ички диаметри, м;  $\varphi$  - пайвандлаш чокининг мустаҳкамлиги;  $C$  - коррозияни ҳисобга олган қўшимча қалинлик, м;  $C_1$  - технологик монтажларни ҳисобга олувчи яхлитланган қўшимча қалинлик, м.

$\sigma_{\text{рз}}$  - материалнинг рухсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 3.15 - расмда  $\sigma_{\text{рз}}$  - сон қийматлари келтирилган.

$\varphi = 1,0$  - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,95$  - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама қулда пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,9$  - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,8$  - бундай мустаҳкамликни устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

Ҳисобланган қалинликка бериладиган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 0,1 мм/йил бўлса,  $C = 1$  мм га тенг бўлади.

Мустаҳкамланмаган тешик ва пайвандлаш чоклари туфайли обечайка мустаҳкамлигининг камайишини  $\varphi$  коэффиценти ҳисобга олади.

Тешик сабабли обечайкани мустаҳкамлигининг камайишини эса, ушбу формуладан топиш мумкин:

$$\varphi_0 = \frac{D_{\text{ич}} - d_0}{D_{\text{ич}}}$$

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

$$p_{\text{рз}} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}] \cdot (S - C)}{D + S - C}$$

Юқорида берилган  $S$  ва  $\sigma_{\text{рз}}$  формулалар ушбу шарт бажарилгандагина қўлланилади:

$$\frac{S - C}{D} \leq 0,1$$

## Қопқоқларни ҳисоблаш

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$S_1 = \frac{P_{хис} \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рз}] - 0,5 \cdot P_{хис}} + C - C_1$$

бу ерда  $R = D^2/4H$ . Стандарт қопқоқлар учун  $H = 0,25 \cdot D$  бўлганда,  
 $R = D_{ич}$ .

Рухсат этилган босим эса,

$$P_{рз} = \frac{2 \cdot (S_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рз}]}{R + 0,5 \cdot (S_1 - C)}$$

Юқорида берилган  $S_1$  ва  $p_{рз}$  формулалар ушбу шарт бажарилгандагина қўлланилади:

$$\frac{S_1 - C}{D_{ич}} \leq 0,1 \quad \text{ва} \quad H \geq 0,2 \cdot D_{ич}$$

Конусли қопқоқнинг  $l_{кон}$

$$l_{кон} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{D_{ич} \cdot (S_1 - C)}{\cos \alpha}}$$

масофадаги қалинлиги 8, мана бу тенгламадан топиш мумкин:

$$S_1 = \frac{P_{хис}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рз}] - P_{хис}} \cdot \frac{D_{ич}}{\cos \alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмининг  $l_{ц}$

$$l_{ц} = 0,5 \cdot \sqrt{D_{ич} \cdot (S_1 - C)}$$

масофадаги қалинлиги  $S_1$  эса ушбу формуладан аниқланади:

$$S_1 = \frac{P_{хис} \cdot D_{ич} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рз}]} + C + C_1$$

Юқорида келтирилган, конус ва цилиндрлик қисмларининг қалинликларини тегишли формулаларда ҳисоблаб чиқилган  $S_1$  ларнинг энг каттаси қабул қилинади, лекин  $S_1$  обечайканинг қалинлиги  $S$  дан кам бўлиши мумкин эмас, яъни ( $S_1 > S$ ).

Думалок, ясси қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$S_1 = \left( \frac{K}{K_0} \right) \cdot D_{ич} \cdot \sqrt{\frac{P_{хис}}{[\sigma_{рз}]} + C + C_1}$$

бу ерда  $K$  - қопқоқ конструкциясига боғлиқ ва у махсус адабиётлардаги жадвалдан танланади].

## Энергетик сарфларни ҳисоблаш

а) қурилма ва ускуналарга хизмат қилаётган электродвигателларнинг бир соатлик қуввати қуйидагига тенг:

$$N_{\text{соат}} = N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad [\text{кВт}]$$

Бир суткасига эса,

$$N_{\text{сут}} = N \cdot \tau$$

б) курилма ва ускуналарга ишлатилаётган буг сарфи:

$$D_{\text{соат}} = D_1 + D_2 + \dots + D_n \quad [\text{кг/соат}]$$

Бир суткасига эса,

$$D_{\text{сут}} = D \cdot \tau$$

в) курилма ва ускуналардаги сув сарфи:

$$W_{\text{соат}} = W_1 + W_2 + \dots + W_n \quad [\text{кг/соат}]$$

Бир суткасига эса,

$$W_{\text{сут}} = W \cdot \tau$$

## **2-амалий машғулот. Модда алмашиниш курилмаларини ҳисоблаш.**

**Ишдан мақсад:** Модда алмашиниш курилмаларини ҳисоблашни ва лойиҳалашни ректификацион колоннани ҳисоблаш орқали ўрганиш.

### **Ректификацияловчи колоннани ҳисоблаш**

Пастда курсатилган маълумотларга асосланиб мойларни эритувчилардан тозалаш курилмасидаги буглатувчи колонна ҳисоблансин.

Колоннанинг хом ашё буйича ишлаб чиқариш қуввати  $G=50000$  кг/с;

Эритувчининг хом ашёдаги миқдори  $C_1=2\%$  (масса);

Эритувчи таркиби – 50% масса фенол ва 50 % крезол;

Рафинатнинг зичлиги  $\rho_{293} = 880$  кг / м<sup>3</sup>;

Рафинатнинг молекуляр массаси  $M_2 = 620$ ;

Эритувчининг молекуляр массаси  $M_1 = 100$ ;

Колоннадаги босим  $\pi = 101,3 \cdot 10^3$  Па ;

Колдик маҳсулотдаги эритувчининг миқдори  $x_R = 0,005$  масс. %;

Иситилган сув бугининг сарфи  $Z= 2$  масс. % хом ашёга нисбатан.

Ҳисобланиши керак булган колонна оғир учмайдиган мой хом ашёси таркибидаги эритувчини ажратиб олишга мулжалланган. Бундай колонна кимё технологиясида буглатувчи дейилади. Колоннадаги ректификация жараёни сув буги иштирокида амалга оширилади. Келаётган хом ашё кайнаш ҳарорати паст булган эритувчи ва амалий жихатдан караганда учмайдиган, яъни кайнаш ҳарорати юкори булган мой компонентларидан таркиб топган. Колоннанинг юкори қисмидаги буг фазаси эритувчи ва сув бугларидан иборат деб қараш мумкин.



Хисоблаш:

1. Колоннанинг юкориги ва пастки махсулотларининг миқдори.

а) Колоннанинг юкориги махсулотининг миқдори.

$$D = \frac{C_1 - X_R}{y_D - X_R} \cdot G = \frac{0,02 - 0,00005}{1 - 0,00005} \cdot 50000 = 1000 \text{ кг / с}$$

Бу ерда:  $y_D \approx 1$  дистиллятдаги эритувчи миқдори.

2.

б) Колонна пастки махсулотининг миқдори.

$$R = G - D = 50000 - 1000 = 49000 \text{ кг/с}$$

2. Ректификация элементларини аниқлаш.

а) Биринчи соха (тарелкалараро).

Эритувчи бугларининг миқдорини ( $V_R$ ) Авагадро–Дальтон тенгламасидан топамиз.

$$\frac{Z}{V_R} = \frac{P_z \cdot 18}{P_{12} \cdot M_1};$$

Бу ерда:  $P_{12}$  - колдик бугларининг парциал босими;

$P_z$  - колонна пасткидаги сув бугининг парциал босими;

Эритувчини буглатувчи сув бугининг миқдори.

$$Z = 0,02 G = 0,02 \cdot 50000 = 1000 \text{ кг / с}$$

Ишлаб чиқаришда колонна пасткидаги ҳарорат  $T = 548 \text{ К}$  га тенг деб қабул қилинган. Шунга кура колонна пасткидаги колдик бугларининг парциал босимини қуйидаги тенглама орқали топамиз.

$$P_{12} = P_1 X'_R + P_2 (1 - X'_R);$$

Бу ерда:  $P_1, P_2$  - эритувчи ва рафинатнинг буг босими;

$X'_R$  - эритувчининг колдикдаги моль улуши.

Амалий жихатдан рафинат учмайдиган компонент булгани учун  $P_2 \approx 0$  деб олинади ва тенглама  $P_{12} = P_1 \cdot X'_R$  қурилишига эга бўлади. Эритувчининг туйинган буг босимини нисбатан оғиррок компонент крезолнинг туйинган буг босимига тенглаштириб оламиз. Крезолнинг  $548 \text{ К}$  даги босими

$$P_1 = 5,2 \cdot 98,1 = 510,1 \text{ кН / м}^2 = 510,1 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

Колдик таркибини моль улушида ҳисоблаб топамиз.

$$X'_R = \frac{X_R \cdot M_R}{M_1};$$

Бу ерда:  $M_1 = 100$  - эритувчининг молекуляр массаси.

3.  $M_R$  - колдик молекуляр массаси қуйидагича бўлади:

$$M_R = \frac{1}{\frac{X_R}{M_1} + \frac{1 - X_R}{M_2}};$$

$X_R$  - жуда кичик катталиқ, шунинг учун  $M_R \approx M_2$  га.

$$X'_R = \frac{X_R \cdot M_2}{M_1} = \frac{0,00005 \cdot 620}{100} = 0,00031 .$$

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_R = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,00031 = 0,16 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

Сув бугининг парциал босими:

$$P_z = p - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 0,16 \cdot 10^3 = 101,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

Хисоблаб топилган натижаларни Авагадро–Дальтон тенгламасига куйиб куйидагига эга буламиз:

$$V_R = \frac{1000 \cdot 0,16 \cdot 10^3 \cdot 100}{101,14 \cdot 10^3 \cdot 18} = 8,67 \text{ кг / с .}$$

Пастки 1- тарелкадан окиб тушаётган флегма микдори  $g_1$  ни куйидаги тенгламадан топамиз:

$$g_1 = V_R + R = 8,67 + 49000 = 49008,67 \text{ кг / с .}$$

Флегма таркиби  $x_1$  куйидагича аникланади:

$$g_1 \cdot x_1 = V_R + y_R + R \cdot X_R;$$

$$X_1 = \frac{V_R \cdot y_R + R \cdot X_R}{g_1} = \frac{8,67 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49008,67} = 0,00023$$

Флегманинг моль таркиби:

$$X'_1 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_R} \left( \frac{1}{X_1} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left( \frac{1}{0,00023} - 1 \right)} = 0,00145 .$$

Флегманинг энтальпияси ва температурасини аниқлаймиз.

$$g_1 \cdot q_1 + Z \cdot i_0 = V_R \cdot Q_R + Z \cdot i_R + R \cdot q_R$$

бундан

$$q_1 = \frac{V_R \cdot Q_R + Z(i_R - i_0) + R \cdot q_R}{g_1};$$

Бу ерда  $Q_R$  - эритувчи бугининг энтальпияси ( $T_R = 548 \text{ K}$ );

$q_R$  - кодик энтальпияси;

$i_R$  - сув буги энтальпияси ( $T_R = 548 \text{ K}$ );

$i_0$  – сув бугини колоннага беришидаги энтальпияси ( $i_0 = i_R$ )

$Q_R$  ни аниқлаш учун крезол ва фенол буглари энтальпияларининг уртачаси жадвалдан топамиз. Бошка энтальпиялар ҳам керакли жадвалдан олинади.

$$Q_R = 990 \text{ кЖ/кг};$$

$$q_R = 628 \text{ кЖ/кг};$$

$$i_0 = i_R = 3030 \text{ кЖ} / \text{кг}.$$

$$q_1 = \frac{8,67 \cdot 990 + 1000 (3030 - 3030 + 49000 \cdot 628)}{49008,67} = 628 \text{ кЖ} / \text{кг}$$

4. Иккинчи тарелкалараро соха (пастки 1 ва 2 – тарелкалар оралиги)  
Эритувчининг парциал босими.

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_1 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,00145 = 0,74 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$P_1 = 510,1 \cdot 10^3 \text{ Па}$  - крезолнинг туйинган буг босими.

Сув бугининг парциал босими;

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 0,74 \cdot 10^3 = 100,56 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$V_1 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 0,74 \cdot 10^3 \cdot 100}{100,56 \cdot 10^3 \cdot 18} = 41,1 \text{ кг} / \text{с}$$

Иккинчи тарелкадан 1- тарелкага окиб тушаётган флегма микдори ( $g_2$ ).

$$g_2 = V_1 + R = 41,1 + 49000 = 49041,1 \text{ кг} / \text{с}$$

Шу флегманинг таркиби, масса улушда.

$$X_2 = \frac{V_1 \cdot y_1 + R \cdot X_R}{g_2} = \frac{41,1 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49041,1} = 0,00089$$

$y_1 \approx 1$  бу хосил булган буглар амалий жихатдан факат эритувчи буглари хисобланади.

Флегманинг таркиби, моль улушда:

$$X'_2 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left( \frac{1}{X_2} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left( \frac{1}{0,00089} - 1 \right)} = 0,0053$$

Флегма энтальпияси:

$$q_2 = \frac{V_1 \cdot Q_1 - Z(i_2 - i_0) + Rq_0}{g_2} = \frac{41,1 \cdot 990 + 1000 (3030 - 3030) + 4900 \cdot 628}{49041,1} = 628 \text{ кЖ} / \text{кг}$$

Учинчи тарелкалараро соха (2 ва 3 – тарелкалар оралиги)

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_2 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,0053 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$P_z = \pi \cdot P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 2,7 \cdot 10^3 = 98,6 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$V_2 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 2,7 \cdot 10^3 \cdot 100}{98,6 \cdot 10^3 \cdot 18} = 152 \text{ кг / с}$$

$$g_3 = V_2 + R = 152 + 49000 = 49152 \text{ кг / с.}$$

$$X_3 = \frac{V_2 \cdot y_2 + R \cdot X_R}{g_3} = \frac{152 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49152} = 0,00315 .$$

$$X'_3 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left( \frac{1}{x_3} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left( \frac{1}{0,00315} - 1 \right)} = 0,0192 .$$

$$q_3 = \frac{V_2 \cdot Q_2 + Z(i_2 - i_0) + R \cdot q_R}{g_3} = \frac{152 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030) + 49000 \cdot 628}{49152} = 628 \text{ кЖ / кг}$$

$$5. T_3 = T_2 = T_1 = T_R = 548 \text{ К}$$

Туртинчи тарелкалараро соха (3 ва 4- тарелкалар оралиги)

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_3 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,0192 = 9,8 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 9,8 \cdot 10^3 = 91,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$V_3 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 100}{91,5 \cdot 10^3 \cdot 18} = 600 \text{ кг / с}$$

$$g_4 = V_3 + R = 600 + 49000 = 49600 \text{ кг / с}$$

$$X_4 = \frac{V_3 \cdot y_3 + R \cdot X_R}{g_4} = \frac{600 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49600} = 0,0122$$

$$X'_4 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left( \frac{1}{X_4} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left( \frac{1}{0,0122} - 1 \right)} = 0,071$$

$$q_4 = \frac{V_3 \cdot Q_3 + Z(i_3 - i_0) + R \cdot q_R}{g_4} = \frac{600 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030) + 4900 \cdot 628}{49600} = 633 \text{ кЖ / кг}$$

$q_4 = 633 \text{ кЖ / кг}$  кура  $T_4 = 550,5 \text{ К}$  булади.

Бешиччи тарелкалараро соха (4 ва 5- тарелкалар оралиги)

Эритувчининг туйинган буг босими  $T_4 = 550,5 \text{ К}$  га кура

$P_1 = 534,6 \cdot 10^3 \text{ Па}$  га тенг.

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_4 = 534,6 \cdot 10^3 \cdot 0,071 = 38 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 38 \cdot 10^3 = 63,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$V_4 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 38 \cdot 10^3 \cdot 100}{63,3 \cdot 10^3 \cdot 18} = 3330 \text{ кг / с}$$

$$g_5 = V_4 + R = 3330 + 49000 = 52330 \text{ кг / с}$$

3. Куйилиш зонасида хом ашѐдан ажралаѐтган махсулот микдори.

Хайдалган махсулотнинг масса улуши куйидаги тенглама билан топилади:

$$e = \frac{c_1 - x_G}{y_G - x_G};$$

Бу ерда:  $c_1 = 0,02$  – эритувчининг хом ашёдаги масса улуши;

$X_G = X_4 = 0,0122$  – эритувчининг суюк фазадаги масса улуши;

$y_G = 1$  – эритувчининг буг фазасидаги масса улуши.

$$e = \frac{0,02 - 0,0122}{1 - 0,0122} = 0,0079$$

6. Куйилиш зонасида хом ашёда хайдалаётган эритувчи микдори .

$$V_x = eG = 0,0079 \cdot 50000 = 395 \text{ кг} / \text{с}$$

Куйилиш зонасидан пастга тушаётган хом ашё суюк фазасининг микдори куйидагича булади:

$$g_x = G - V_x = 50000 - 395 = 49605 \text{ кг} / \text{с}$$

4) Хом ашё колоннага киришдаги энтальпияси ва температураси.

$$G \cdot q_G + Z \cdot i_0 = D \cdot Q_D + Rq_R + Z_{iD}$$

бу тенглама колоннанинг исиклик балансини ифодалайди. Бу ерда  $q_G$ - хом ашёнинг киришдаги энтальпияси;

$Q_D$  – эритувчи энтальпияси ( $T_D=550,5\text{K}$ ).

$i_D$ - киздирилган сув бугининг энтальпияси ( $i_D=i_0$ ).

$$q_G = \frac{D \cdot Q_D + R \cdot q_R}{G} = \frac{1000 \cdot 991 + 49000 \cdot 628}{50000} = 633 \text{ кЖ} / \text{кг}$$

5) Колонна диаметри:

$$D_H = \sqrt{\frac{4(D + Z)}{\pi \cdot u}}$$

Бу ерда  $D_u$  - ички диаметр (м);

$D$ - юкориги махсулотлар микдори;

$Z$  – сув буги микдори (кг/м с);

$U$  - бугларнинг бутун колонна буйлаб эркин тезлиги кг/(м<sup>2</sup>·с).

Тарелкалараро масофа  $h_T = 400 \text{ мм}$  га тенг.

$u = 0,305 \cdot c \sqrt{\rho(\rho_c - \rho_n)}$ ; Бу ерда:  $c=450$  коэффициент.

$\rho_c$  ва  $\rho_n$  - суюк ва буг фаза зичлиги (кг/м<sup>3</sup>)

$$\rho_n = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot T_D} = \frac{30,5 \cdot 273}{22,4 \cdot 550,5} = 0,665 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Рафинатнинг зичлиги  $\rho_c = 720 \text{ кг} / \text{м}^3$

бундан

$$u = 0,305 \cdot 450 \sqrt{0,665 (720 - 0,665)} = 3000 \text{ кг} / \text{м}^2 \cdot \text{с}$$

$$D_u = \sqrt{\frac{4(1000 + 1000)}{3,14 \cdot 3000}} = 0,93 \text{ м}$$

б) Колонна узунлиги:

$$N_p = \frac{N_T}{\eta_T} = \frac{3}{0,4} \approx 8 \text{ бу амалий тарелкаларнинг сони.}$$

Тарелкалар билан эгалланган мой узунлиги  $h_0 = (N_p - 1) \cdot h_T = (8 - 1) \cdot 0,4 = 2,8 \text{ м.}$

Колоннанинг пастки камераси:

$$h_R = \frac{R \cdot 7 \cdot 4}{60 \cdot \rho_{жс} \cdot \pi \cdot P_4^2} + 1 = 2,01 \text{ м}$$

Ишчи баландлик  $H_p = h_D + h_0 + h_R = 1,5 + 2,8 + 2,01 = 6,31 \text{ м}$

### 3-амалий машғулот. Реакторларни ҳисоблаш.

**Ишнинг мақсади:** Кимёвий реакциялар амалга ошириладиган қурилмаларни лойиҳалашни реакторларни ҳисоблаш орқали ўрганиш.

#### Катализаторнинг мавҳум кайнаш катламли каталитик крекинг қурилмаси реактори.

Вакуум дистиллятини каталитик крекинглаш қурилмаси катализатор мавҳум кайнаш катламли реактори куйидаги бошлангич шартлар буйича ҳисоблансин:

Тоза хом-ашё буйича реактор иш унумдорлиги  $G_c=250 \text{ т/с.}$

Рециркуляция буладиган каталитик крекинг газойли микдори тоза хом-ашё микдорининг 28,4 масса % ини ташкил этади.

Жараён режими: Крекинг температураси  $T_p=758 \text{ К,}$  катализаторнинг тоза хом-ашё буйича массавий циркуляция

Хом-ашё ва маҳсулотлар характеристикаси куйидаги жадвалда келтирилган:

Курсаткичар	Хом-ашё		Крекинг маҳсулотлари		
	Вакуум дистилля т	Рециркуляция газойл	Бензин	Каталитик газойл	
				енгил	огир
Нисбий зичлиги:					
$\rho_{277}^{293}$	0,9100	0,9330	0,7600	0,9300	0,9400
$\rho_{288}^{288}$	0,9131	0,9340	0,7641	0,9330	0,9420
Кайнаш чегараси, К К	623-773	468-773	313- 468	468-623	623-773
Молекуляр Огирлиги	360	248	105	200	340
Уртача					

## Моддий баланс

Хом-ашёнинг 75% хажмий % и парчаланани деб қабул қилиб оламиз.  
Хом-ашё микдорининг циркуляция газойли микдорига нисбати.

$$k = \frac{G_c}{0,284 G_c} = \frac{250}{0,284 \cdot 250} = 3,52$$

[1,215 δ]

даги график бўйича бензин чиқишини аниқлаймиз.  $g_\delta = 54$  хажмий %.

Массавий фоизларда:

$$x_\delta = \frac{\rho_{277}^{293} \cdot g_\delta}{\rho_{277}^{293}} = \frac{0,760 \cdot 54}{0,910} = 45,1 \text{ масс \% тоза хом-ашёга.}$$

Берилган парчаланиш даражасида кокс чиқиши [1,215 δ] даги графикдан:

$x_k = 8,7$  масса % тоза хом-ашёга.

623-773 К да қайнайдиган вакуум дистиллятини каталитик крекинглашда чиқадиган газнинг чиқишини [84,8δ] бўйича 17,7 масса % тоза хом-ашёга.

Ректификацион колоннада енгил ва оғир газойлга ажралайдиган каталитик газойль чиқиши.

$$x_{e,z} + x_{o,z} = 100 - (45,1 + 8,7 + 17,7) = 28,5 \text{ масс \% тоза газойлга}$$

Крекинг маҳсулотларида чиқиш ҳисоблашлари жадвалда келтирилган.

Маҳсулот ва хомашё номи	Микдори, т/с	Таркиби	
		Хом-ашё масса%	Реакторнинг чиқиш масса %
<b>Кирим</b>			
623-773 К да қайнайдиган вакуум дистиллят.	250,0	100,0	77,9
Рециркуляция каталитик газойли	71,0	28,4	22,1
Реактор юкланиши	321,0	128,4	100,0
<b>Чиким</b>			
Газ	44,25	17,70	13,78
Бензин	112,75	45,10	32,13
Енгил газойл	39,25	15,70	12,22
Оғир газойл	32,0	12,80	9,97
Кокс	21,75	8,70	6,80
Жами	250,0	100,0	77,90
Циркуляция каталитик газойли	71,0	28,4	22,1
Хаммаси	321,0	128,4	100,0

2. Циркуляция катализатори микдори ва сув сарфи.

Катализатор циркуляцияси карралиги  $R = 7 : 1$  да катализатор микдори.

$$G_k = R \cdot G_c = 7 \cdot 250 = 1750 \text{ т/соат}$$

Хом-ашё бугларининг катализатор билан аралашмаси зичлигини ростлаш учун транспорт линиясига 2-6 масса % микдорида сув буги берилади. Коксланган катализатордан крекинг махсулотларини буглатиш учун 1 т катализаторга 5-10 кг буг сарфланади.

Аралашма зичлигини ростлаш учун сарфланадиган буг микдорини хом-ашёнинг 4 масса % микдорида қабул қиламиз.

$$G_{ni} = 250 \cdot 0,04 = 10 \text{ т / соат} = 10000 \text{ кг / соат} .$$

Регенерациядан кейин катализаторда 0,2-0,5 масса % микдорда кокс қолади. Колдик кокс микдорини 0,4 масса % деб қабул қилиб:

$$G_{к.к} = \frac{0,4 \cdot 1750}{100} = 7 \text{ т / соат} .$$

Реактордан чиқишда коксланган кокс микдори:

$$G'_{к.к} = G_k + G_{к.к} + 21,75 = 1750 + 7 + 21,75 = 1778,75 \text{ т / соат} .$$

### **Реактор иссиқлик баланси**

Реактор иссиқлик баланси умумий қуринишда қуйидаги қуринишда булади:

$$Q_x + Q_{ц1} + Q_{к1} + Q_{п1} + Q_{д1} + Q_{к.к} = Q_r + Q_{\delta} + Q_{e.e} + Q_{o.e} + Q_{к.e} + Q_k + Q_{n2} + Q_{дe} + Q_{n2} + Q_p + Q_u .$$

Бу ерда: иссиқлик қирими:

$Q_x$ - хом-ашё билан қирадиган иссиқлик микдори;

$Q_{ц1}$ - рециркуляция каталитик газойли билан;

$Q_{к1}$ - циркуляция катализатори билан;

$Q_{п1}$ - сув буги билан;

$Q_{д1}$ - катализатордан углеводородларни буглатиш учун бериладиган буг билан;

$Q_{к.к}$ - колдик кокс билан.

Иссиқлик қикими:

$Q_r$ - крекинг газлари билан;

$Q_{\delta}$ - бензин буглари билан;

$Q_{e.g}$ - енгил газойль буглари билан;

$Q_{o.g}$ - огир газойль буглари билан;

$Q_{к.g}$ - циркуляция катализатори билан;

$Q_k$ - крекингда ҳосил буладиган кокс билан;

$Q_{ц.g}$ - рециркуляция газойли билан;

$Q_{д.g}$ - катализатордан углеводородларни буглатиш учун бериладиган буг билан;

$Q_{п.g}$ - транспорт линиясига бериладиган буг билан;



Q<sub>p</sub>- каталитик крекинг реакциясига;

Q<sub>й</sub>- аτροφ-мухитга.

Иссиклик балансидан хом-ашёни катализатор билан аралаштириш узелидаги температурани аниқлаймиз.

Окимларни реакторга киришдаги температураларини кабул киламиз:

T<sub>ц.г</sub>=561 К- циркуляция газойли температураси;

T<sub>к.1</sub> =873 К- катализатор температураси;

T<sub>п.1</sub>=873 К- транспорт линиясига бериладиган буг температураси;

T<sub>д1</sub> =783 К- реактор буглатиш зонасига бериладиган буг температураси.

Окимлар энтальпияларини аниқлаймиз. Дастлаб крекинг-газ таркибини аниқлаймиз.

Компонентлар	M <sub>i</sub>	Чиқиш масс.%	Микдори	
H <sub>2</sub> S	34	0,85	2125	62,5
H <sub>2</sub>	2	0,20	500	250,0
CH <sub>4</sub>	16	2,31	5770	361,0
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	0,57	1424	51,0
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	1,25	3120	104,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42	3,22	8050	191,8
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	2,43	6070	138,0
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56	3,95	9868	176,4
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	2,92	7323	126,3
Жами:		17,70	44200	1461,0

Куйидаги жадвалда газ компонентлари энтальпиялари келтирилган. Масалан H<sub>2</sub>S нинг 673 К даги энтальпияси, жадвалдан аниқланадиган солиштирма энтальпиянинг, унинг крекинг массавий улушига купайтмасига тенг.

$$432,2 \cdot 0,048 = 20,74 \text{ кЖ/кг}$$

Компонентлар	Таркиби X <sub>i</sub> , масс %	Энтальпия, кЖ/кг			
		673 К		773К	
		q <sub>i</sub> <sup>г</sup>	q <sub>i</sub> <sup>г</sup> · x <sub>i</sub>	q <sub>i</sub> <sup>г</sup>	q <sub>i</sub> <sup>г</sup> · x <sub>i</sub>
H <sub>2</sub> S	4,80	432,2	20,74	548,3	26,3
H <sub>2</sub>	1,13	5798,0	65,50	7255,0	82,0
CH <sub>4</sub>	13,07	1127,0	147,2	1495,0	195,4
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	3,22	858,6	27,66	1143,0	36,8
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,07	988,0	69,82	1323,0	93,5
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	18,22	853,8	155,6	1139,0	207,4
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	13,76	967,3	133,0	1293,5	177,8
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	22,28	896,0	199,7	1193,0	266,2
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	16,45	967,3	159,20	1290	212,2
Жами:	100		978,4		1297,6

Компонентлар энтальпиялари йигиндиси шу температурада крекинг газ энтальпиясига тенг.

Углерод газлари энтальпиялари [1] адабиёт иловаларидаги жадвалдан аникланади.

Оким белгиси	Холати	Температура, К	Микдори, Кг/соат	Энтальпия, кЖ/к	Иссиклик Микдори,кВт
Кирим					
$Q_c$	С	$T_x$	250000	$q_x$	$Q_x$
$Q_{ц1}$	С	561	71000	648	12790
$Q_{к1}$	К	873	1750000	678,4	329500
$Q_{п1}$	Б	873	10000	3708	10300
$Q_{д1}$	Б	783	12430	3510	12130
$Q_{к.к}$	К	873	7000	1506	2930
Жами:	-	-	-	-	$Q_x+367550$
Чиким					
$Q_{Г}$	Г	758	44250	1252	15380
$Q_{б}$	Б	758	112750	1162	36330
$Q_{е.г}$	Б	758	39250	1102,5	12020
$Q_{о.г}$	Б	758	32000	1097,0	9755
$Q_{к.г}$	К	758	1750000	548,8	26650
$Q_{к}$	К	758	28750	1219,0	9720
$Q_{уг}$	Б	758	75000	1102,5	21720
$Q_{пг}$	Б	758	10000	3455	9600
$Q_{дг}$	Б	758	12430	3455	11920
$Q_{р}$	-	-	250000	205,2	14250
$Q_{п}$	-	-	-	-	815
Жами:	Кабул килинади		-	-	409160

Парчаланиш даражаси:

$$100 - (15,7 + 12,8) = 71,5\%$$

71,5% парчаланишда 1 кг хом-ашёга тугри келувчи иссилик эффекти 205,2 кЖ га тенг.

Иссиклик балансидан:

$$Q_c = 409140 - 367550 = 41590 \text{ кВт} .$$

Хом-ашё энтальпияси:

$$q_c = \frac{3600 Q_x}{G_x} = \frac{3600 \cdot 41590}{250000} = 600 \text{ кЖ / кг} .$$

4. Реактор улчамлари.

Реактор кундаланг кесим юзаси:

$$S = \frac{V}{3600 \cdot \omega}$$

V- буглар хажми, м<sup>3</sup>/соат;

$\omega$  – бугларнинг рузсат этилган тезлиги.

$$V = \frac{22,4 \sum \frac{G_i}{M_i} T_p \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \pi}$$

Бу ерда:  $\sum \frac{G_i}{M_i}$  - реактордаги буг аралашмаси микдори, кмоль/соат.

T<sub>p</sub>- реактордаги температура, К.

$\pi = 0,2 \cdot 10^6$  П - реактордаги абсолют босим.

$\sum \frac{G_i}{M_i}$  ни аниқлаш учун крекинг газ уртача молекуляр оғирлигини аниқлаймиз.

$$M_e = \frac{44200}{1461} = 30,3$$

Жадвалдан:

$$\sum \frac{G_i}{M_i} = \frac{44200}{30,3} + \frac{112750}{105} + \frac{39250}{200} + \frac{32000}{340} + \frac{71000}{248} + \frac{10000}{18} + \frac{12430}{18} = 4380 \text{ кмоль/соат.}$$

У холда:

$$V = \frac{22,4 \cdot 4380 \cdot 758 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \cdot 0,2 \cdot 10^6} = 136210 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Реактор кундаланг кесим юзаси:

$$S = \frac{V}{3600 \cdot \omega} = \frac{136210}{3600 \cdot 0,63} = 44,5 \text{ м}^2$$

Реактор диаметри:

$$D = 1,128 \sqrt{S} = 1,128 \sqrt{44,5} = 7,5 \text{ м}$$

Реактор тулик баландлиги:

$$H_T = h + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

h- мавхум кайнаш катлами баландлиги, м.

h<sub>1</sub>-мавхум кайнаш катламидан таксимлаш курилмасига булган масофа;

h<sub>2</sub>-буглатиш зонаси баландлиги (h<sub>2</sub>=6м).

h<sub>3</sub>-сепарациялаш зонаси баландлиги;

h<sub>4</sub>-реакторнинг циклон эгаллаган зонаси баландлиги (h<sub>4</sub>=6м);

h<sub>5</sub>-юкори копкок баландлиги; (h<sub>5</sub>=0,5D=3,75м);

Мавхум кайнаш катлами баландлиги 4,5-7,0м. Куйидагича хисоблаш мумкин:

$$h = \frac{V_p}{S} = \frac{279}{44,5} = 6,24 \text{ м}$$

Бу ерда: V<sub>p</sub>-реакцион бушлик хажми.

$$V_p = \frac{G_{к.р}}{\rho_{м.к}} = \frac{139500}{500} = 279$$

Бу ерда:  $G_{к.р}$  - реакцион бушликдаги катализатор микдори, кг.

$\rho_{м.к}$  - мавхум кайнаш катлами зичлиги  $\rho_{м.к} = 500 \text{ кг} / \text{м}^3$ .

$$G_{к.р} = \frac{G'_c}{ng} = \frac{320850}{2,3}$$

$G'_c$  - реакторга берилатган хом-ашёдан рециркуляция газы;

ng- хом-ашё берилиши массавий тезлиги  $ng = 1,1 - 2,3 \text{ соат}$ ).

Утиш зонаси баландлиги:

$$h_1 = h'_1 + h_k$$

Бу ерда:  $h'_1$  - утиш зонасининг цилиндрсимон кисми баландлиги;

$h_k$  - унинг конуссимон кисми баландлиги;

$h_1$  - 7м кабул киламиз.  $h'_1$  ва  $h_k$  ни десорбер диаметри аниклангач хисобланади.

Десорбер кундаланг кесим юзаси:

$$S_D = \frac{V_D}{3600 \omega_D}$$

$V_D$  - десорбер эркин юзаси оркали утадиган буг хажми,  $\text{м}^3/\text{соат}$ .

$\omega_D$  - буглар чизикли тезлиги ( $\omega_D = 0,3 - 0,9 \text{ м} / \text{с}$ ).

Десорбер юкорисида буг микдори максимал булади:

$$V_D = \frac{22,4 \sum \frac{G_i}{M_i} T_p \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \pi_e}$$

$$\text{Бу ерда: } \sum \frac{G_i}{M_i} = \frac{G_n}{M_n} + \frac{G_{D_1}}{18}$$

$G_n$  - десорбердан катализатор олиб чикадиган углеводород буглари,  $\text{кг}/\text{соат}$ .

$M_n$  - углеводород бугларининг уртача молекуляр массасы.

$G_{D_1}$  - сув бугининг микдори,  $\text{кг}/\text{соат}$ .

$$G_n = G_{з.к} \cdot y_n$$

Бу ерда:  $y_n$  - катализатор билан чикадиган углеводород буглари улуши.

$$y_n = \frac{\rho_k - \rho_{н.с}}{\rho_{н.с} \cdot \rho_k} \cdot \rho_{н.о}$$

Бу ерда:  $\rho_k = 2400 \text{ кг} / \text{м}^3$  - катализатор материали зичлиги;

$\rho_n$  - адсорбцияланган углеводород буглари зичлиги.

$$\rho_{н.о} = \frac{M_c}{22,4} = \frac{30,3}{22,4} = 1,35 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Ишчи холатда десорбер устки кисмида:

$$\rho_n = \rho_{o.o} \cdot \frac{T_0 \cdot \pi_\epsilon}{T_\epsilon \cdot \pi_0}, \text{ бунда: } T_\epsilon = T_p = 785 \text{ K}$$

$$\pi_\epsilon = \pi + (h + h_1) \rho_{n.c} \cdot g = 0,2 \cdot 10^6 + (6,24 + 7) \cdot 500 \cdot 9,81 = 0,27 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\rho_n = 1,35 \frac{273 \cdot 0,27 \cdot 10^6}{758 \cdot 0,1 \cdot 10^6} = 1,32 \text{ кг / м}^3.$$

$$Y_{\text{н}} = \frac{2400 - 500}{500 \cdot 2400} \cdot 1,32 = 0,0021.$$

$$G_n = 0,0021 \cdot 1778750 = 3730 \text{ кг / соат}$$

$$\Sigma \frac{G_i}{M_i} = \frac{3730}{30,3} + \frac{12430}{18} = 813 \text{ кмоль / соат}$$

Газ ва буглар хажмини аниклаш формуласига юкорида ҳисобланган кийматларни қуйиб:

$$V_D = \frac{22,4 \cdot 813 \cdot 758 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \cdot 0,27 \cdot 10^6} = 18800 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Бугларнинг десорбердаги тезлигини  $\omega_p = 0,74 \text{ м / с}$  қабул қилиб, унинг кундаланг кесим юзасини аниқлаймиз:

$$S_D = \frac{18800}{3600 \cdot 0,74} = 7,1 \text{ м}^2$$

Десорбер диаметри:

$$D_D = \sqrt{\frac{4S_D}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,1}{3,14}} \approx 3 \text{ м}$$

$h_k = 2,25 \text{ м}$  қабул қилиб,

$$h'_1 = h_1 - h_k = 7 - 2,25 = 4,75 \text{ м}$$

Сепарацион зона баландлиги  $h_3$  қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$h_3 = 0,85 \omega^{1,2} (7,33 - 1,2 \lg \omega) = 0,85 \cdot 0,85^{1,2} (7,33 - 1,2 \lg 0,85) = 5,2 \text{ м}$$

У холда:

$$H_n = 6,24 + 7 + 6 + 5,2 + 6 + 3,75 = 34,19 \text{ м}$$

Цилиндрсимон қисм баландлиги:

$$H_y = h + h'_1 + h_3 + h_4 = 6,24 + 4,75 + 5,2 + 6 = 22,19 \text{ м}$$

## V. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
<p><b>Аппарат</b> <b>APPARATUS</b></p>	<p>Аппарат (лот.) – асбоб, техник қурилма, мослама, ускуна. Дарсликда аппарат атамаси ўрнига ускуна сўзи ишлатилди.</p>	<p>Apparatus (from lat. apparātus). Equipment — a complete set of parts or elements to perform a function.</p>
<p><b>Газлифт</b> <b>GAS LIFT</b></p>	<p>Газлифт (рус.) – суюқликларни уларга аралаштирилган газ энергияси ҳисобига кўтариш ускунаси. Агар ускунада газ ўрнига сиқилган ҳаво ишлатилса эрлифт деб аталади.</p>	<p>Gas lift (hydrodynamics) - the effect of lifting a liquid due to the energy of a gas mixed with it under pressure.</p>
<p><b>Конструкция</b> <b>CONSTRUCTION</b></p>	<p>Конструкция (лот.) – бирор қурилма, ускуна, машина ва уларнинг қисмларининг тузилиши, жойлашиш тартиби, таркиби.</p>	<p>Construction — the structure, device, the relative location of parts of an object.</p>
<p><b>Процесс</b> <b>PROCESS</b></p>	<p>Процесс (лот.) – ҳодисаларнинг изчил алмашилиб туриши, бирор нарсанинг тараққиёт ҳолати, жараён. Дарсликда процесс атамаси ўрнига жараён сўзи ишлатилди. Масалан, гидромеханик жараёнлар (чўктириш, филтрлаш, центрифугалаш ва бошқалар).</p>	<p>Process (from lat. processus - advancement) - 1) consecutive change of phenomena, States in the development of something. 2) A set of sequential actions to achieve a result (eg., production process.)</p>
<p><b>Схема</b> <b>DIAGRAM</b></p>	<p>Схема (юнон.) – асбоб, қурилма, ускуна, иншоот ва бошқаларнинг асосий ғоясини, иш принципларини ҳамда жараёнлар кетма-кетлигини изоҳлаб берадиган чизма.</p>	<p>Diagram: a graphic document; an exposition, an image, a representation of something in the most General terms, simplified (for example, a diagram of a report); an electronic device containing many components (integrated circuit).</p>
<p><b>Агрегат</b> <b>UNIT</b></p>	<p>Агрегат (лот.) – машинанинг тўла ўзаро алмашинадиган ва технологик жараёнда маълум</p>	<p>Unit (from lat. aggrego-attach) - a set of mechanisms. Aggregates are created, as a</p>

	вазифани бажарадиган йириклашган, унификацияланган элементи ёки биргаликда ишлайдиган бир қанча машиналарнинг механик бирикмаси.	rule, to solve any one problem. Although sometimes the unit is called several machines working together, such as machine-tractor unit.
<b>Моделлаш MODELING</b>	Моделлаш (рус.) – мураккаб объектлар, ҳодисалар ёки жараёнларни, уларнинг моделларида ёки ҳақиқий ускуналарда тажриба ўтказиш ва ишлашига ўхшаш моделларни қўллаб тадқиқ қилиш усули.	Modeling — the study of objects of knowledge on their models; construction and study of models of real objects, processes or phenomena in order to obtain explanations of these phenomena, as well as to predict the phenomena of interest to the researcher.
<b>Конденсация CONDENSATION</b>	Конденсация (лот.) – моддаларнинг газсимон ҳолатдан суюқ ёки қаттиқ ҳолатга ўтиши. Ушбу жараён фақат критик ҳароратдан паст ҳароратларда бўлиши мумкин. Берилган доимий ҳароратда конденсация фақат ҳароратга боғлиқ бўлган мувозанатли (тўйинган) босим содир бўлгунга қадар давом этади.	Condensation of vapors (lat. condense "accumulate, condense, condense") - the transition of a substance into a liquid or solid state from a gaseous (the reverse of the latter process is called sublimation).
<b>Печ FURNACE</b>	Печь (рус.) – материаллар ёки буюмларга қиздириб ишлов беришга ёхуд хоналарни иситишга мўлжалланган қурилма. Қўлланилиш соҳасига кўра, саноат ва рўзғор печларига, вазифасига кўра, эритиш, қиздириш, куйдириш, қуритиш, иситиш печларига ва бошқа хилларга бўлинади. Нефтьни қайта ишлаш саноатида қувурли печлар кенг тарқалган.	Furnace-a heating device for the implementation of a certain process.
<b>Конвекция</b>	Конвекция — иссиқлик алмашилиш тури бўлиб, ички	Convection (from lat. convectiō — "the transfer") is

<b>CONVECTION</b>	энергиянинг оқимлар орқали берилишига айтилади	a form of heat transfer in which internal energy is transferred by streams and streams.
<b>Ребойлер REBOILERS</b>	Ребойлер – колонналар куб қисмига яқин жойда жойлашган сув буғи ёрдамида суюқ физик ёки кимёвий эритмани буғлатувчи иссиқлик алмашилиш қурилмаси	Reboilers are heat exchangers located near the bottom of the regeneration ( or distillation) column, designed to evaporate part of physical or chemical solutions with steam.
<b>Рекуперация RECOVERY</b>	Рекуперация – материал ёки энергиянинг бир қисмини шу технологик жараёнда қайта ишлатиш учун қайтариш	Recovery is the return of a portion of materials or energy for reuse in the same process.
<b>Фланец FLANGE</b>	Фланец – квадрат, айлана ёки бошқа турдаги шаклга эга бўлган ва болтлар ёки шпилкалар учун тешиги бўлган деталь бўлиб, трубаларни бир бирига жипслаб маҳкамлаш учун ишлатилади.	Flange (from it. Flansch) - a flat part of a square, round, or other shape with holes for bolts and studs, serving for durable (nodes of long building structures, for example, trusses, beams, etc
<b>Дистиляция DISTILLATION</b>	Дистиляция (лот.) – кўп компонентли суюқ аралашмаларни қисман буғлатиш ва ҳосил бўлган буғни конденсациялаш йўли билан уларни таркибан фарқ қилувчи фракцияларга ажратиш.	Distillation (lat. stillare — "dripping drops" from lat. stilla — "drop" and the prefix " de -", meaning "cleaning", and[1] lies about it, because the correct spelling of the word in Latin -" destillatio", the prefix" di — " in Latin is not) - distillation, evaporation of the liquid, followed by cooling and condensation of vapors.
<b>Насадка NOZZLE</b>	Насадка (рус.) – айрим ускуналарнинг ичига солиб қўйиладиган ҳар хил шаклли каттик жисмлар. Насадкаларнинг турлари: Рашиг ҳалқалари, керамик буюмлар, кокс, майдаланган кварц,	Nozzle-replaceable part of the device, tool, or machine, impaled or impaled on anything



	полимер ҳалқалари, металлдан тайёрланган тўрлар, шарлар ва бошқалар.	
<b>Ректификация</b> <b>RECTIFICATION</b>	Ректификация (лот.) – суяқ аралашма компонентларини ректификацион коллоналарда ҳайдаш усулида ажратиш. Ушбу жараён аралашмани буғлатишда ажралган буғ ва буғнинг конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлган суяқлик ўртасида кўп маротабалик контакт пайтидаги модда алмашинишга асосланган. Ректификация жараёни ички қисми турли контакт мосламалари (тарелкалар, насадкалар ва бошқалар) билан жиҳозланган ректификацион колонналарда олиб борилади. Ректификация йўли билан нефтьдан турли маҳсулотлар (бензин, керосин, дизель ёнилғиси, мазут, мой фракциялари) олинади. Суюлтирилган газларни ректификация қилиш пайтида этилен, этан, пропан, бутан ва бошқа компонентлар ажралиб чиқади.	Rectification (from lat. rectus-direct and facio-do) is the process of separating double or multicomponent mixtures due to counter-current mass transfer between steam and liquid. Rectification-separation of liquid mixtures into almost pure components, different boiling points, by constant evaporation of the liquid and vapor condensation.
<b>Сорбция</b> <b>SORPTION</b>	Сорбция (лот.) – газ, буғ ёки эриган моддаларнинг қаттиқ жисм ёки суяқликда ютилиши. Сорбциянинг абсорбция, адсорбция, хемосорбция, ион алмашинувчи сорбция, капилляр конденсация турлари мавжуд. Сорбцион жараёнлар саноатда маҳсулотлар, газлар ва оқова сувларни тозалашда кенг қўлланилади.	Sorption (from lat. sorbeo-absorb) - absorption by a solid or liquid of various substances from the environment
<b>Экстракциялаш</b>	Экстракциялаш (лот.) – суяқ ёки қаттиқ моддалар	Extraction is the extraction of substances from various

<p><b>EXTRACTION</b></p>	<p>аралашмасини махсус (селектив) эритувчи (экстрагент) лар ёрдамида тўла ёки қисман ажратиш. Ушбу жараённинг физик моҳияти ажратиб олинаётган (экстракцияланаётган) модданинг тўқнашув пайтида бир фаза (суюқ ёки қаттиқ фаза) дан иккинчи фаза – суюқ экстрагент фазасига ўтишидан иборат. Экстракциялаш куйидаги жараёнларни: дастлабки модда аралашмаси билан экстрагентни тўқнаштириш (аралаштириш); ҳосил бўлган икки фазани механик ажратиш; экстрагентни ҳар бир фазадан ажратиб олиш ва регенерациялашни ўз ичига олади. Бензин фракцияларидан ароматик углеводородларни ажратиб олишда экстракциялаш жараёнидан фойдаланилади.</p>	<p>materials using solvents (extractants) in special devices called extractors.</p>
<p><b>Абсорбция</b> <b>ABSORPTION</b></p>	<p>Абсорбция (лот.) – эритма ёки газ аралашмасидаги модда (абсорбат)ларнинг суюқлик (абсорбент)ларга ҳажмий ютилиши. Газларнинг суюқликларга абсорбцияланишидан нефтьни қайта ишлаш, кимё ва бошқа саноат соҳаларида фойдаланилади. Газларнинг буғ ва суюқликларда эриш даражасининг турлилигига асосланган ҳолда абсорбциядан техникада газларни тозалаш ва ажратишда ҳамда уларни буғ-газ аралашмаларидан ажратишда фойдаланилади. Абсорбцияга қарама-қарши жараён десорбция дейилади, у эритма ютган газни ажратиб</p>	<p>Absorption (lat. absorbtio from absorbere-absorb) - absorption of the sorbate by the entire volume of the sorbent. It is a special case of sorption. In engineering and chemical technology, the most common absorption (absorption, dissolution) of gases by liquids.</p>

	олиш ва абсорбентни регенерация қилишда қўлланилади.	
<b>Адсорбер</b> <b>ADSORBER</b>	Адсорбер (лот.) – адсорбция жараёни амалга ошириладиган қурилманинг асосий ускунаси. Унда газ ва суюқлик аралашмаларидаги моддалар қаттиқ жисм (адсорбент) нинг сиртига ютилади.	Adsorber (from lat. ad-on, at and sorbeo-absorb) - apparatus for absorbing (thickening) the surface layer of a solid, called an adsorbent (absorber), dissolved or gaseous substances, not accompanied by a chemical reaction. The adsorber is used in chemical, oil refining and other industries. The process taking place inside this apparatus is called adsorption.

## VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

### I. Махсус адабиётлар

1. Салимов З.С. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. Дарслик. Т. 2012. 510 бет.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Дарслик. Шарқ НМАК. Т. 2003. 646 бет.
3. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. - М.: Химия, 1998.
4. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 126 с.
5. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
6. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 1. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа. 2003. – 912 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Книга 2. Под редакцией Айнштейна В.Г. – М.: Логос, Высшая школа, 2003. – 872 с.
8. Салимов З., Кадыров И., Сайдахмедов Ш. Полифункциональные катализаторы и гидрогенизационные процессы нефтепереработки. – Т.: Фан, 2000. – 110 с.
9. Раджапов У., Умиров Р., Салимов З. Пневматический транспорт и пневмосепарация волокнисто-сыпучих материалов. – Т.: Фан, 2002. – 274 с.
10. Салимов З., Раҳмонов Т. Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнлари ва қурилмалари. – Т.: Университет. 2003. – 320 б.
11. Раҳмонов Т., Салимов З., Умиров Р. Мокрая очистка газов в аппаратах с подвижной насадкой. – Т.: Фан, 2005. – 162 с.

### II. Интернет сайтлар

1. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
2. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
3. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
4. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
5. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси