

М1
314



НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ІНСТИТУТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА**

БР

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

**ЗАГАЛЬНА
ХІМІЧНА
ТЕХНОЛОГІЯ**

**Роздавальний матеріал
для аудиторної і самостійної робіт
студентів напрямку 0916
"Хімічна технологія та інженерія"**

КИЇВ 2006



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

М
314

184113BR

ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

Роздавальний матеріал для аудиторної
і самостійної роботи студентів напрямку 0916
"Хімічна технологія та інженерія"

НТБ НАУ
184113BR

Уч. в. Ц: 6.00

Київ 2006

Національний авіаційний
університет
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
Брешня № 5

УДК 66.0 (076.5)
ББК Л 10 р
3 14

Укладачі: С.В. Іванов, Н.М. Манчук, П.С. Борсук,
Н.О. Шаркіна

Рецензент І.І. Войтко

Затверджено на засіданні науково-методично-редакційної ради Інституту міського господарства НАУ 12 січня 2006 року

Загальна хімічна технологія: Роздавальний матеріал
3 14 для аудиторної і самостійної робіт / Уклад.: С.В. Іванов,
Н.М. Манчук, П.С. Борсук, Н.О. Шаркіна. – К.: НАУ, 2006. – 96 с.

У роздавальному матеріалі широко використовуються рисунки принципових і технологічних схем, структурних блок-схем, основного обладнання основних технологічних процесів і основних апаратів, що повинно допомагати засвоєнню матеріалу, який вивчається в дисципліні "Загальна хімічна технологія." У цьому матеріалі містяться також відомості (у вигляді таблиць) з масштабів виробництва основних видів хімічної продукції у світі і в Україні за станом на 2004 рік.

Призначений для проведення аудиторної лекційної роботи, а також для самостійної роботи студентів спеціальностей 7.091604 "Хімічна технологія палива і вуглецевих матеріалів", 7.091605 "Хімічна технологія високомолекулярних сполук", 7.091607 "Біотехнологія".

ВСТУП

Для успішного вирішення теоретичних і практичних проблем хімічної технології необхідні знання загальних закономірностей перебігу хіміко-технологічних процесів (ХТП) як системи взаємозв'язаних елементів, які приводять до одержання цільового продукту технічно, економічно й екологічно доцільним шляхом. Ці закономірності вивчають в курсі "Загальна хімічна технологія" (ЗХТ). Являючись важливим ланцюгом у інженерній підготовці, дисципліна розглядає хімічні виробництва, які засновуються на фундаментальних законах перебігу фізико-хімічних, масо- і теплообмінних явищах, які складають єдиний ХТП.

Тому в курсі ЗХТ разом з вивченням теоретичних положень особливу увагу приділено питанням інженерної діяльності: розробці технологічних схем, апаратурному оформленню хімічних виробництв, економічній і екологічній доцільності ХТП, методом його інтенсифікації і т. і.

Дана розробка призначається для використання студентами при вивченні курсу ЗХТ, вона дозволяє скоротити витрати часу і запобігти можливим помилкам при конспектуванні лекційного матеріалу. При вивченні курсу ЗХТ слід пам'ятати, що студентам необхідно придбати практичні навички в складанні технологічних схем і конструкцій апаратів, необхідних в подальшому як для виконання графічної частини курсового і дипломного проекту, так і в наступній інженерній діяльності.

Тому рекомендується в процесі вивчення курсу найбільш складні технологічні схеми зобразити самостійно, що буде сприяти кращому їх запам'ятовуванню і придбанню вмінь і навичок в складанні і зображенні технологічних схем з урахуванням вимог послідовності операцій і стадій, компактності і естетичності відображеного.

Після курсу "ЗХТ" студент в подальшому закріплює і розширює свої знання і удосконалюється як інженер, але перші відомості, які запам'ятовуються найбільше про хіміко-технологічний процес, студент отримує при вивченні "Загальної хімічної технології"; в цей період він "народжується" як інженер-хімік-технолог, тому роль курсу в підготовці інженера-хіміка-технолога дуже суттєва.

I. ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ (ХТС)

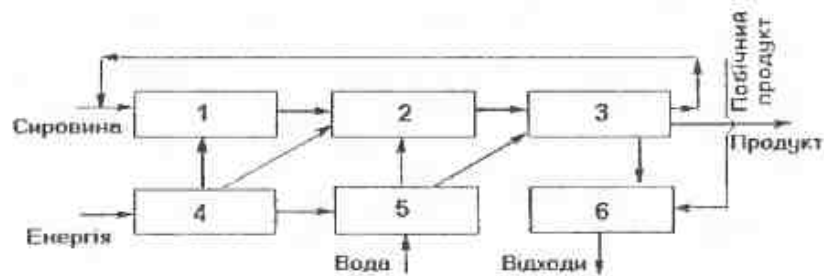


Рис. 1.1. Склад хімічного виробництва:

1-підготовка сировини; 2-хімічне перетворення; 3-виділення та очищення цільового продукту; 4-енергетичний комплекс; 5-водопідготовка; 6-санітарне очищення і утилізація



Рис. 1.2. Структура процесів хімічного виробництва

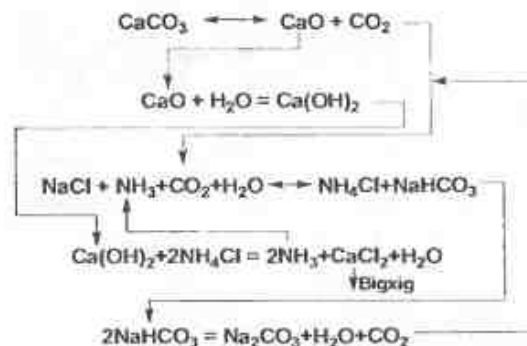


Рис. 1.3. Хімічна схема виробництва кальцинованої соди

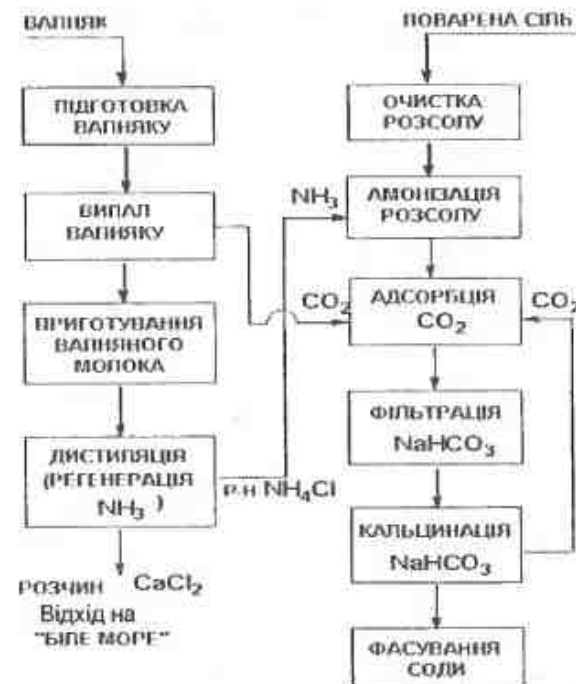


Рис. 1.4. Функціональна схема виробництва кальцинованої соди

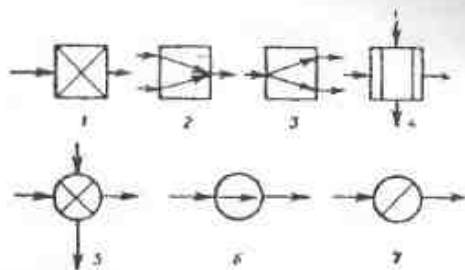


Рис. 1.5. Технологічні оператори: основні: 1 - хімічного перетворення; 2- змішання; 3- розподілу; 4 - міжфазного масообміну; допоміжні: 5- підігріву або охолодження; 6 -стиснення або розширення, 7-зміни агрегатного стану речовини

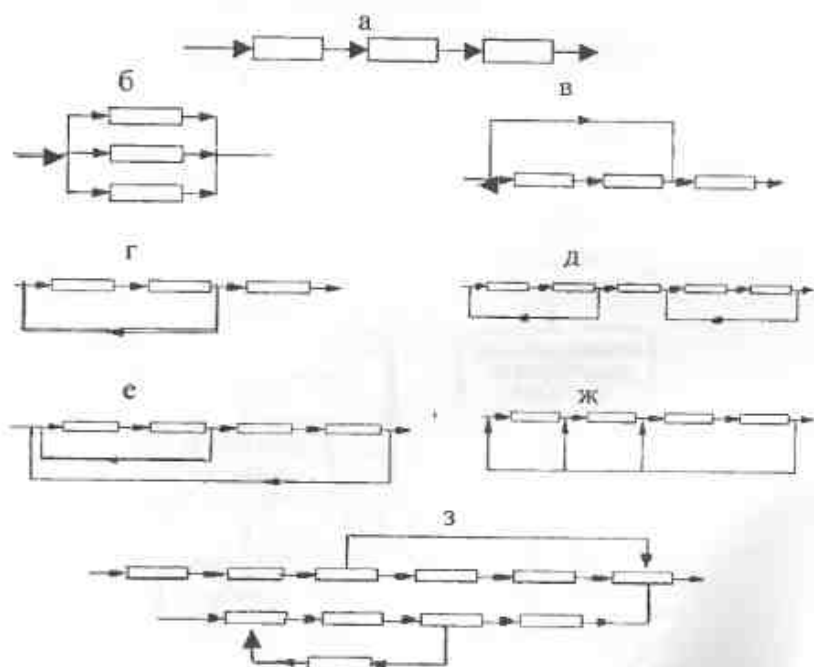


Рис. 1.6. Типи з'єднань елементів процесу в схему (технологічних зв'язків): а- послідовне; б- паралельне; в- об'їздне(байпасне); г- рециркуляційне; з- складне(комбіноване)



Рис. 1.7. Класифікація моделей ХТС

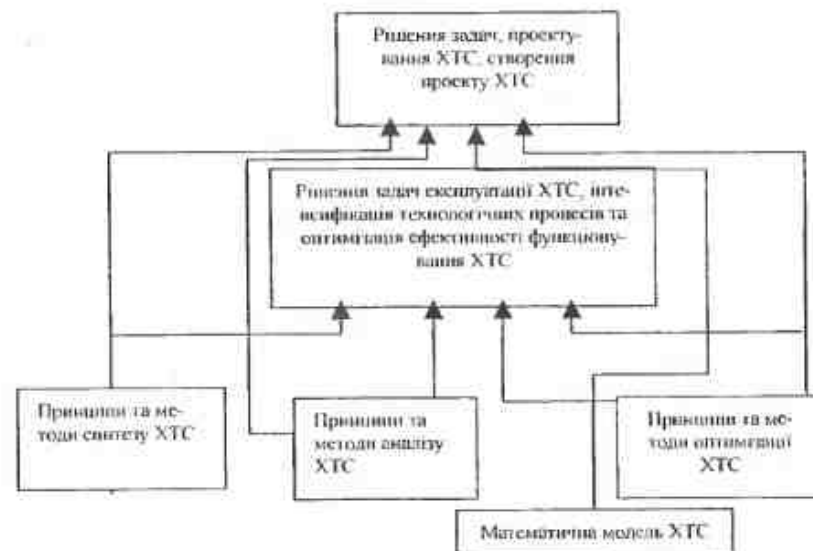


Рис. 1.8. Основні етапи створення ХТС

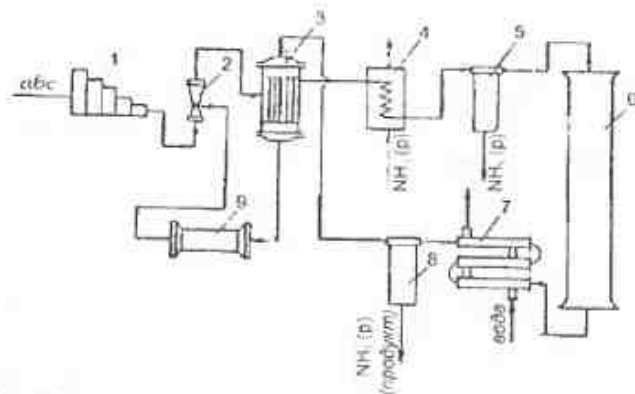


Рис. 1.9. Технологічна схема синтезу аміаку (спрощений варіант): 1 – компресор; 2 – інжектор; 3 – теплообмінник; 4 – випарювач рідкого аміаку; 5,8 – сепаратори; 6 – колона синтезу; 7 – водяний холодильник; 9 – циркуляційний компресор



Рис. 1.10. Функціональна схема одержання аміаку

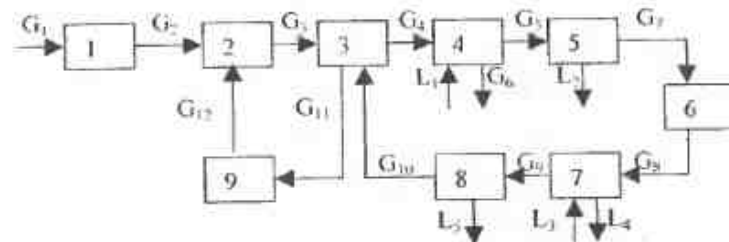


Рис. 1.11. Структурна схема синтезу аміаку: 1 – компресор; 2 – інжектор; 3 – теплообмінник; 4 – випарник рідкого аміаку; 5,8 – сепаратори; 6 – колона синтезу; 7 – водяний холодильник; 9 – циркуляційний компресор; $G_1 - G_{12}$ – потоки газу; $L_1 - L_5$ – потоки рідини

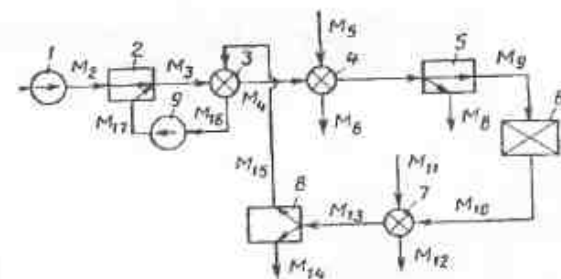


Рис. 1.12. Операторна схема синтезу аміаку: 1 – компресор; 2 – інжектор; 3 – теплообмінник; 4 – аміачний холодильник (випарник рідкого аміаку); 5,8 – сепаратори; 6 – колона синтезу аміаку (реактор); 7 – водяний холодильник; 9 – циркуляційний компресор; $M_1 - M_{17}$ – фізичні потоки

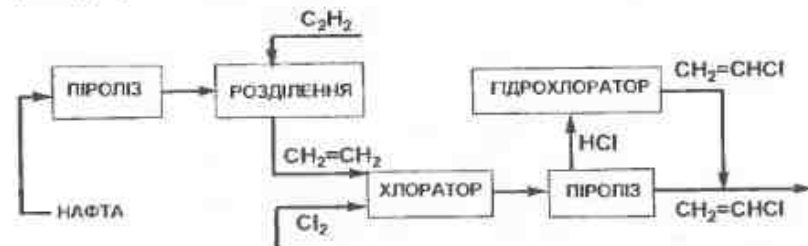


Рис. 1.13. Принципова схема виробництва хлорвінілу

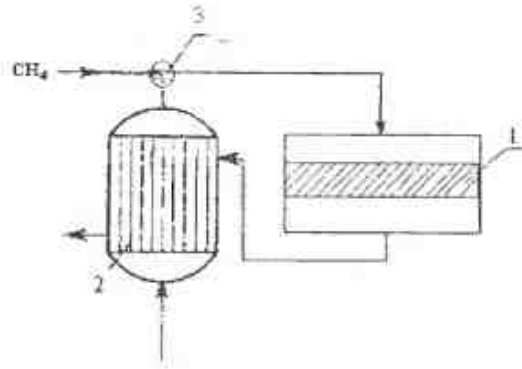


Рис. 1.14 Принципова схема ХТС санітарного очищення газів:
1-каталітичний реактор; 2-теплообмінник; 3-навізник

2. ХІМІЧНІ РЕАКТОРИ

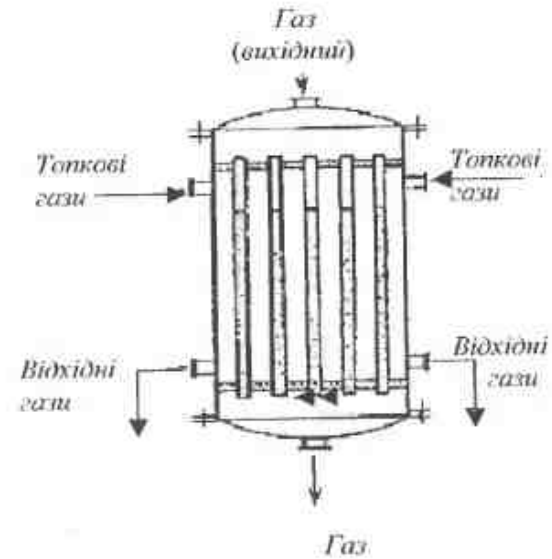


Рис. 2.1. Реактор ідеального витіснення (РІВ) – контактний апарат для ендотермічних реакцій з каталізатором в трубках.

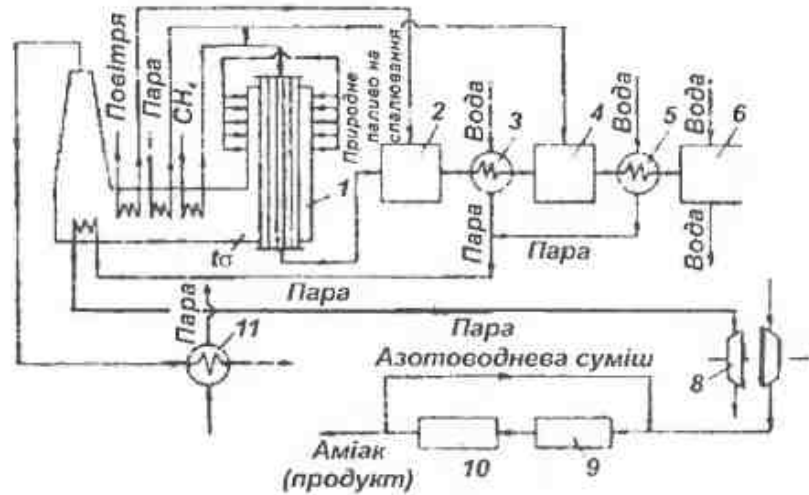


Рис. 1.15. Енерготехнологічна схема синтезу аміаку:
1 – трубчастий конвертор метану; 1а – конвекційна камера трубчастого конвертора; 2 – шахтний конвертор метану; 3, 5, 11 – котли-утилізатори; 4 – конвертор оксиду вуглецю (II); 6 – абсорбер; 7 – компресор; 8 – парова турбіна; 9 – колона синтезу; 10 – теплообмінник

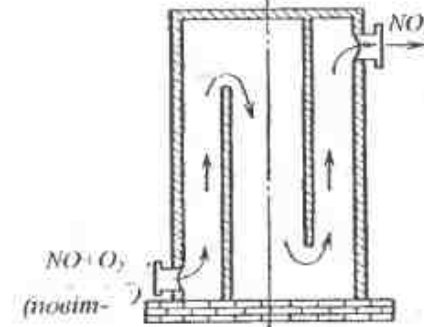


Рис. 2.2 Реактор ідеального витиснення – порожниста окиснювальна башта з перегородками

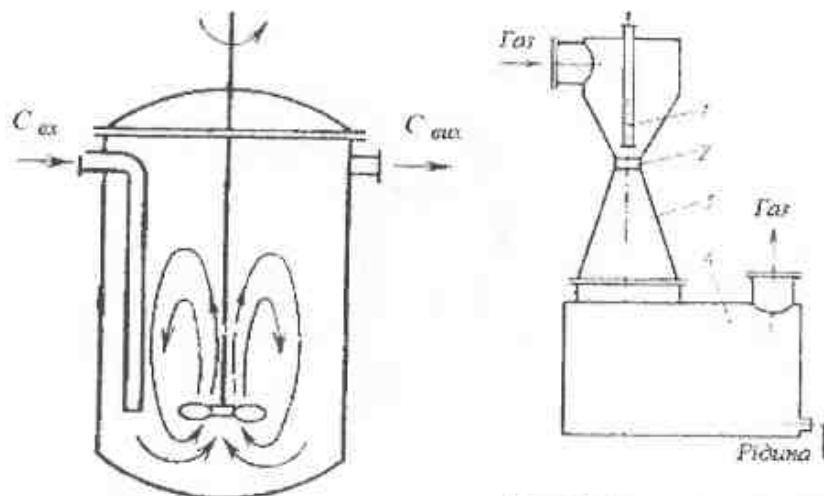


Рис. 2.3 Реактор ідеального змішання (РІЗ) – змішувач з пропелерною мішалкою

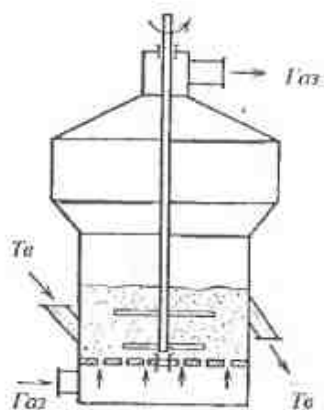


Рис. 2.4 Реактор ідеального змішання (РІЗ) – абсорбер Вентури

Рис. 2.5 Реактор ідеального змішання (РІЗ) – апарат КШ з мішалкою

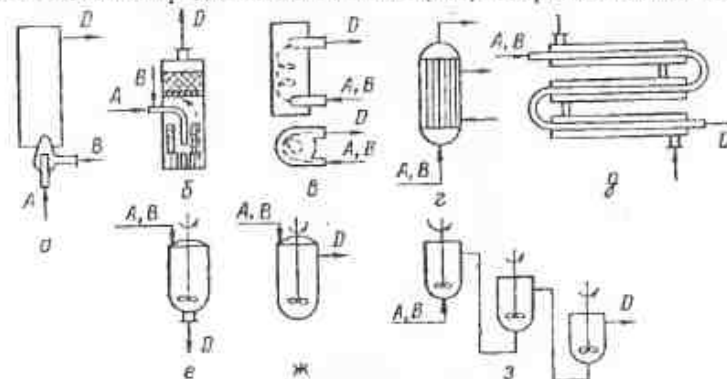


Рис. 2.6 Типи реакторів для гомогенних процесів: газофазних (а-д) і ріднофазних (д-з); а, б – камерні реактори з пальниками (а – режим ідеального витиснення; б – проміжний); в – камерний реактор з сильним перемішуванням, ізотермічний; г, д – трубчасті реактори витиснення, політермічного режиму; е – з – реактори з мішалками, режим повного змішання (е – одиничний періодичної дії; ж – одиничний безперервної дії); з – каскад реакторів); А, В – вихідні реагенти; D – продукти реакції

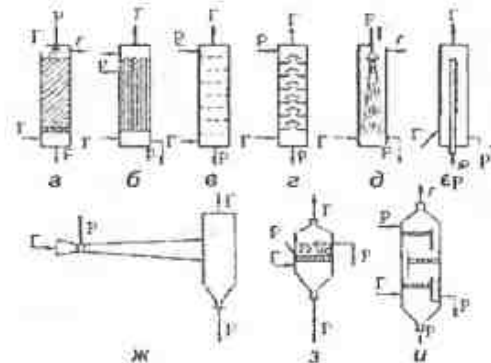


Рис. 2.7 Типи реакторів для гетерогенних процесів з участю газових і рідких реагентів (Г-Р); а, б – колонії пливочні (а – з насадкою, б – трубчастий); в, г – колонії барботажні (в – з сітчастими тарілками, г – з ковпачковими тарілками); д, е – колонії реактори з розбрикуванням рідини (д – порожнистий, е – шкляний); ж – реактор з розпиленням рідини; з, і – піни реактори; Г – газ; Р – рідина

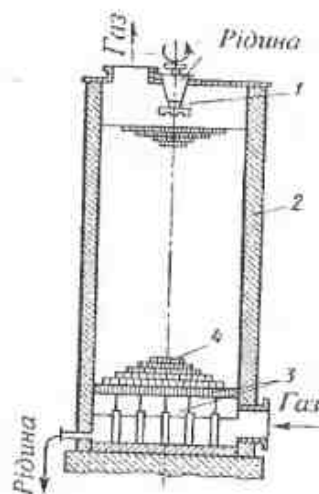


Рис. 2.8. Башта з насадкою: 1 – корпус; 2 – розбризкувач рідини; 3 – колючикова решітка; 4 – насадка (кільця Рашига)

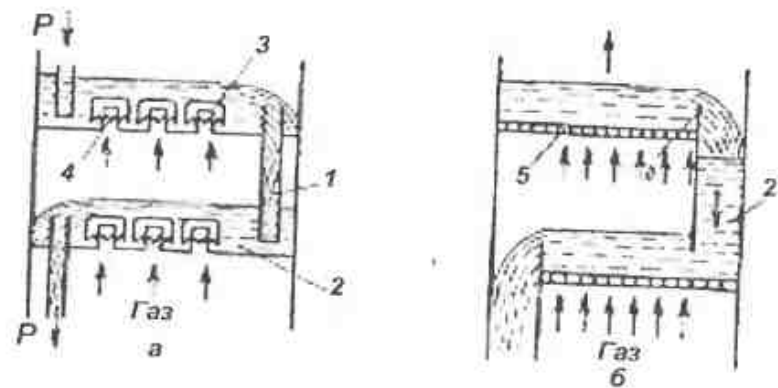


Рис. 2.9. Схема будови барботажного реактора з внутрішніми перегородками (а) і сітчастими тарілками (б): 1 – ковпачкова тарілка; 2 – переливна трубка; 3 – ковпачок; 4 – патрубок для газу; 5 – сітчаста тарілка (решітка); 6 – зливний поріг

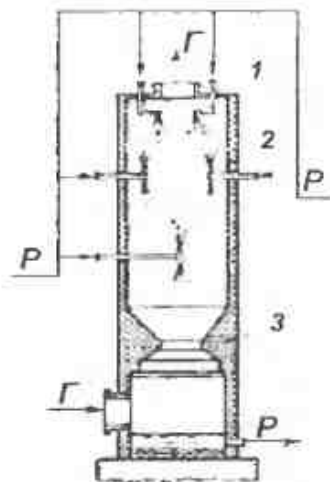


Рис. 2.10. Порожниста башта з розбризкуванням рідини: 1 – корпус; 2 – подвійний розбризкувач рідини; 3 – одинарний розпливочач рідини

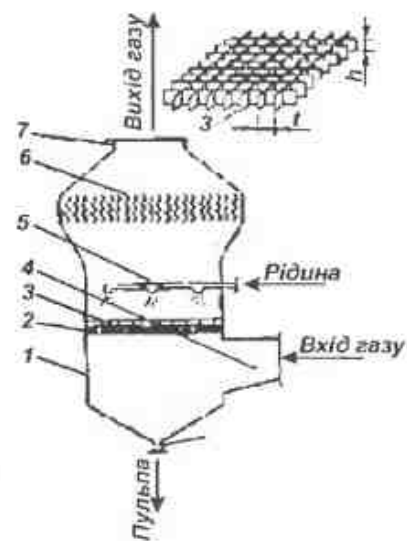


Рис. 2.11. Пінний апарат: 1 – корпус; 2 – решітка; 3 – стабілізатор піни; 4 – вхід газу; 5 – подача рідини; 6 – бризкоуловлювач; 7 – вихід газу; 8 – вихід пульпи

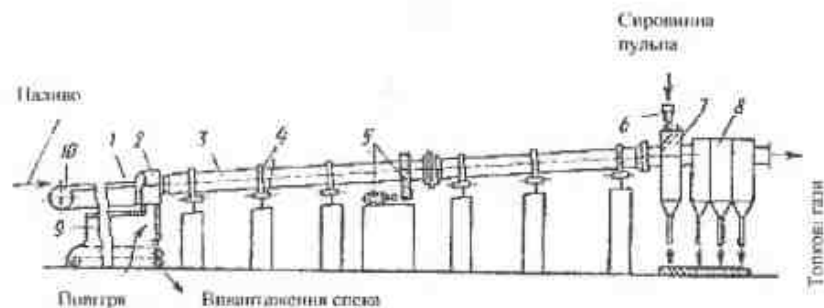


Рис. 2.12. Барабанна піч, що обертається: 1 – паливо; 2 – головка печі; 3 – барабан; 4 – бандаж та опорні ролики; 5 – привід печі; 6 – живильник; 7 – пилоосаджувальна камера; 8 – електрофільтр; 9 – колосникові холодильники слюди; 10 – вентилятор для подачі палива

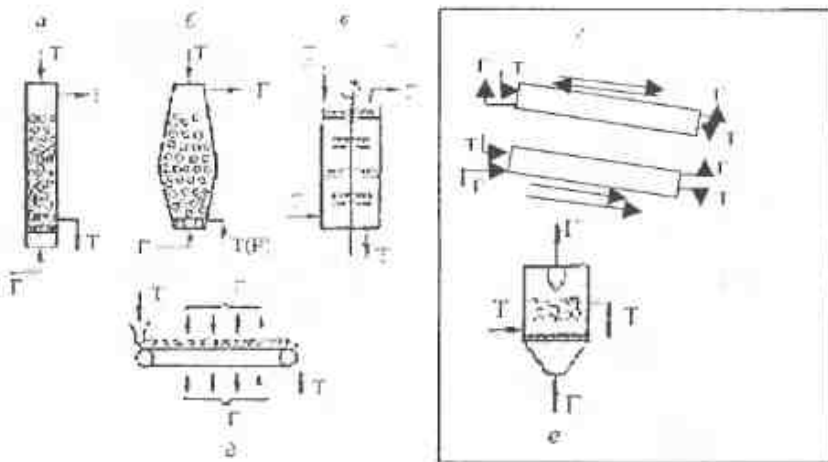


Рис. 2.13. Типи реакторів для процесів з участю газових і твердих реагентів для політермічного (а-д) і ізотермічного (е) режимів: а – протиточний (завантаження та розвантаження твердих матеріалів систематичними порціями); б – протиточний, з рухомою твердою фазою, ідеального витиснення; в – пошійний з механічною мішалкою, ідеального витиснення за газом; г – барабанний з обертаючим корпусом, ідеального витиснення за газом; д – з механічним перемішуванням шару, ідеального витиснення за газом, перехресний струм; е – зі зваженим шаром, перехресний струм

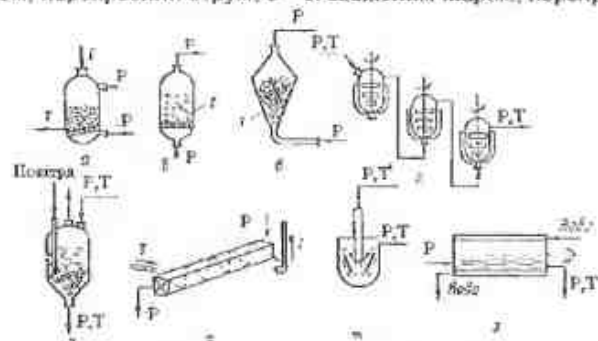


Рис. 2.14. Типи реакторів для процесів з участю твердих і рідких реагентів (Т-Р): а – з фільтруючим шаром твердого реагенту; б, в – реактори зваженого шару (б – зі звичайним зваженим шаром; в – з фонтануючим шаром); г – е – реактори з перемішувачами (г – з механічними мішалками, д – з пневматичним перемішуванням, е – зі шнеком); ж – струйно-циркуляційний змішувач; з – трубчастий реактор; Т – твердий реагент; Р – рідкий реагент



Рис. 2.15. Каталітичний реактор (конвертор) шахтного типу

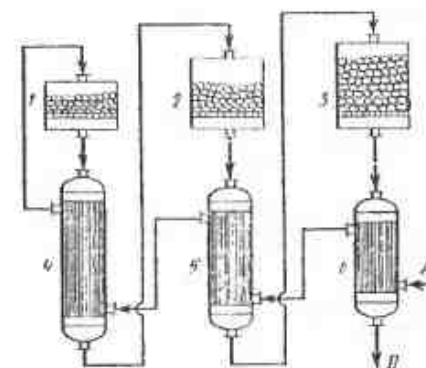


Рис. 2.16. Система контактних апаратів з зовнішніми теплообмінниками: 1, 2, 3 – контактні апарати; 4, 5, 6 – теплообмінники; А – вихідний газ; В – продукти реакції

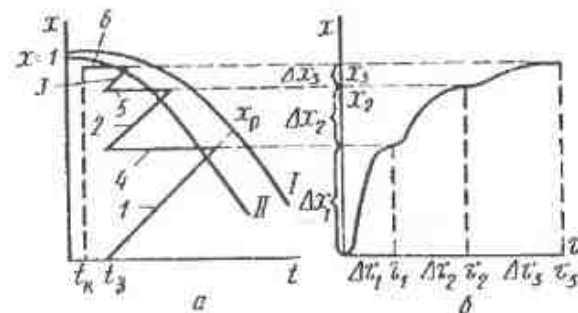


Рис. 2.17. Залежність ступеня перетворення від температури (а) і від часу (б) для трьохступінчастого контактування (для рис. 2.18.): I – рівноважна крива; II – оптимальна крива; 1, 2, 3 – адіабати в шарі ідеального витиснення; 4, 5, 6 – лінії охолодження газу в теплообмінниках; $\Delta X_1 > \Delta X_2 > \Delta X_3$ – ступінь перетворення в апаратах за часом $\Delta t_1 > \Delta t_2 > \Delta t_3$ відповідно апаратам 1, 2, 3 на рис. 2.18; X_1, X_2, X – загальний вихід за час τ_1, τ_2, τ_3

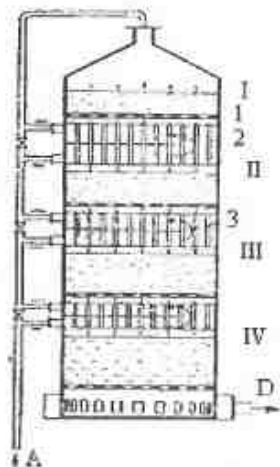


Рис. 2.18. Полічний контактний апарат з теплообмінниками між шарами: 1 – решітка; 2 – теплообмінник; 3 – перегородка; I, II, III, IV – шари каталізатора по ходу газу; А – газ із зовнішнього теплообмінника; D – газ в зовнішній теплообмінник

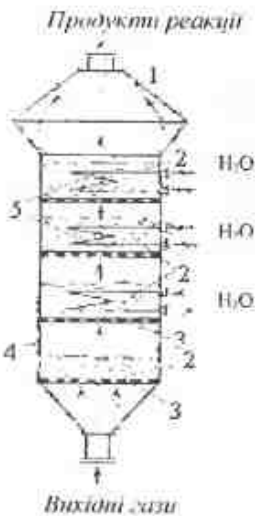


Рис. 2.19. Багатошаровий контактний апарат з киплячими шарами каталізатора: 1 – піролізувач; 2 – зважений шар каталізатора; 3 – газорозподільюча решітка; 4 – корпус апарату; 5 – водяні холодильники (теплообмінники)

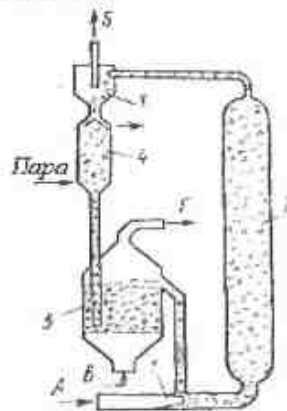


Рис. 2.20. Схема установки каталітичного крекінгу з потоком суспензії пілоподібного каталізатора, який підіймається: 1 – ежектор; 2 – контактний апарат з рухомих каталізатором; 3 – сепаратор; 4 – відпарна ємкість; 5 – регенератор з киплячим шаром каталізатора; А – пара сировини з трубчастої печі; Б – парогазова суміш на ректифікацію; В – повітря; Г – топкові гази в котел-утилізатор

3. СИРОВИННА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ПІДСИСТЕМИ ХТС. ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ



Рис. 3.1. Класифікація хімічної сировини

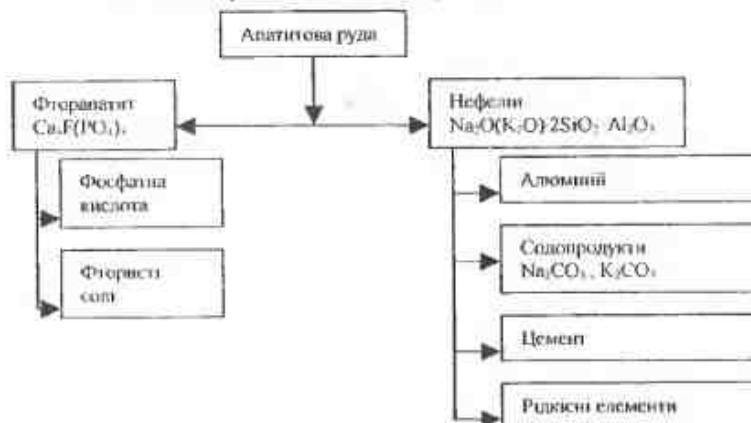


Рис. 3.2. Схема переробки апатитової руди

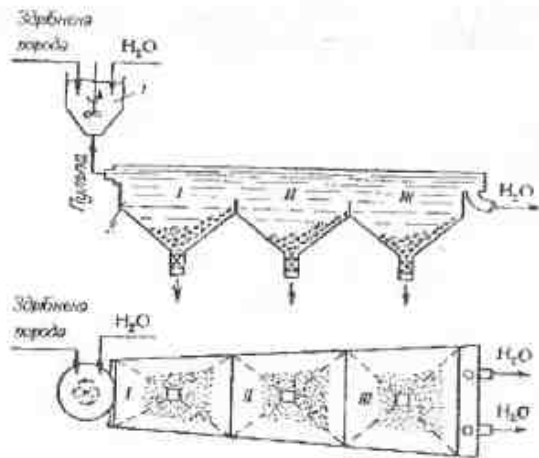


Рис. 3.3. Принципова схема мокрого гравітаційного збагачення:
1 – бак з мішалкою; 2 – осаджувальні камери (I – III)

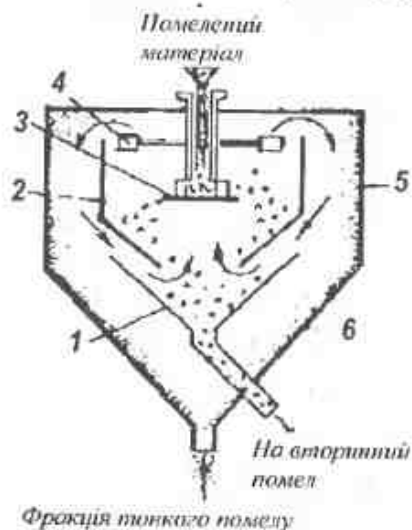


Рис. 3.4. Схема повітряного сепаратора:
1-внутрішній конус; 2-внутрішній циліндр; 3-тарілка; 4-крильчатка вентилятора; 5-зовнішній циліндр; 6-зовнішній конус

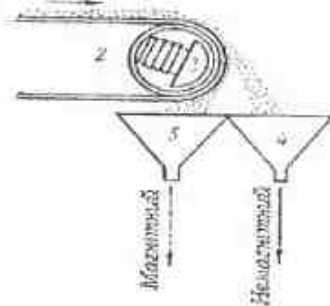


Рис. 3.5. Схема електромагнітного сепаратора:
1 – стрічка транспортера; 2 – барабан транспортера; 3 – електромагніт; 4, 5 – бункери

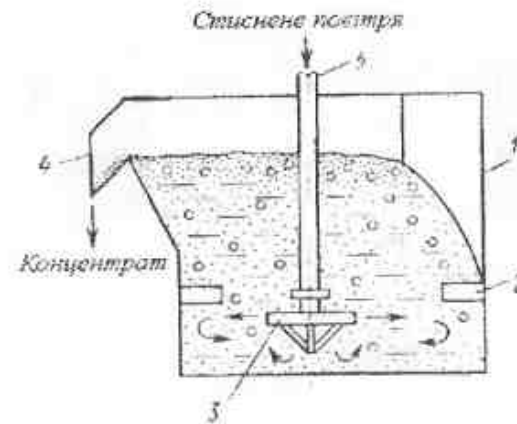


Рис. 3.6. Принципова схема пневмомеханічної флотажної машини ФПМ-6,3 М: 1 – камера машини; 2 – пластинчасті заспокоювачі; 3 – імцелер; 4 – зливний поріг; 5 – порожнистий вал

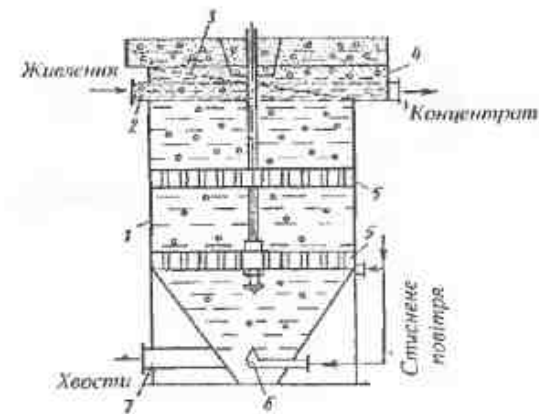


Рис. 3.7. Принципова схема пневмомеханічної флотажної машини ФП-100: 1 – камера машини; 2 – штуцер постачання руди; 3 – піновідбивач; 4 – кільцевий жолоб відводу концентрату; 5 – трубчастий аератор; 6 – нижній аератор; 7 – розвантажувальний пристрій

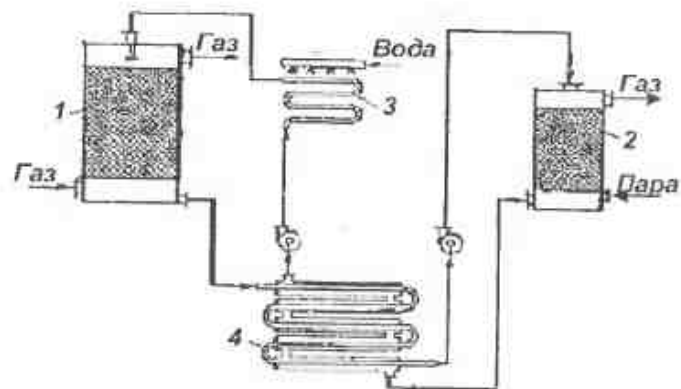


Рис. 3.8. Схема установки для абсорбційно-десорбційного методу розділення газів: 1 — абсорбер; 2 — десорбер; 3 — теплообмінник; 4 — холодильник

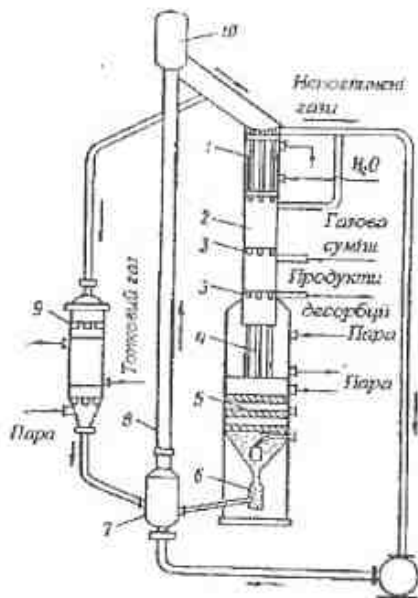


Рис. 3.9. Адсорбер з рухомим шаром сорбенту:
1 — холодильна секція;
2 — адсорбційна секція;
3 — розподільча тарілка;
4 — десорбер;
5 — вивантажувач;
6 — клапан;
7 — башмак;
8 — питійна труба;
9 — регенератор;
10 — бункер

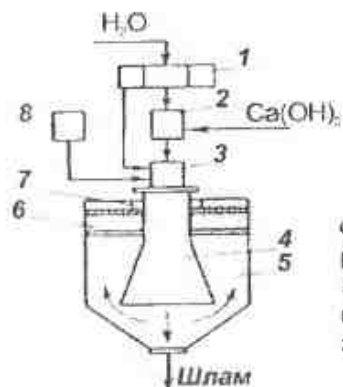


Рис. 3.10. Схема вапняно-содового способу пом'якшення води: 1 — водорозподільувач; 2 — сатуратор; 3 — змішувач; 4 — реакційна камера; 5 — відстійник; 6 — фільтр; 7 — кільцевий жолоб; 8 — дозатор

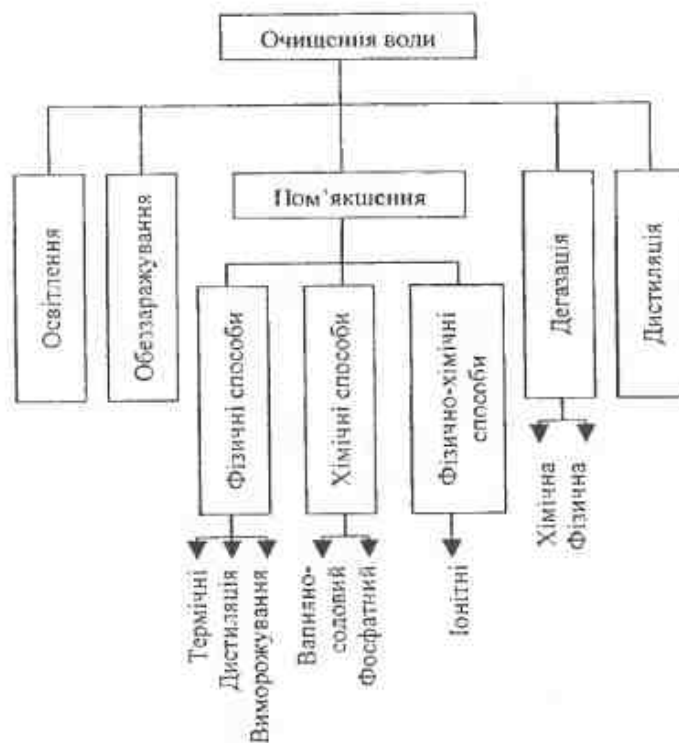


Рис. 3.11. Схема очищення води

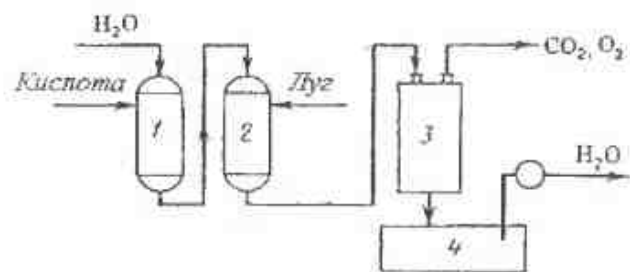


Рис. 3.12. Схема установки для знезалення води іонітами: 1-катионітовий фільтр; 2-аніонітовий фільтр; 3-дегазатор; 4-збірник води

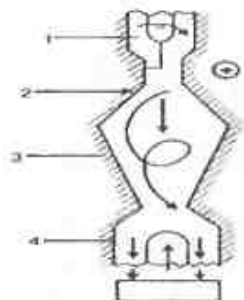


Рис. 3.13. Плазмовий реактор: 1 – плазмотрон; 2 – реактор; 3 – запалювальний пристрій; 4 – вузол уловлювання

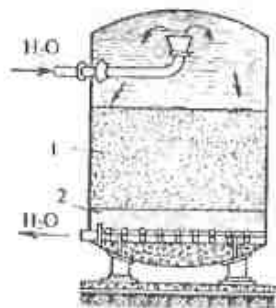


Рис. 3.14. Катионітовий фільтр. 1 – катіоніт, 2 – пісок

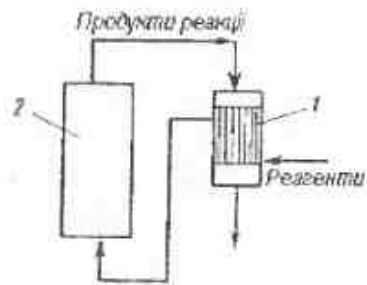
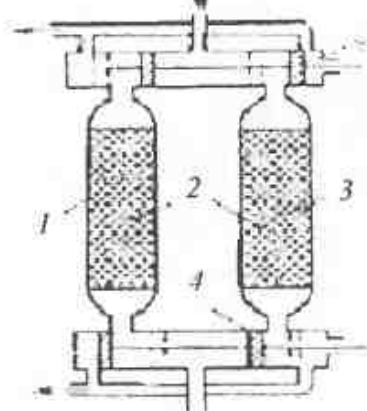


Рис. 3.15. Принцип рекуператії теплоти продуктів реакції або відхідних газів: 1 – теплообмінник; 2 – реакційний апарат

Холодний газ Гарячий газ



Холодний газ Гарячий газ

Рис. 3.16. Принцип роботи регенераторів: 1, 3 – регенератори; 2 – насадка регенератора; 4 – заслінка

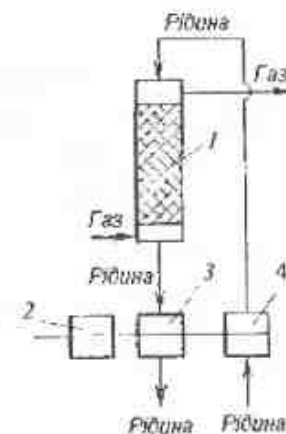


Рис. 3.17. Схема агрегату електродвигун – насос – турбіна: 1 – реактор; 2 – електродвигун; 3 – турбіна; 4 – насос

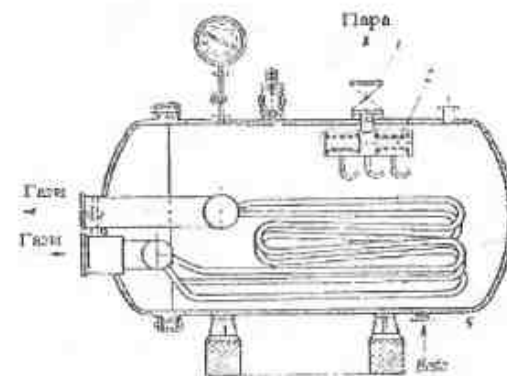


Рис. 3.18. Котел-утилізатор: 1 – вентиль; 2 – вологовідділювач; 3 – корпус; 4 – труби; 5 – штуцер



Рис. 3.19. Класифікація енергетичних ресурсів

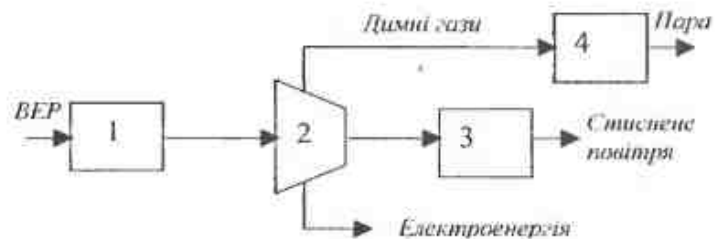
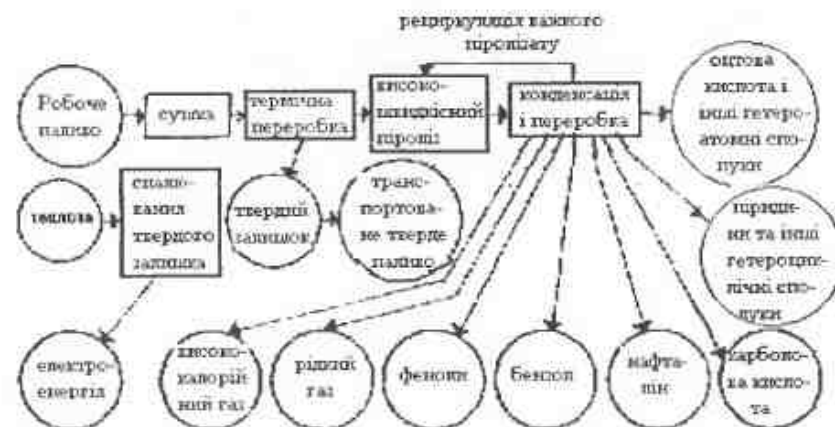
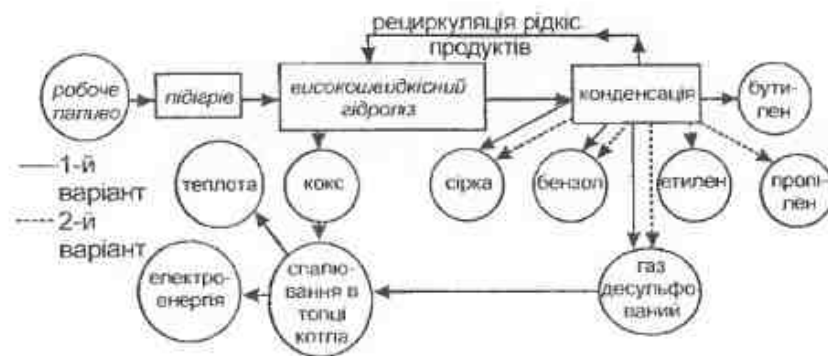


Рис. 3.20. Використання горючих ВЕР в якості палива в схемі з газовою турбіною: 1-топкова камера; 2-газова турбіна; 3-повітряний компресор; 4-парогенератор

1. Тверде паливо



2. Мазут



3. Природний газ

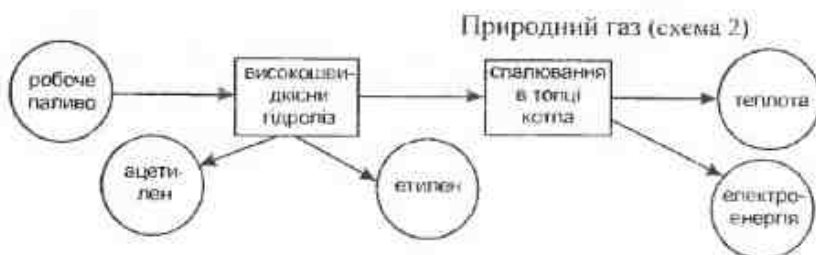
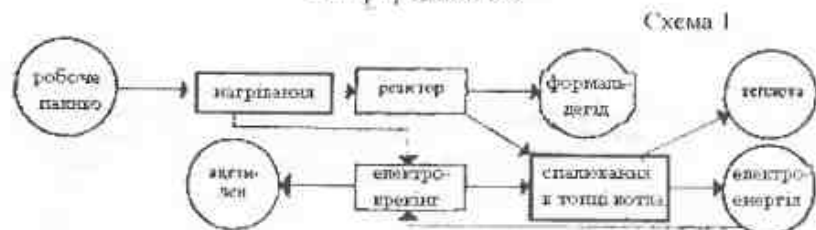


Рис. 3.21. Енерготехнологічні схеми використання палива



Рис. 3.22. Функціональна схема синтезу аміаку

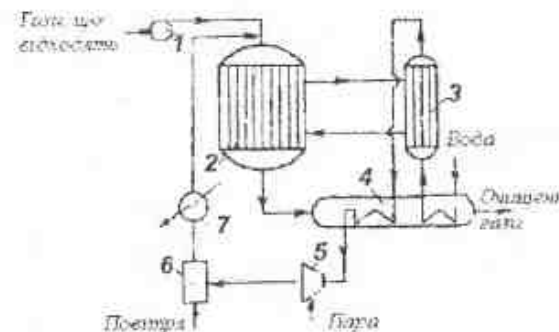


Рис. 3.23. Схема енерготехнологічного агрегату в процесах газозового окиснення вуглеводнів:
1 – газодувка; 2 – реактор; 3 – парогенератор; 4 – газовий теплообмінник; 5 – турбіна з паровим приводом; 6 – повітродувка; 7 – підігрівник повітря

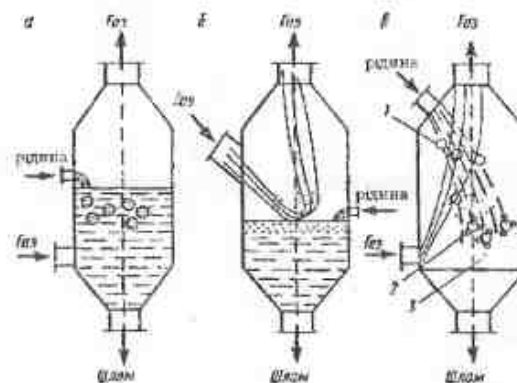


Рис. 3.24. Схеми основних способів мокрого пилоуловлювання:
а-в об'ємі рідини; б-плівками рідини; в-розпилюючою рідиною;
1-пухирці газу; 2-краплі рідини; 3 – тверді частинки



Рис. 3.25. Класифікація промислових забруднень біосфери

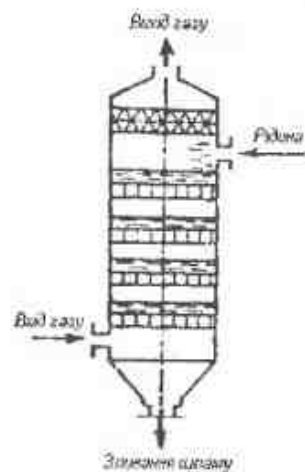


Рис. 3.26. Тарільчастий скрублер

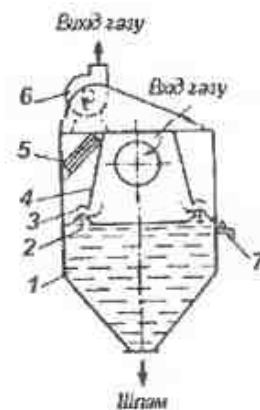


Рис. 3.27. Пилоуловлювач ПВМ:

- 1 – корпус;
- 2, 4 – перегородки;
- 3 – водовідбійник;
- 5 – пилуловлювач;
- 6 – вентилятор вирівнювання рівня води

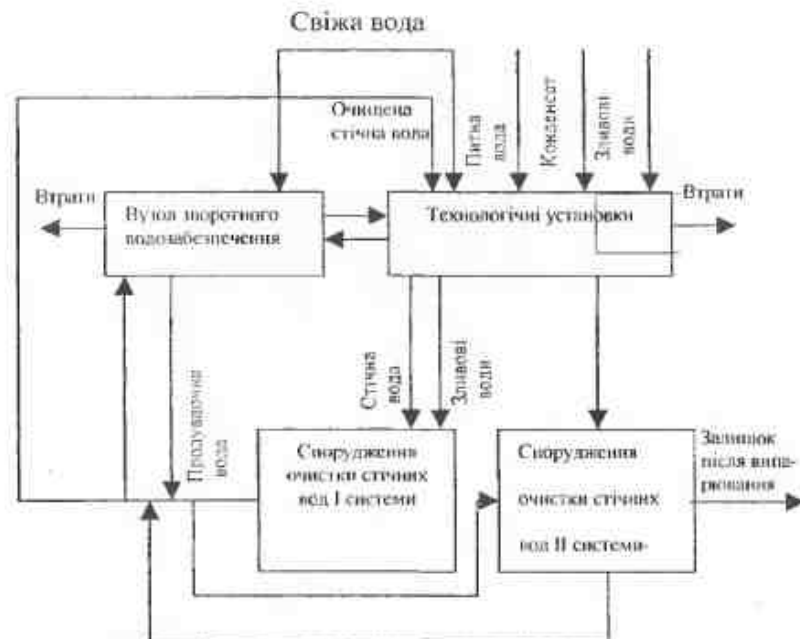


Рис. 3.28. Схема використання води на нафтопереробному заводі без зкидання стічних вод у водоймище

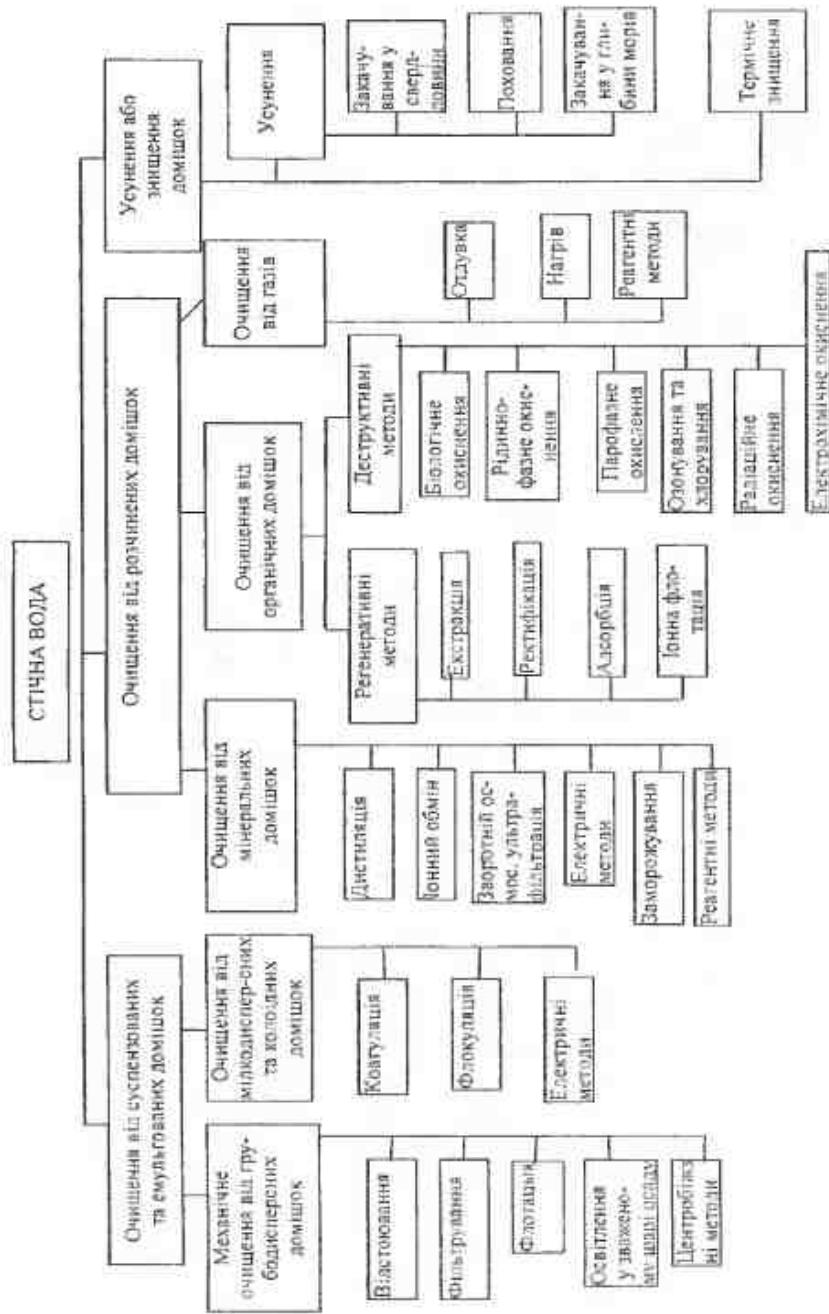
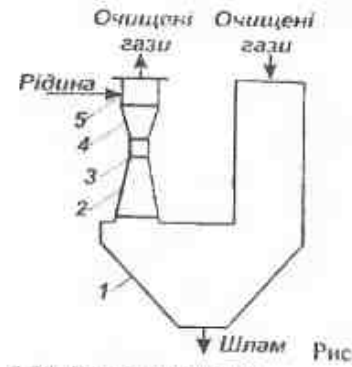
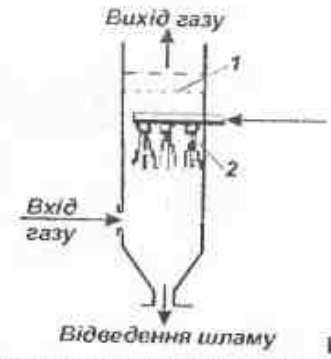


Рис. 3.29. Класифікація основних методів очистки стічних вод



3.30. Скрубер Вентурі.
1 – крапелуловач;
2 – дифузор;
3 – горловина;
4 – конфузор;
5 – пристрій для подачі води



3.31. Порожнистий форсуночний скрубер: 1 – крапелуловач; 2 – форсунки

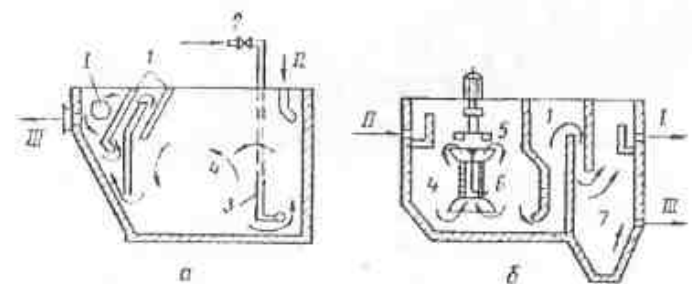


Рис. 3.32. Схема аеротенків-змішувачів з пневматичною аерацією (а) і з механічною аерацією (б): 1 – відділення дегазації; 2 – трубопровід для подачі стислого повітря; 3 – пневматичний аератор; 4 – зона аерації; 5 – механічний відцентровий аератор; 6 – стабілізатор потоку; 7 – зона відстоювання; I – вхід очищеної води; II – стічні води на очищення; III – відведення мулу

4. Виробництво сірчаної і азотної кислот



Рис. 4.1. Застосування сірчаної кислоти

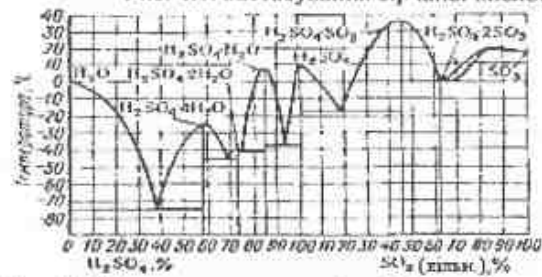


Рис. 4.2. Температура кристалізації сірчаної кислоти



Рис. 4.3. Температура кипіння сірчаної кислоти за атмосферного тиску



Рис. 4.4. Функціональна схема виробництва сірчаної кислоти з колчедану методом одинарного контактування

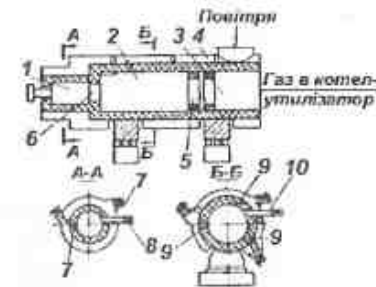


Рис. 4.5. Циклонна піч для випалювання сірки: 1 – форкамера; 2, 3 – камери довицалювання; 4 – повітряний короб; 5, 6 – пережимні кільця; 7, 9 – сопла для подання повітря; 8, 10 – форсунки для подачі сірки

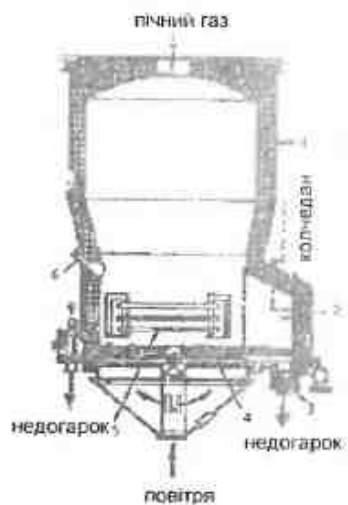


Рис. 4.6. Піч КШ для випалу копчедану:
1 – корпус; 2 – розвантажувальна камера;
3 – бункер для недогарка; 4 – подова плита (решітка); 5 – охолоджувальні елементи;
6 – колектор для подання вторинного повітря

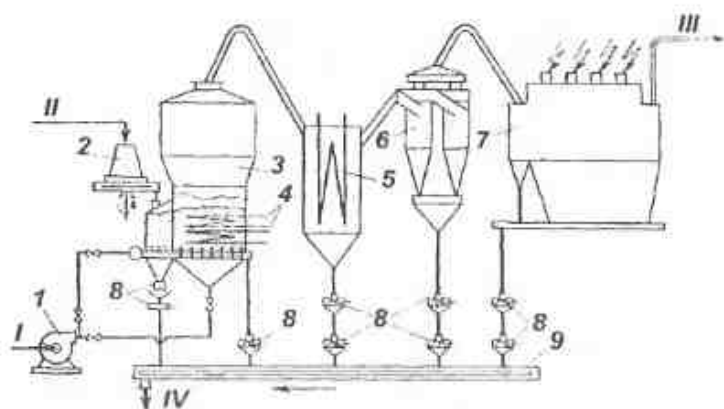


Рис. 4.7. Типова схема випалу копчедану в пічному відділенні сірчанокислотного цеху: 1 – вентилятор; 2 – тарільчастин живильник; 3 – піч КШ; 4 – труби парового котла; 5 – паровий котел-утилізатор теплоти; 6 – блок циклонних пилоуловлювачів; 7 – електрофільтр; 8 – розвантажувальний пристрій для недогарка; 9 – скребковий транспортер; I – повітря; II – копчедан; III – пічний газ на виготовлення сірчаної кислоти; IV – недогарок

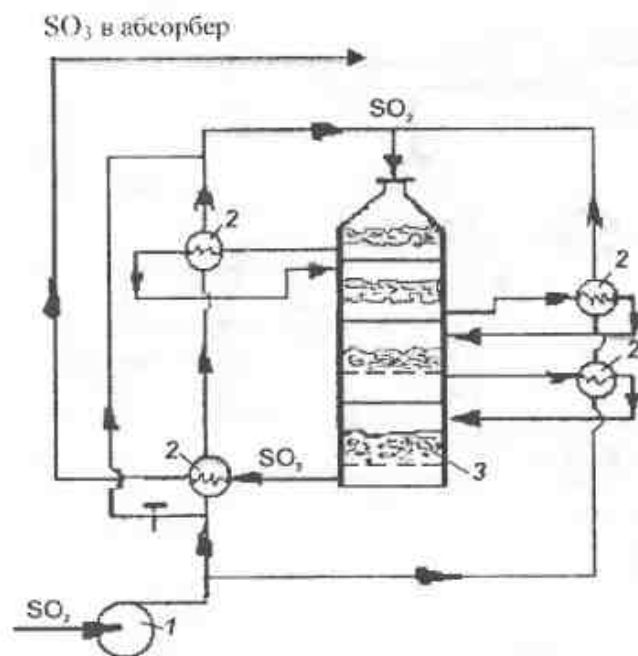


Рис. 4.8. Схема контактної відділення виробництва сірчаної кислоти за методом одинарного контактування: 1 – газодувка; 2 – газові теплообмінники; 3 – контактний апарат

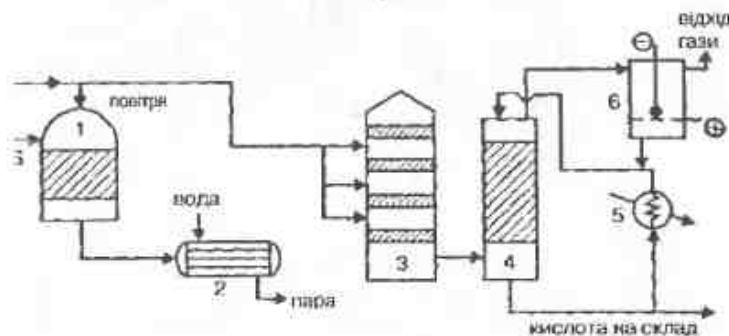


Рис. 4.9. Виробництво сірчаної кислоти з сірководню: 1 – піч з вогнетривкою насадкою; 2 – котел-утилізатор; 3 – контактний апарат; 4 – багша-конденсатор; 5 – холодильник; 6 – електрофільтр

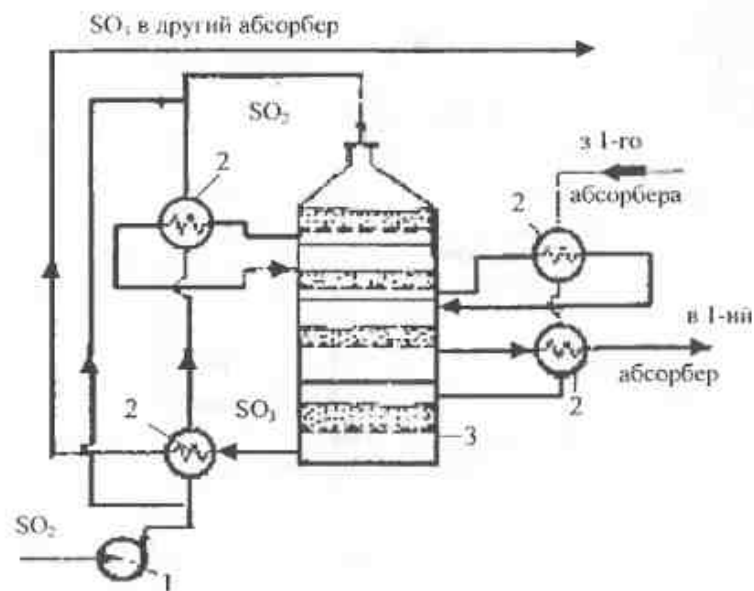


Рис. 4.10. Контактне відділення виробництва сірчаної кислоти за схемою ПКПА: 1 – газодувка; 2 – газові теплообмінники; 3 – контактний апарат

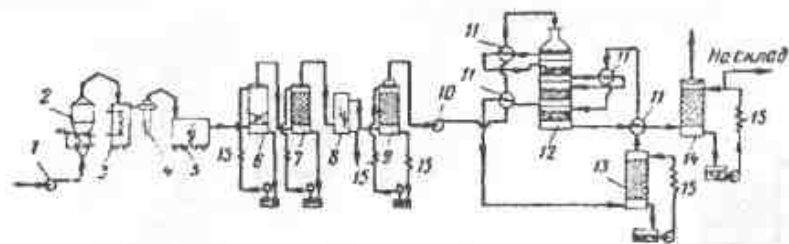


Рис. 4.11. Технологічна схема виробництва сірчаної кислоти з колчелану за методом ПКПА: 1,10 – нагінтач; 2 – піч КШ; 3 – котел-утилізатор; 4 – циклон; 5 – сухий електрофільтр; 6,7 – 1-а та 2-а промивні башти; 8 – мокрий електрофільтр; 9 – сушильні башти; 11 – теплообмінники; 12 – контактний апарат; 13, 14 – моногідратні абсорбери; 15 – холодильники кислоти

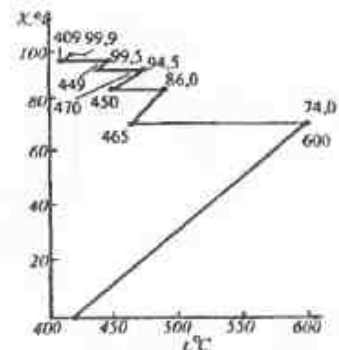


Рис. 4.12. Схема окиснення SO_2 повітрям в п'ятишаровому адіабатичному реакторі за методом ПКПА

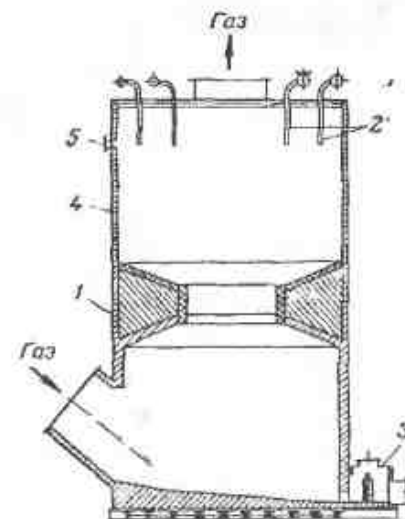


Рис. 4.13. Перша промивна башта: 1 – корпус; 2 – розбризкувачі кислоти; 3 – коробка з штуцером для відводу кислоти; 4 – футеровка; 5 – скло для спостережень

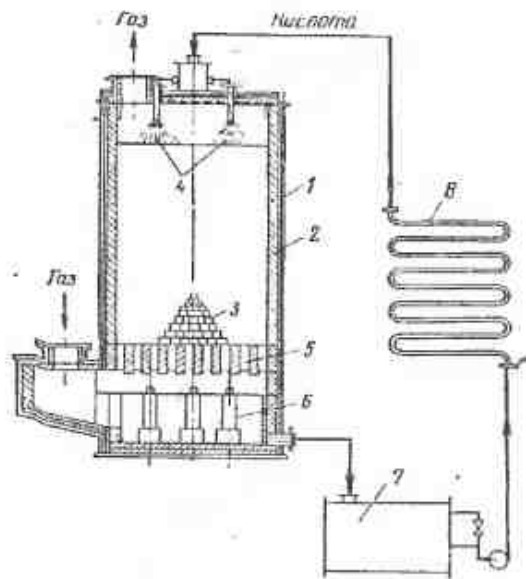


Рис. 4.14. Друга промислова башта: 1 — корпус; 2 — футеровка; 3 — насадка (кілля Рашига); 4 — розбризкувачі; 5—решітчасті стовпчики; 7 — збірник кислоти; 8 — холодильник

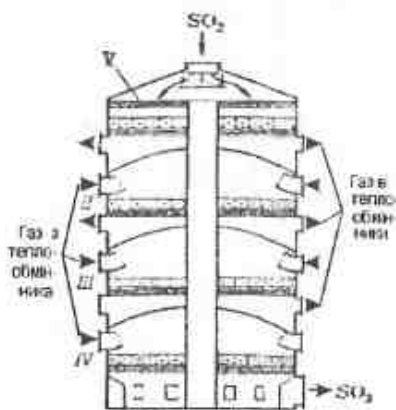


Рис. 4.15. Контактний апарат с вносними теплообмінниками потужністю 1000 т/доб: 1—IV — шари контактної маси; V — шар кварцу

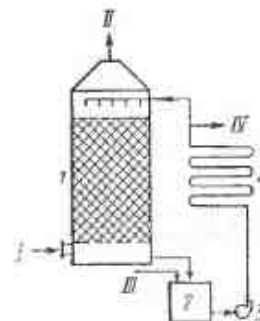


Рис. 4.16. Схема циркуляції кислоти: 1 — башта з насадкою; 2 — збірник кислоти; 3 — доцентровий насос; 4 — холодильник; I — вхід газу; II — вихід газу; III — живильна кислота; IV — кислота-продукт

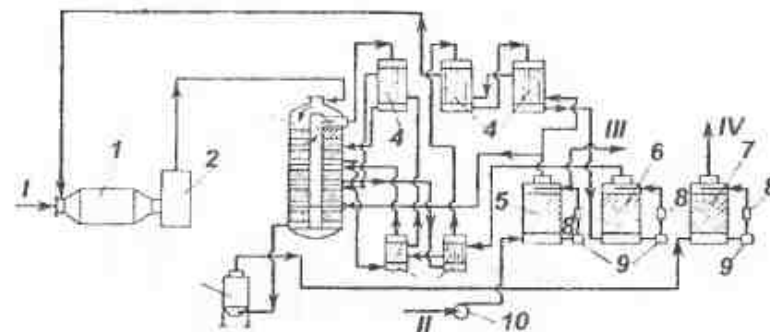


Рис. 4.17. Схема виробництва сірчанної кислоти з сірки: 1 — піч спалювання; 2 — паровий котел; 3 — контактний апарат; 4 — теплообмінник; 5 — сушильна башта; 6, 7 — моногідратні абсорбери; 8 — холодильники кислоти; 9 — збірники кислоти; 10 — повітрорудка; 11 — економайзер; I — сірка; II — повітря; III — кислота; IV — викидний газ в атмосферу

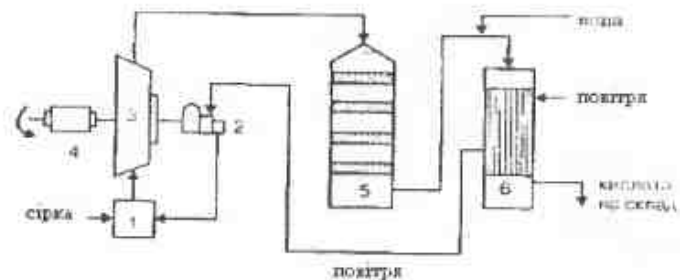


Рис. 4.18. Енерготехнологічна схема виробництва сірчаної кислоти з сірки: 1 – камера спалювання сірки; 2 – компресор повітря; 3 – теплова турбіна; 4 – генератор; 5 – контактний апарат; 6 – конденсатор

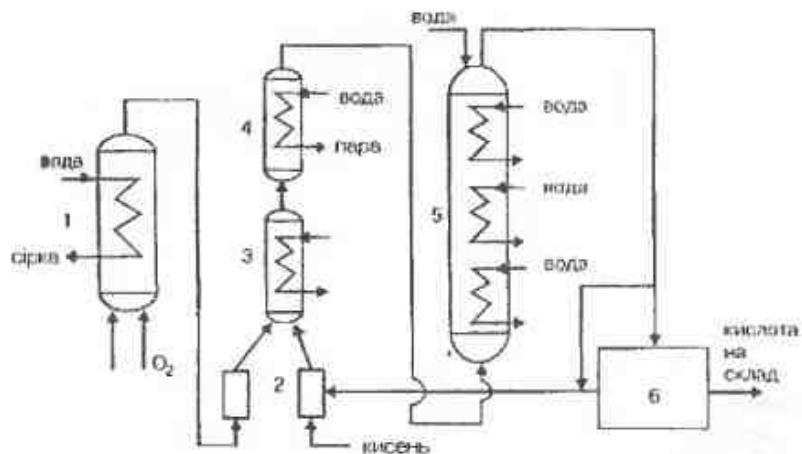


Рис. 4.19. Схема виробництва сірчаної кислоти з сірки під тиском: 1 – піч для спалювання сірки; 2 – інжектори; 3 – контактний апарат КШ; 4 – охолоджувач КШ; 5 – рідинний абсорбер; 6 – хвостова установка

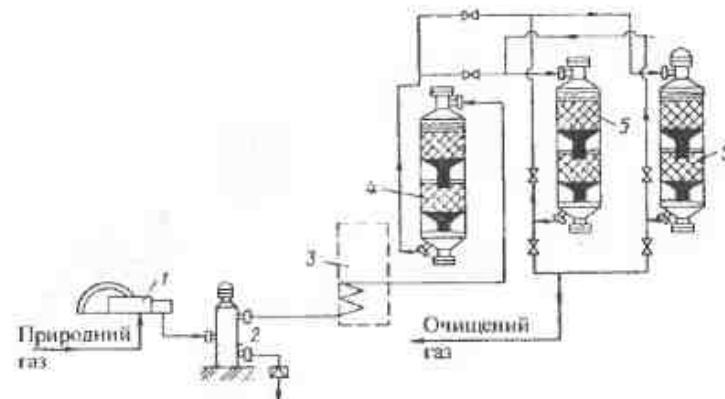


Рис. 4.20. Схема двохступінчастої очистки природного газу: 1 – газовий компресор; 2 – сепаратор; 3 – підігрівник; 4 – обладнання гідрування; 5 – адсорбер з цинковим поглиначем

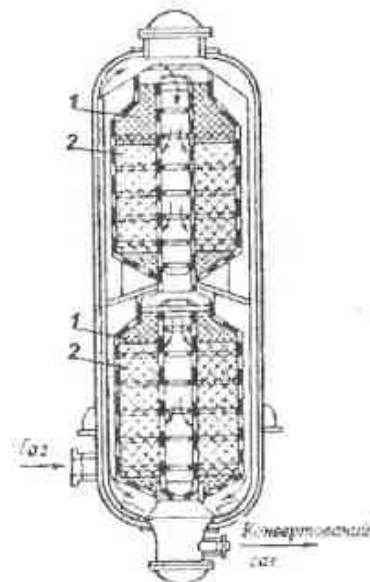


Рис. 4.21. Радіальний конвертор оксиду вуглецю (II), який працює під тиском 2,0 МПа: 1 – основні шари каталізатора; 2 – запасні шари каталізатора

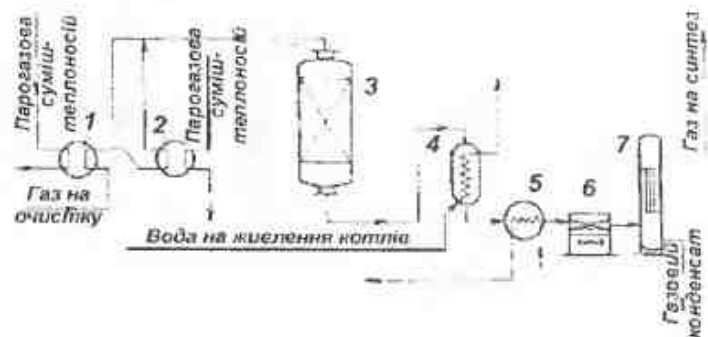


Рис. 4.22. Схема установки каталітичного гідрювання
1, 2 – теплообмінники; 3 – метанатор; 4, 5 – підігрівники води;
6 – повітряний холодильник; 7 – вологовіддільник

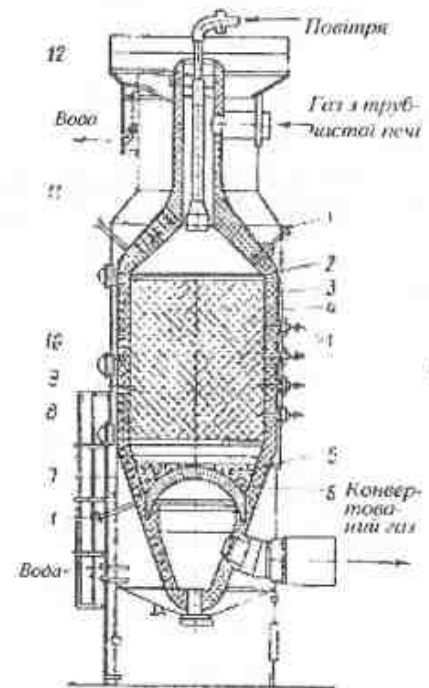


Рис. 4.23. Шахтний конвертор метану (конвертор оксиду вуглецю II ступеня): 1 – термопары; 2 – захисний шар; 3 – корпус; 4 – водяна сорочка; 5 – шари з глинозему; 6 – склепіння; 7 – спора; 8 – сходи; 9 – каталізатор; 10 – футеровка; 11 – змішувальна камера; 12 – верхня площадка для обслуговування

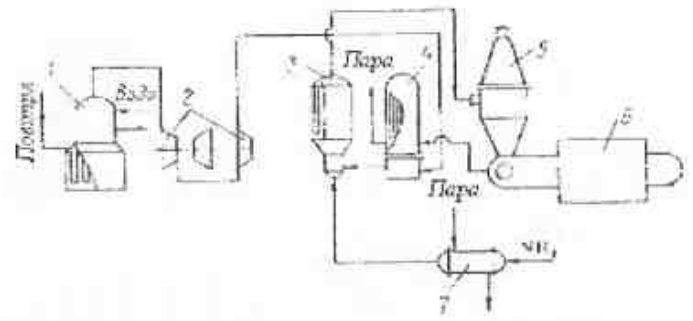


Рис. 4.24. Схема агрегату окиснення аміаку: 1 – фільтр; 2 – турбокомпресор; 3 – змішувач з фільтром тонкої очистки; 4 – підігрівник повітря; 5 – контактний апарат; 6 – котел-утилізатор; 7 – підігрівник аміаку

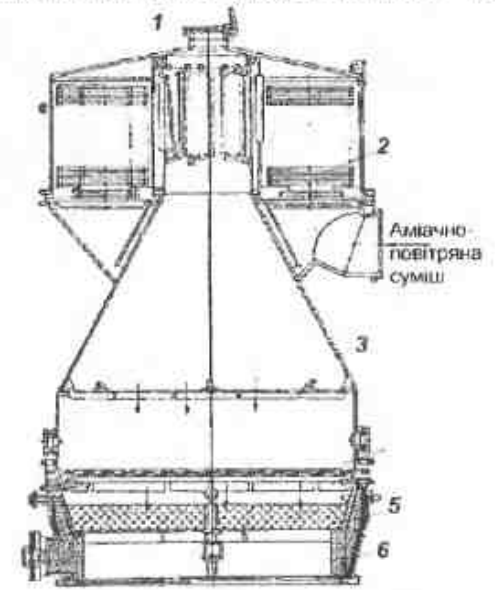


Рис. 4.25. Контактний апарат, сумісний з картонним фільтром: 1 – аварійна мембрана; 2 – картонні фільтри; 3 – розподільча решітка; 4 – каталізаторні сітки; 5 – шар кілець; 6 – жаростійка футеровка

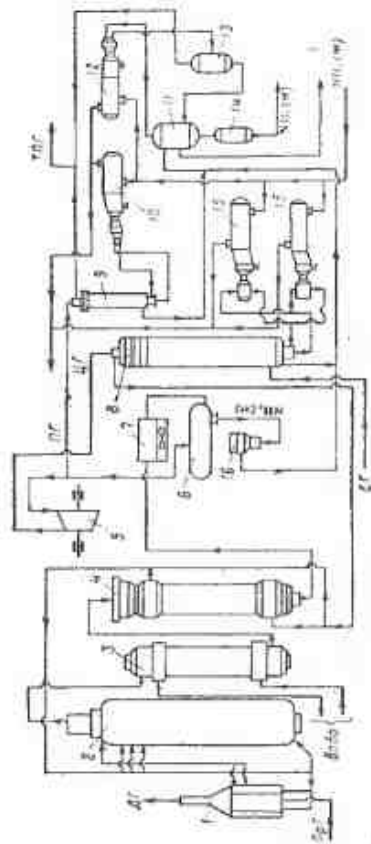


Рис. 4.26. Технологічна схема блоку синтезу аміаку агрегату потужністю 1360 т/добу: 1 – підігрівник газу; 2 – колона синтезу аміаку; 3 – підігрівник води; 4 – вивносний теплообмінник; 5 – циркуляційне колесо компресора; 6 – сепаратор рідкого аміаку; 7 – блок апарата повітряного охолодження; 8 – конденсаційна колона; 9 – конденсаційна колона продуктивних газів; 10 – випарник рідкого аміаку на лінії продуктивних газів; 11 – збірник рідкого аміаку; 12 – випарник рідкого аміаку на лінії танкових газів; 13 – сепаратор; 14 – проміжна дренажна сміть; 15 – випарник рідкого аміаку; 16 – магнітний фільтр

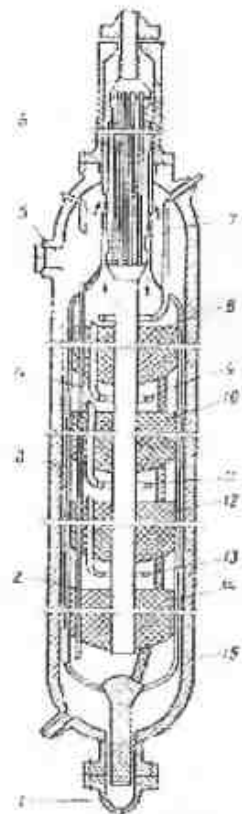


Рис. 4.27. Чотирьохколонна колона синтезу аміаку агрегату потужністю 1360 т/добу: 1 – люк для вивантажування каталізатора; 2 – центральна труба; 3 – корпус каталізаторної коробки; 4 – термонарний чохол; 5 – завантажувальний люк; 6 – теплообмінник; 7, 9, 11, 13 – введення байпасного газу; 8, 10, 12, 14 – каталізаторні шари; 15 – корпус колони

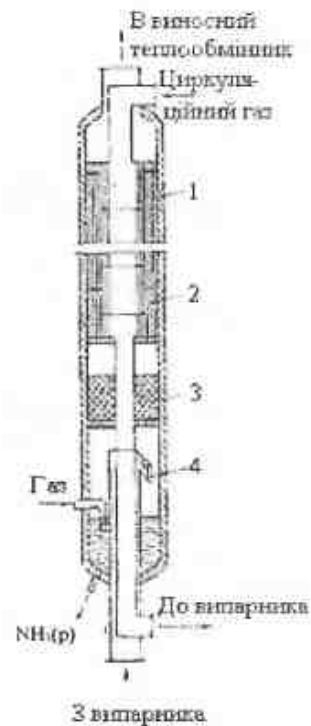


Рис. 4.28. Конденсаційна колона: 1 – корпус; 2 – теплообмінник; 3 – відбійник; 4 – сепаратійний пристрій

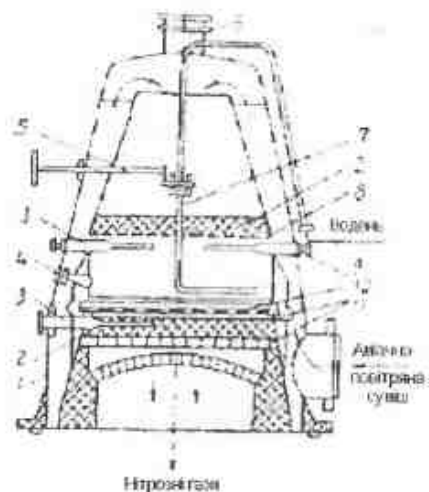


Рис. 4.29. Контактний апарат: 1 – корпус; 2 – кільця Рашига; 3 – термометр; 4 – оглядове вікно; 5 – поворотний механізм; 6 – підризна пластина; 7 – трубка для розігріву каталізатора; 8 – розподільча решітка; 9 – пробовідбірник; 10 – каталізаторні сітки; 11 – колосники

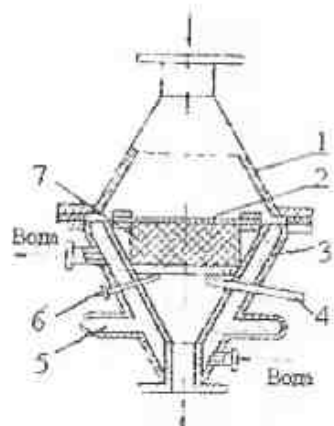


Рис. 4.30. Контактний апарат з двохступінчастим каталізатором, який працює під тиском 0,54 МПа: 1 – верхній конус; 2 – платинова сітка; 3 – нижній конус; 4 – трубка для відбору проб; 5 – водяна сорочка; 6 – термометр; 7 – не платиновий каталізатор.

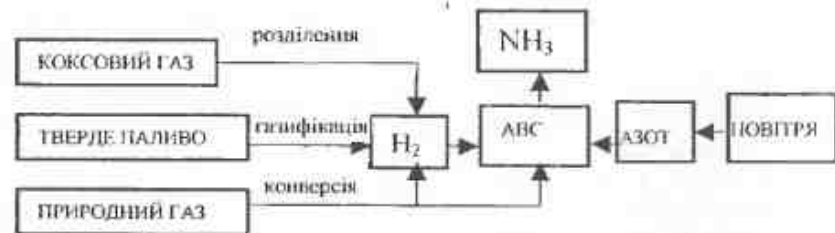


Рис. 4.31. Сировинні ресурси виробництва аміаку

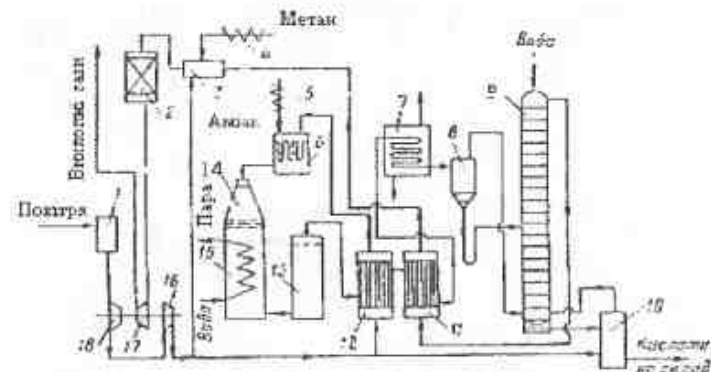


Рис. 4.32. Схема виробництва нітратної кислоти під тиском 0,716 МПа з приводом компресора від газової турбіни: 1 – фільтр повітря; 2 – реактор каталітичної очистки; 3 – топковий пристрій; 4 – підігрівник метану; 5 – підігрівник аміаку; 6 – змішувач аміаку та повітря з поролітовим фільтром; 7 – холодильник-конденсатор; 8 – сепаратор; 9 – абсорбційна колона; 10 – продувня колона; 11 – підігрівник відхідних газів; 12 – підігрівник повітря; 13 – башта для окиснення нітрозних газів; 14 – контактний апарат; 15 – котел-утилізатор; 16, 18 – двохступінчастий турбокомпресор; 17 – газова турбіна.

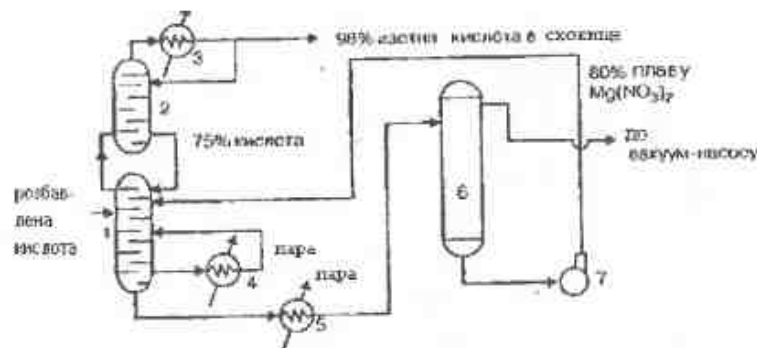


Рис. 4.33. Технологічна схема концентрування нітратної кислоти за допомогою нітрату магнію: 1 – відпарна колона; 2 – дистильційна колона; 3 – холодильник-конденсатор; 4, 5 – нагрівники; 6 – вакуум-витарник; 7 – насос.

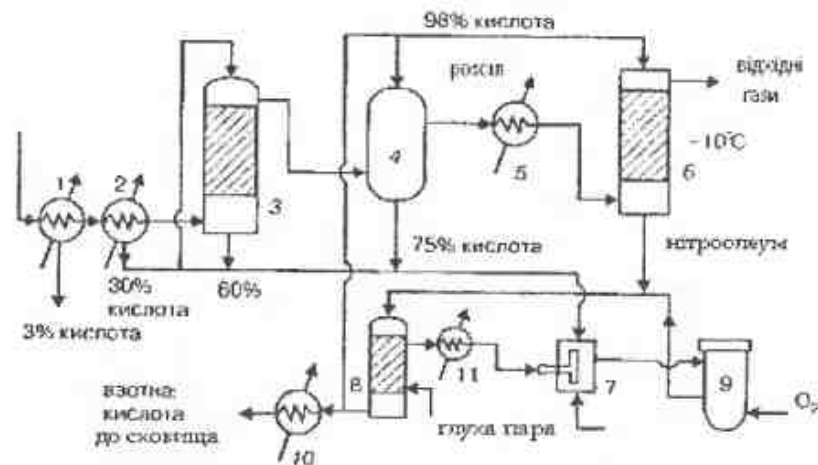


Рис. 4.34. Технологічна схема виробництва концентрованої нітратної кислоти прямим синтезом: 1 – швидкоплинний холодильник; 2 – холодильник; 3 – окиснювальна банда; 4 – доокисник; 5 – розсільний холодильник; 6 – абсорбційна колона; 7 – змішувач; 8 – відбілююча колона; 9 – автоклав; 10 – холодильник; 11 – холодильник-конденсатор

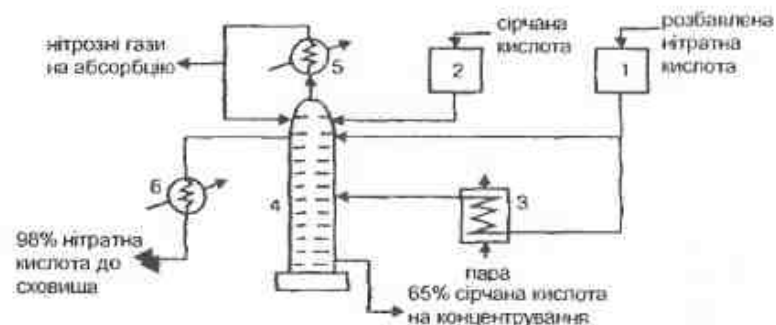


Рис. 4.35. Технологічна схема концентрування HNO_3 за допомогою сірчаної кислоти: 1 – бак розведеної азотної кислоти; 2 – бак сірчаної кислоти; 3 – теплообмінник азотної кислоти; 4 – концентраційна колона; 5 – холодильник-концентратор; 6 – холодильник концентрованої азотної кислоти

5. Виробництво екстракційної фосфорної кислоти (ЕФК) і фосфорних добрив

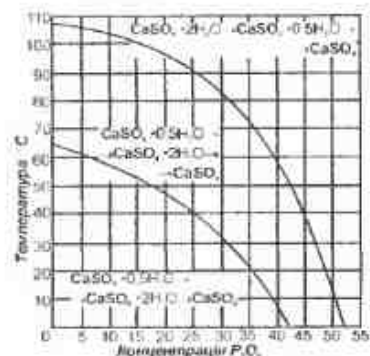


Рис. 5.1. Ізотерми розчинності сульфату кальцію в фосфорній кислоті при 80°C: А – ангідрит; П – напівгідрат; Г – гідрат

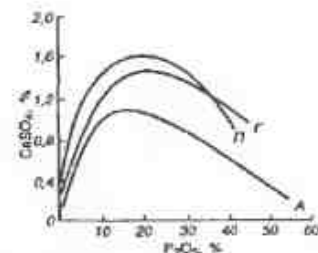


Рис. 5.2. Схема перетворень кристалогідратів сульфату кальцію в розчинах фосфорної кислоти

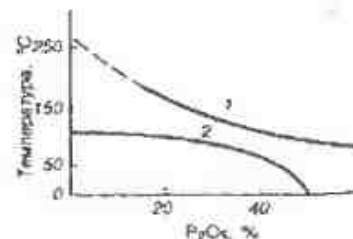


Рис. 5.3. Вплив температури і вмісту P_2O_5 у розчині на практичну гідратованість відділяемого осаду сульфату кальцію

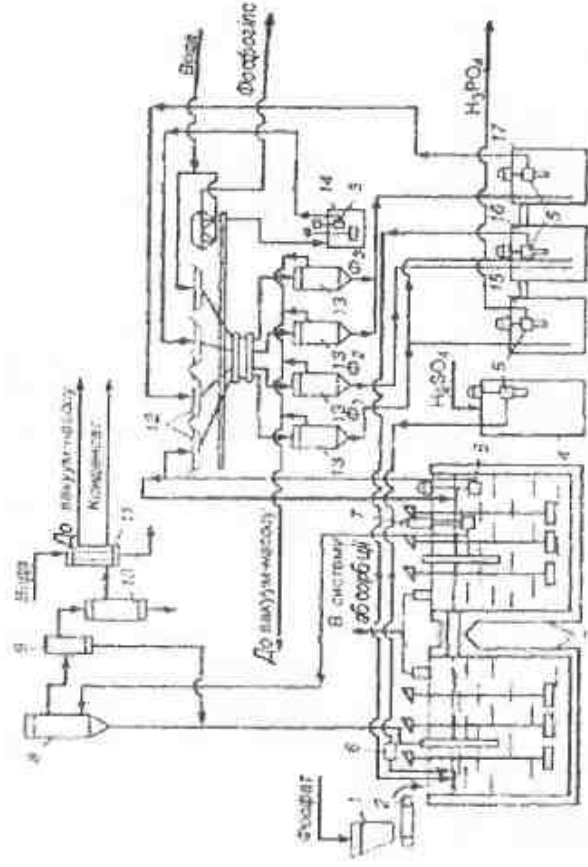


Рис. 5.4. Схема виробництва екстракційної фосфорної кислоти дигідратним способом;

1—бункер фосфатної сировини; 2—дозатор; 3—двоступінчастий екстрактор; 4—збірник сірчаної кислоти; 5—заглиблений насос; 6—виротомір сірчаної кислоти; 7—заглиблений насос (циркуляційний); 8—випарник; 9—бризкоуловлювач; 10—конденсатор; 11—барботажний нейтралізатор; 12—лотки карусельного вакуум-фільтру; 13—рессивери (сепаратори); 14—проміжний суспензій—після регенерації фільтрувальної тканини; 15, 16, 17—барометричні для першого (основного) фільтрату (15), для оборотної фосфорної кислоти (16), для промивного фільтрату (17)

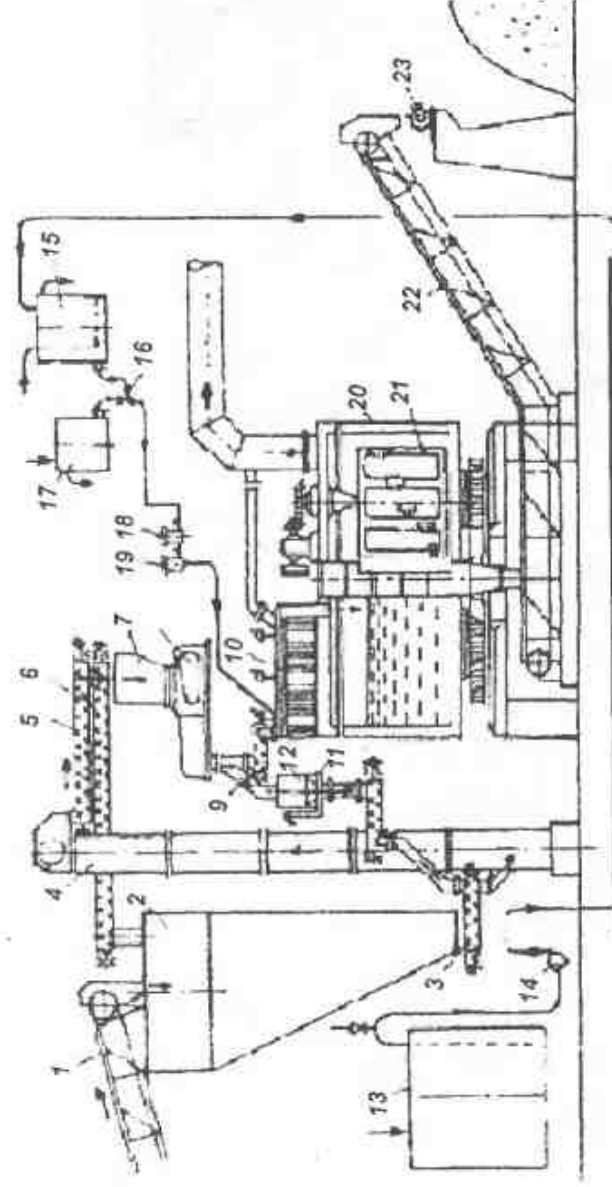


Рис. 5.5. Схема отримання простого суперфосфату: 1—транспортер для апатитового концентрату (фосфориту); 2—бункер; 3—шнековий живильник; 4—ковшовий елеватор; 5, 6—шнеки; 9—зворотний шнек для апатитового концентрату; 7—бункер дозатора; 8—дозатор; 10—змішувач; 11—контрольні ваги; 12—бункер контрольних ваг; 13—збірник сірчаної кислоти; 14—відцентровий насос; 15—напірний для кислоти; 16—кислотний змішувач; 17—напірний для води; 18—шлинний витратомір кислоти; 19—концентратомір для кислоти; 20—суперфосфатна камера; 21—фрезер; 22—транспортер камерного суперфосфату; 23—розкидач суперфосфату на склад

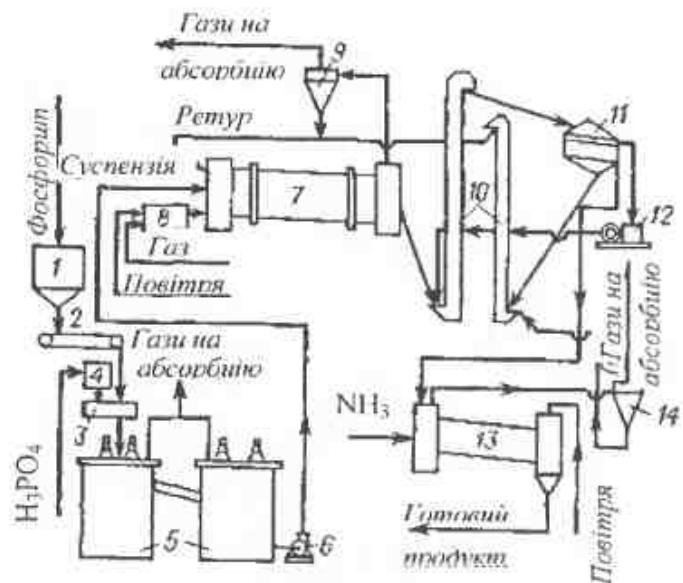


Рис. 5.6. Поточная схема получения гранулированного двойного суперфосфата из фосфоритного и неупареной экстракционной фосфорной кислоты: 1—бункер для фосфорита; 2—стричковый вагонный дозатор; 3—змішувач; 4—дозатор фосфорної кислоти; 5—реактори; 6—відцентровий насос; 7—апарат БГС; 8—толка; 9, 14—циклоны; 10—елеватори; 11—грохит; 12—дробарка; 13—амонізатор; 14—циклон

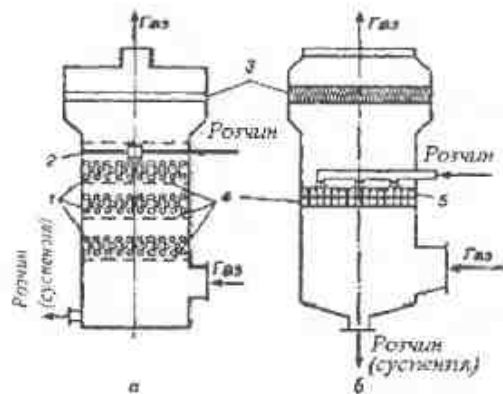


Рис. 5.7. Схемы пінних абсорберів з кульовою насадкою (а) із стабілізатором (б): 1—шар куль; 2—зрошувальний пристрій (розпилювач); 3—бризкоуловлювач; 4—рештки; 5—стабілізатор пінного шару

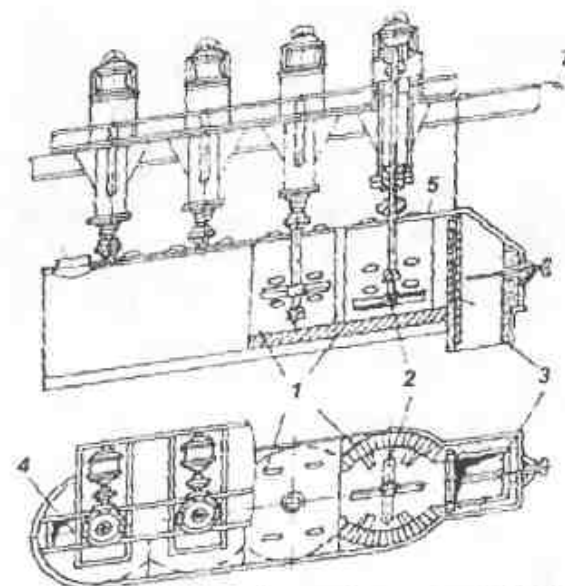


Рис. 5.8. Чотирьохкамерний змішувач: 1—камери, що сполучені; 2—мішалки; 3—переливна коробки; 4—вхідний отвір; 5—кришка, яка знімається; 6—чугунний шибер; 7—трос ручної лебідки для підняття і опускання шибера

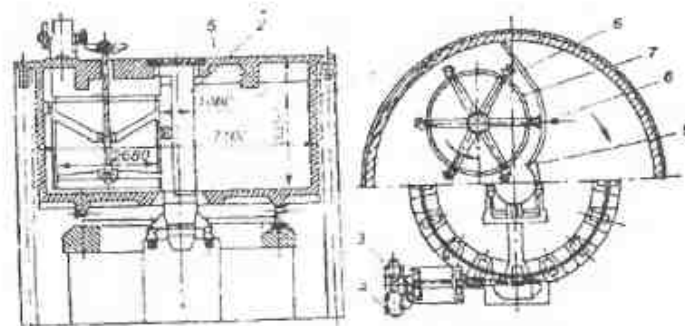


Рис. 5.9. Безперечно діюча суперфосфатна камера: 1—циліндричний корпус камери; 2—центральна труба; 3—електродвигун; 4—редуктор; 5—кришка камери; 6—перегородки; 7—фрезер; 8—отвір для подачі суспензії; 9—ексцентрик

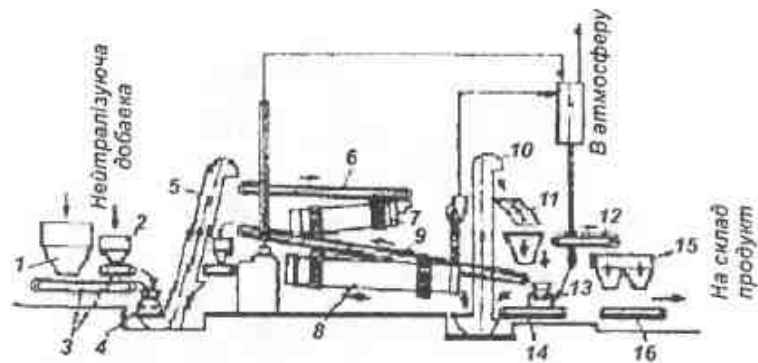


Рис. 5.10. Схема отримання гранульованого суперфосфату:
 1—бункер суперфосфату; 2—бункер нейтралізуючої добавки; 3—стрічкові живильники; 4—дробарка; 5, 10—елеватори; 6—транспортер; 7—гранулятор; 8—барабанна сушарка; 9—транспортер ретурту; 11—грохит; 12—транспортер цільового продукту; 13—дробарка; 14, 16—транспортери; 15—бункери цільового продукту

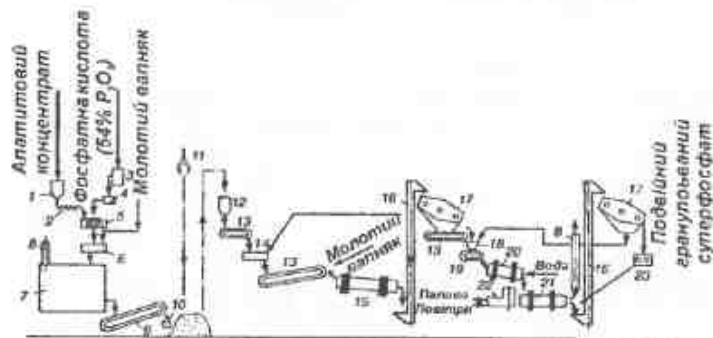


Рис. 5.11. Схема одержання гранульованого подвійного суперфосфату з апатитового концентрату камерним способом:
 1—бункер; 2—дозатор; 3—збірник H_3PO_4 ; 4—вигратомір; 5—змішувач; 6—шнековий змішувач; 7—суперфосфатна камера; 8—газопровід; 9—стрічковий транспортер; 10—розкидувач; 11—грейферний кран; 12—бункер для подвійного суперфосфату; 13—стрічковий транспортер; 14—дезінтегратор; 15—барабанний нейтралізатор; 16—елеватор; 17—грохит; 18—бункер; 19—стрічковий живильник; 20—гранулятор; 21—барабанна сушарка; 22—гопка; 23—дробарка

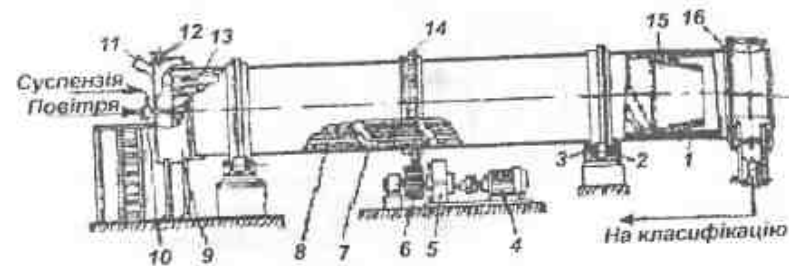


Рис. 5.12. Барабанний гранулятор - сушарка (БГС):
 1—корпус барабана, що обертається; 2—опорний ролик; 3—упорний ролик; 4—електродвигун; 5—редуктор; 6—шестерня; 7—зворотний шнек; 8—під'ємно-лопасна насадка; 9—загрузочна камера; 10—форсунка; 11—труба для подачі зовнішнього ретурту; 12—патрубок для введення тисноносія; 13—приймально-гвинтова насадка; 14—зубчастий венць; 15—підпорний конус; 16—розвантажувальна камера

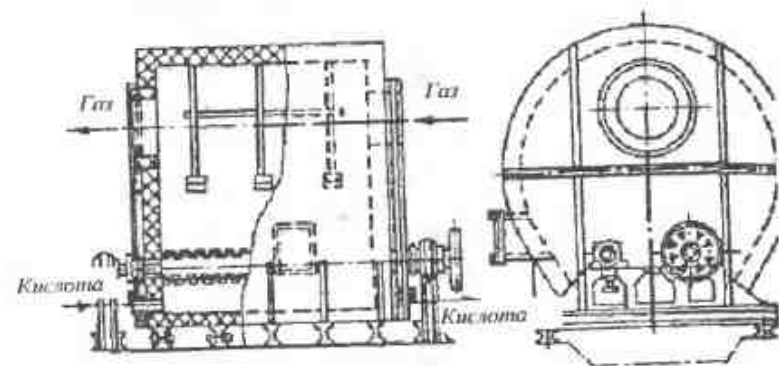


Рис. 5.13. Механічний абсорбер

6. Переробка хімічного палива

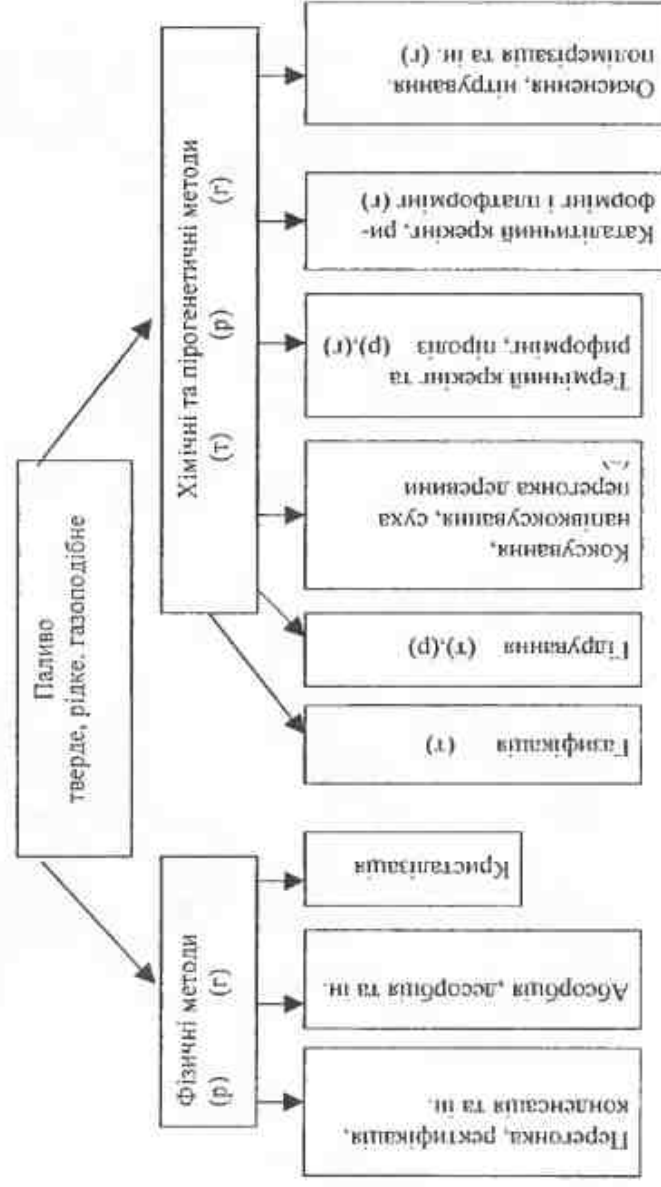


Рис. 6.1. Схема переробки палива

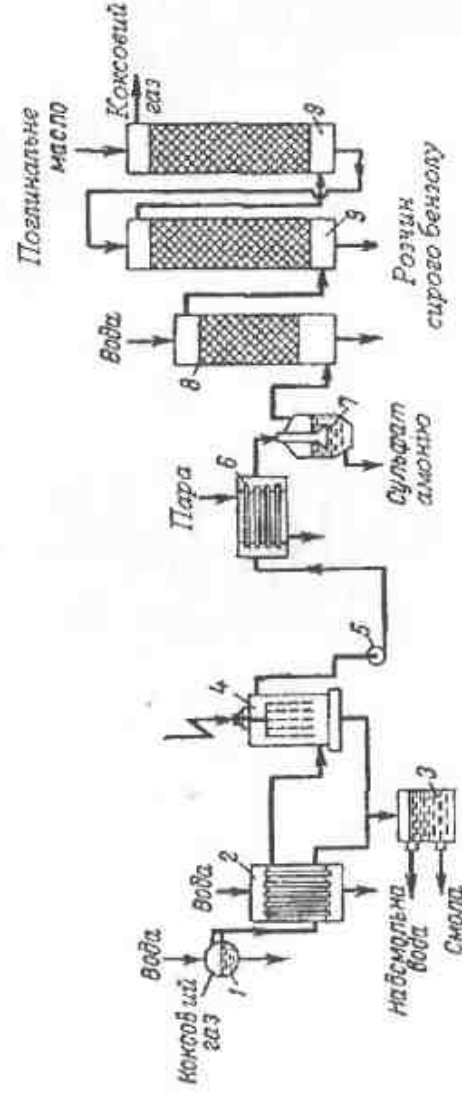


Рис. 6.2. Схема переробки прямого коксового газу: 1—газозбірник; 2—холодильник; 3—збірник; 4—турбогазодувка; 5—підігрівник; 6—сатуратор; 7—електрофільтр; 8—холодильник; 9—башти

Таблиця 6.1 Середній склад хімічного палива.

Паливо	Склад органічної частини, %			Склад, %				Вища теплота горіння, кДж/кг
	C	H	N+O	S	W	A	Леткі	
Деревина	50	6	44	-	30-40	0,4	до 70	19000
Торф	59	6	35	0,4	25	4,5	до 70	24000
Буре вугілля	75	5	25	2-3	до 50	4,0	45-55	26000
Кам'яне вугілля	82	5	13	2-6	3-5	6,0	8-50	34000
Антрацит	95	2	3	1-2	1-1,5	6,0	до 8	34000
Нафта	87	13	0,3	0,1-5	-	0,1-0,5	-	40000
Природний газ	75	25	-	-	-	-	-	40000

Таблиця 6.2 Запаси хімічного викопного палива.

Вид палива	Розвідані запаси	
	кВт год.	УПт
Викопне вугілля	$1139,4 \times 10^{15}$	$11,2 \times 10^{12}$
Нафта та конденсат	$4,16 \times 10^{13}$	$7,4 \times 10^{11}$
Природний газ	$1,9 \times 10^{13}$	$6,3 \times 10^{11}$

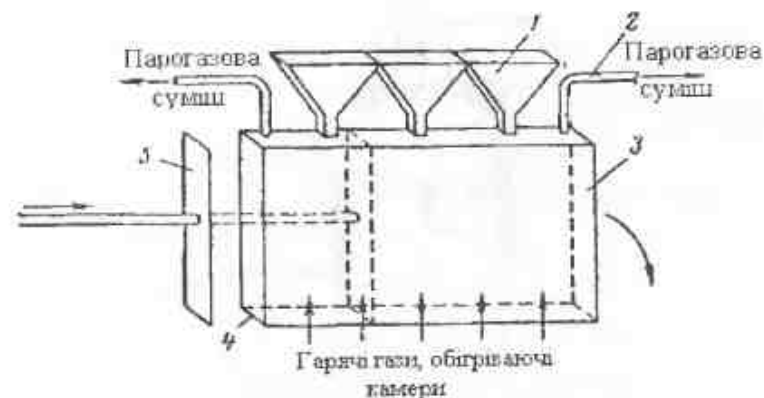


Рис. 6.3. Схема коксової камери: 1 — бункер; 2 — стінок; 3, 4 — дверцята камери; 5 — коксовитовувач.

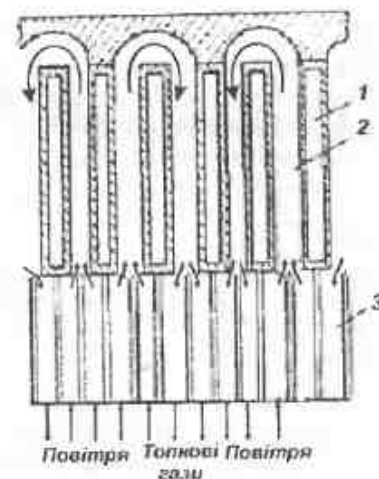


Рис. 6.4. Схема нагрівання камер коксової батареї (поперечний перетин) з перемішними каналами: 1 — камера; 2 — простінки; 3 — отвори для газу; 4 — регенератори

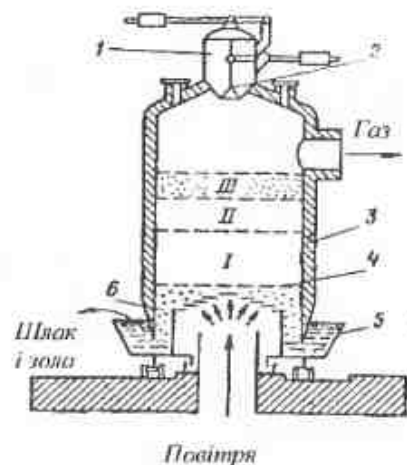


Рис. 6.5. Схема переробки прямого коксового газу: 1—газозбірник; 2—холодильник; 3—збірник; 4—електрофільтр; 5—турбогазовування; 6—підігрівник; 7—сатуратор; 8—холодильник; 9—башти

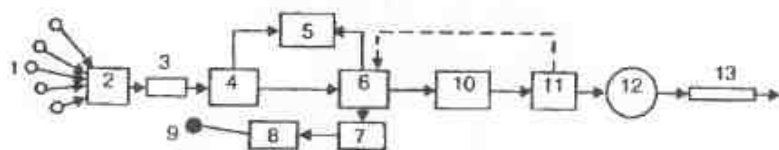


Рис. 6.6. Схема збирання нафти, газу та води на нафтових промислах: 1 – скважини; 2 – групова замірна установка; 3 – колектор; 4 – дожимна насосна станція; 5 – газопереробний завод; 6 – установка підготовки нафти; 7 – установка очистки води; 8 – насоси; 9 – нагнітальні скважини; 10 – герметизовані резервуари; 11 – установка Рубін; 12 – товарні резервуари; 13 – магістральний нафтопровід

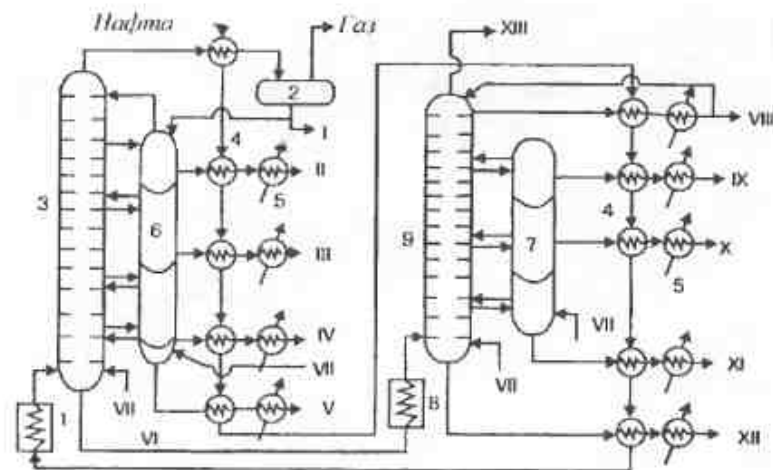


Рис. 6.7. Технологічна схема установки АВТ: 1-трубчаста піч підігріву нафти; 2-сепаратор газу; 3-ректифікаційна колона атмосферного тиску; 4-теплообмінники-конденсатори; 5-холодильники; 6,7-відпарні колони; 8-трубчаста піч підігріву мазуту; 9-вакуумна ректифікаційна колона. I-бензин; II-лігроїн; III-газ; IV-дизельне паливо; V-газойль; VI-мазут; VII-пара; VIII-веретенне масло; IX-машинне масло; X-легке циліндрове масло; XI-важке циліндрове масло; XII-гудрон; XIII-гази

Таблиця 6.3. Склад продуктів прямої гонки.

Продукти	Інтервал температур кипіння, °С	Вихід, % мас.
Перша ступінь АВТ		
Бензин	до 170	14,5
Лігроїн	160 – 200	7,5
Газ	200 – 300	18,0
Дизельне паливо	300 – 350	5,0
Мазут (залишок)	вище 350	55,0
Друга ступінь АВТ (перегонка мазуту)		
Веретенне мастило	230 – 250	10 – 12
Машинне масло	260 – 305	5
Легке циліндрове масло	315 – 325	3
Важке циліндрове масло	350 – 370	7
Гудрон (залишок)	вище 370	27 – 30

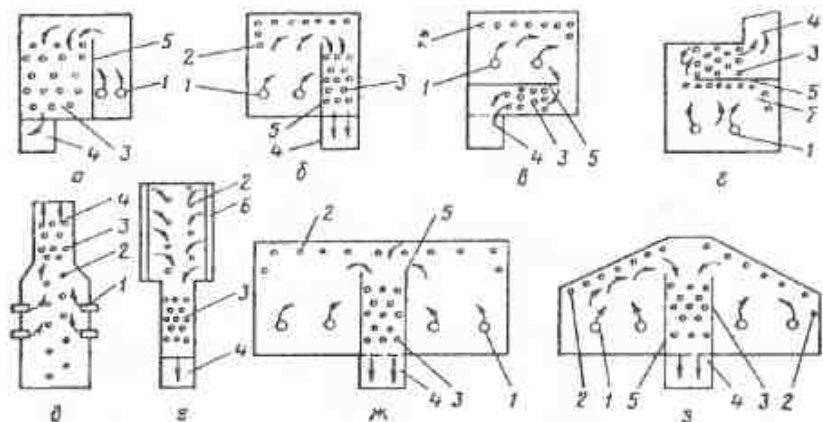


Рис. 6.8. Основні типи трубчастих печей: а – конвекційна, однокамерні з різним розташуванням конвекційної камери; б – боковим, в – нижнім, г – верхнім, д – вертикальна циліндрична, е – безспрум'яного горіння; двокамерні двопротокові; ж – з горизонтальним з'єднанням, з – з похилим склепінням; 1 – форсунки; 2 – радіантний змійовик; 3 – конвекційний змійовик; 4 – димохід; 5 – переважна стінка; 6 – панельні пальники.

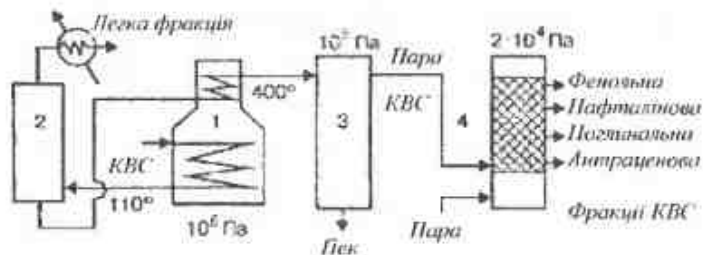


Рис. 6.9. Схема ректифікації кам'яновугільної смоли: 1 – трубчаста піч, 2 – випарник першого ступеня, 3 – випарник другого ступеня, 4 – ректифікаційна колона

Таблиця 6.4. Класифікація установок піролізу за методом передачі теплоти

В трубчастих печах	Гомогенний	Автотермічний	В твердому теплоносії	
			пісок	кокс
<p>Сировина</p> <p>Пара</p> <p>Піч</p> <p>Продукти</p> <p>Нагрів через стінку</p>	<p>Сировина</p> <p>Пара</p> <p>Реактор</p> <p>Продукти</p> <p>Змішування сировини з перегрітим паром</p>	<p>Пара</p> <p>Кисень</p> <p>Паливний газ</p> <p>Сировина</p> <p>Реактор</p> <p>Продукти</p> <p>Безпосередній контакт сировини з продуктами горіння</p>	<p>Сировина</p> <p>Пара</p> <p>Пісок</p> <p>Підігрівник</p> <p>Реактор</p> <p>Продукти</p> <p>Безпосередній контакт сировини з твердим теплоносієм</p>	<p>Сировина</p> <p>Пара</p> <p>Кокс</p> <p>Підігрівник</p> <p>Реактор</p> <p>Продукти</p> <p>Безпосередній контакт сировини з твердим теплоносієм</p>



Рис. 6.10. Загальна схема переробки нафти

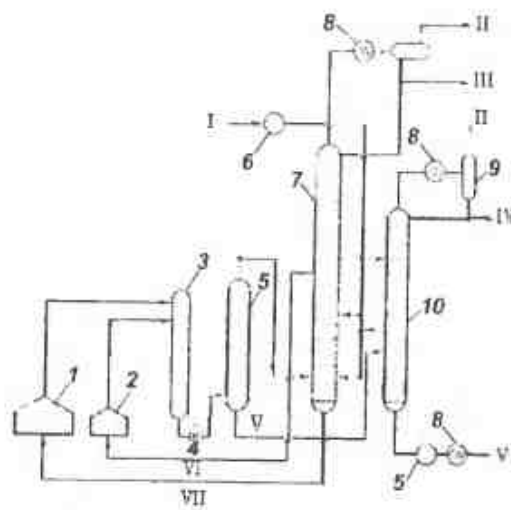


Рис. 6.11. Принципова схема термічного крекінгу мазуту з виносною реакційною камерою: 1 – піч легкого крекінгу; 2 – піч глибокого крекінгу; 3 – виносна реакційна камера; 4 – редукційний вентиль; 5 – випарник високого тиску; 6 – теплообмінник; 7 – ректифікаційна колона; 8 – холодильник-конденсатор; 9 – газосепаратор; 10 – випарник низького тиску; I – сировина (мазут); II – гази крекінгу; III – крекінг-бензин; IV – газойль; V – крекінг-залишок; VI – середній рециркулянт; VII – тяжкий рециркулянт

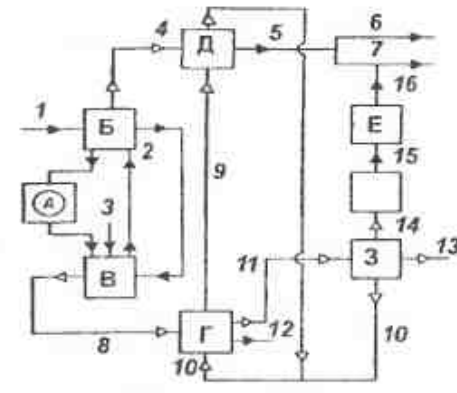


Рис. 6.12. Принципова схема атомно-нафтопереробного комплексу (сировина-сірчиста нафта): А-ядерний реактор; Б-технологічні апарати первинної та вторинної переробки нафти; В-реактор парової конверсії; Г-установка утилізації сірководню; Д-установка гідроочистки; Е-реактор конверсії метанолу в бензин; Ж-реактор синтезу метанолу; З-установка

розділення синтез-газу; потоки: 1-сіра нафта; 2-важкий нафтовий залишок; 3-вода; 4-світлі нафтопродукти; 5-очищені від сірки нафтопродукти; 6-нафтопродукти на нафтохімію; 7-моторне паливо; 8-аслогіий синтез-газ; 9-водень; 10-сірководень; 11-синтез-газ; 12- H_2SO_4 ; 13- CH_4+CO_2 ; 14- $CO+H_2$; 15-метанол; 16-бензин

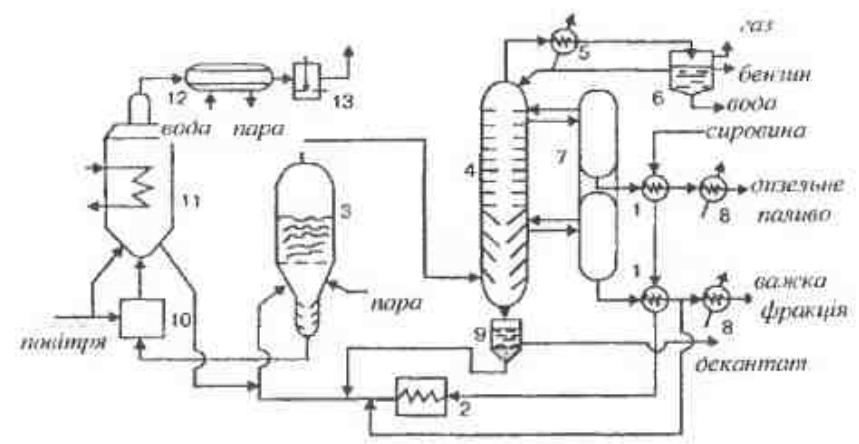


Рис. 6.13. Технологічна схема установки крекінгу 1 – А/І – М: 1 – теплообмінники; 2 – трубчаста піч; 3 – реактор "КШ"; 4 – ректифікаційна колона; 5 – холодильник-конденсатор; 6 – газовіддільник; 7 – відпарна колона; 8 – холодильники; 9 – шламовіддільника; 10 – вузол змішання; 11 – регенератор катализатора "КШ"; 12 – котел-утилізатор; 13 – електрофільтр.

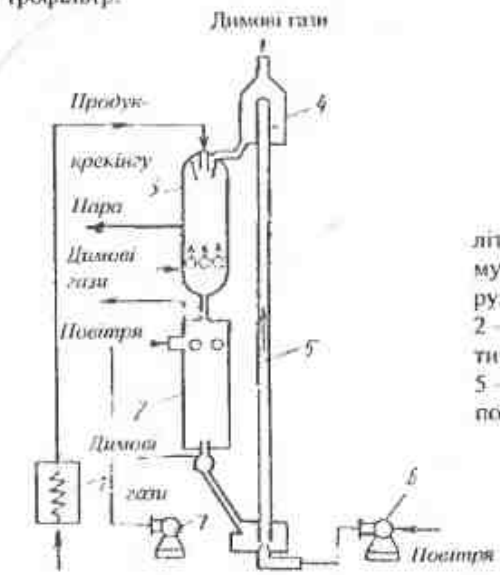


Рис. 6.14. Схема каталітичного крекінгу в густому шарі катализатора, який рухається: 1 – трубчаста піч; 2 – регенератор; 3 – каталітичний реактор; 4 – бункер; 5 – пневмомішувальник; 6, 7 – повітродувки



Рис. 6.18. Класифікація газоподібного палива.



Рис. 6.19. Розділення попутного нафтового газу

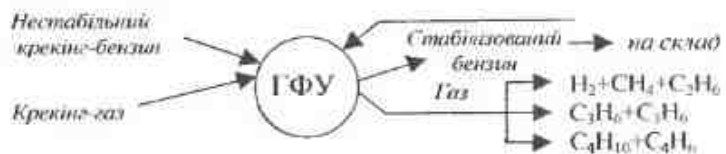


Рис. 6.20. Принципова схема роботи ГФУ

Таблиця 6.6. Склав газів природного походження (%)

Вид газу	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂ і вище	CO ₂ , N ₂ , H ₂ , He
Природний	98,9	0,3	0,2	0,1	-	0,5
Супутний	30,8	7,5	21,5	20,4	19,8	-
Газоконденсатних родовищ	84,7	4,6	1,6	0,8	1,9	6,4

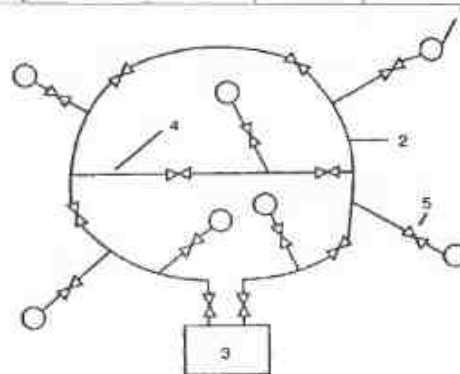


Рис. 6.21. Кільцева схема збирання газу на промислах

Таблиця 6.7. Склав газів переробки твердого палива (%об.)

Компонент газу	Вид газу			
	Напівкоксування	Зворотний коковий	Сланцевий	Підземної газифікації
Водень	17 - 30	52 - 60	22 - 28	13 - 9
Метан	55 - 65	22 - 30	15 - 18	1,5 - 2,5
Алкени	2 - 7	1,5 - 3	5,2 - 5,5	0,2
Сірководень	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,5 - 1,7
Оксид вуглецю (II)	5 - 8	5,5 - 8	9 - 12	3 - 19
Оксид вуглецю (IV)	4 - 10	1,7 - 2,8	14 - 17	10 - 29
Кисень	0,1 - 3	0,3 - 1,2	0,5 - 10	0,2 - 0,6
Азот	3 - 8	4 - 8	23 - 31	48 - 56

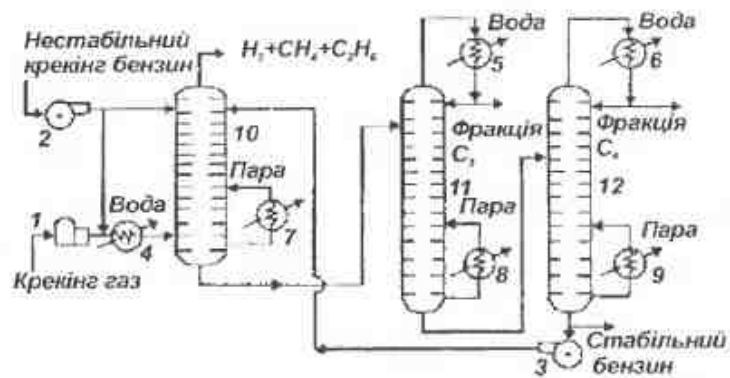


Рис. 6.22. Технологічна схема стабілізації крекінг-бензину на ГФУ абсорбційно-ректифікаційного типу: 1 – компресор; 2, 3 – насоси; 4, 5, 6 – поляні холодильники; 7, 8, 9 – кип’ятильники; 10, 11, 12 – ректифікаційні колони

Таблиця 6.8. Вихід і склад продуктів каталітичного крекінгу

Продукт	Вихід, % масовий від сировини	Склад фракції, що відбирається	Температура, °С
Крекінг-газ	10–20	Вуглеводні C ₂ –C ₅ , 80%, з них ізобудови до 40%	
Крекінг-бензин	30–55	ізоалкени 25%, ізоалкани до 55%, ароматичні вуглеводні 20–30%	до 195
Дизельне паливо	25–30	Ароматичні вуглеводні 40–80%	195–350
Широка фракція	5–20	Конденсовані вуглеводні 40–60%	350

Таблиця 6.9. Характеристика процесів платформінгу

Характеристика	Варіант платформінгу	
	Облагороджування	Ароматизація
Мета процесу	Підвищення октанового числа бензину	Синтез індивідуальних вуглеводнів
Сировина	Широка фракція бензину прямої гонки	Вузью фракції бензину прямої гонки
Температура °С	480–520	480–520
Тиск, МПа	3–4	2
Продукти процесу	Каталізатор 85% газ 15%	Бензол, толуол, ксилоли
Застосування продуктів	Автобензин, газ для гідрокрекінгу	Сировина для органічного синтезу



Рис. 6.23. Схема платформінгу для облагороджування бензину

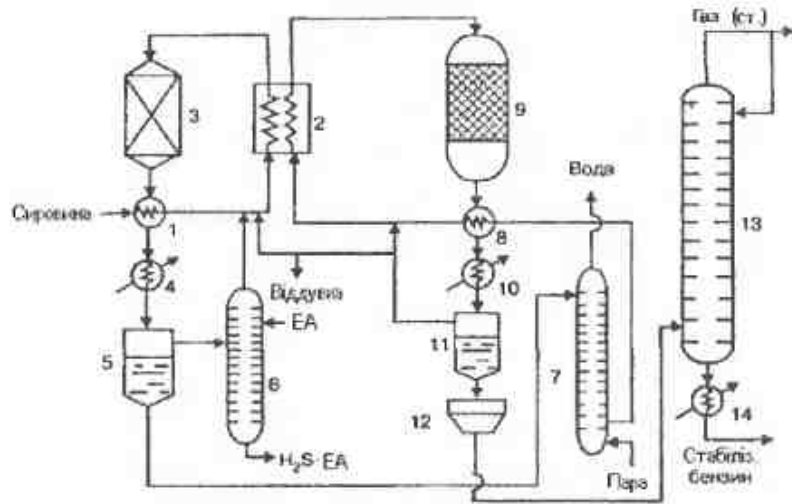


Рис. 6.24. Технологічна схема облагороджування бензину:
 1, 8 — теплообмінники; 2 — піч двохсекційна; 3 — реактор гідроочищення; 4, 10, 14 — холодильники; 5 — сепаратор гідроочищення; 6 — етаноламінійний абсорбер; 7 — відпарна колона; 9 — реактор платформінгу; 11 — сепаратор платформінгу високого тиску; 12 — сепаратор платформінгу низького тиску; 13 — колона стабілізації

Табл. 6.10. Склад газів нафтопереробки (% об.)

Вид газу	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂ і вище	CO ₂ , N ₂ , H ₂ , He
Природний	98,9	0,3	0,2	0,1	-	0,5
Супутний	30,8	7,5	21,5	20,4	19,8	-
Газоконденсатних родовищ	84,7	4,6	1,6	0,8	1,9	6,4

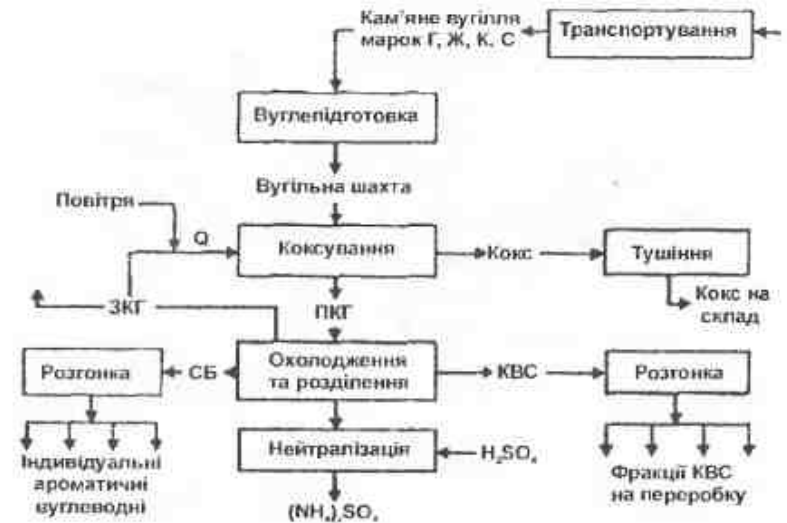


Рис. 6.25. Загальна схема коксохімічного виробництва



Рис. 6.26. Схема сухого газіння: 1 - газильна камера; 2 — вагон з коксом; 3 — котел-утилізатор

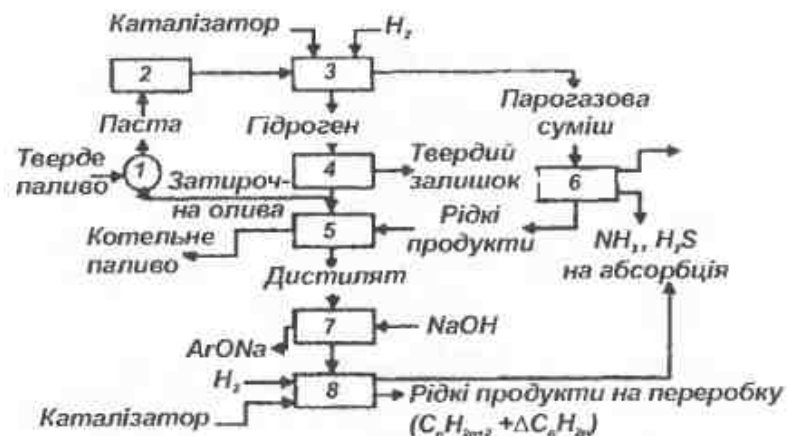


Рис. 6.27. Циклічна схема рідкофазної гідрогенізації палива: 1 — апарат підготовки сировини; 2 — насос для пасты; 3 — реактор гідронування; 4 — центрифуга; 5, 6 — установки ректифікації; 7 — нейтралізатор; 8 — реактор гідрочиснення

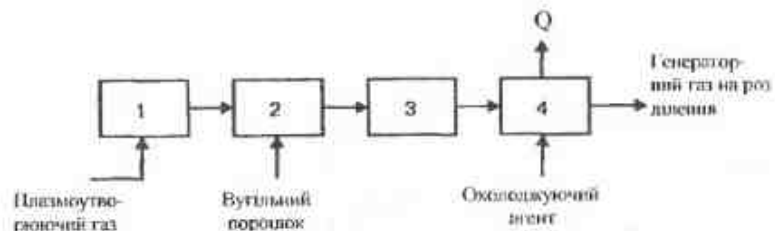


Рис. 6.28. Принципова схема плазмохімічної газифікації: 1 — генератор плазми, 2 — змішувач твердого палива і плазми, 3 — плазмохімічний реактор, 4 — гартівний пристрій

7. Органічний синтез

Неповне окиснення

CH ₃ OH		HCHO формальдегід
	+HCL	CH ₃ Cl хлорид метилу
	+NH ₃	CH ₃ NH ₂ метиламін
	+SO ₃	
	CO	(CH ₃ O) ₂ SO ₂ диметилсульфат
	+CH≡CH	CH ₃ COOH оцтова кислота
+CH=CH+CO	CH ₃ O-CH=CH ₂ вінілметилловий ефір	
+C ₃ H ₃ NH ₂	CH ₃ -CH-COO-CH ₃ метилловий ефір акрилової кислоти	
+PSCl ₃ +NaOH	C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂ диметиланілін	
+H ₂ S	(CH ₃ O) ₂ P диметилхлоріофосфат	
		CH ₃ SH метилмеркапан

Рис. 7.1. Синтези на основі метанолу

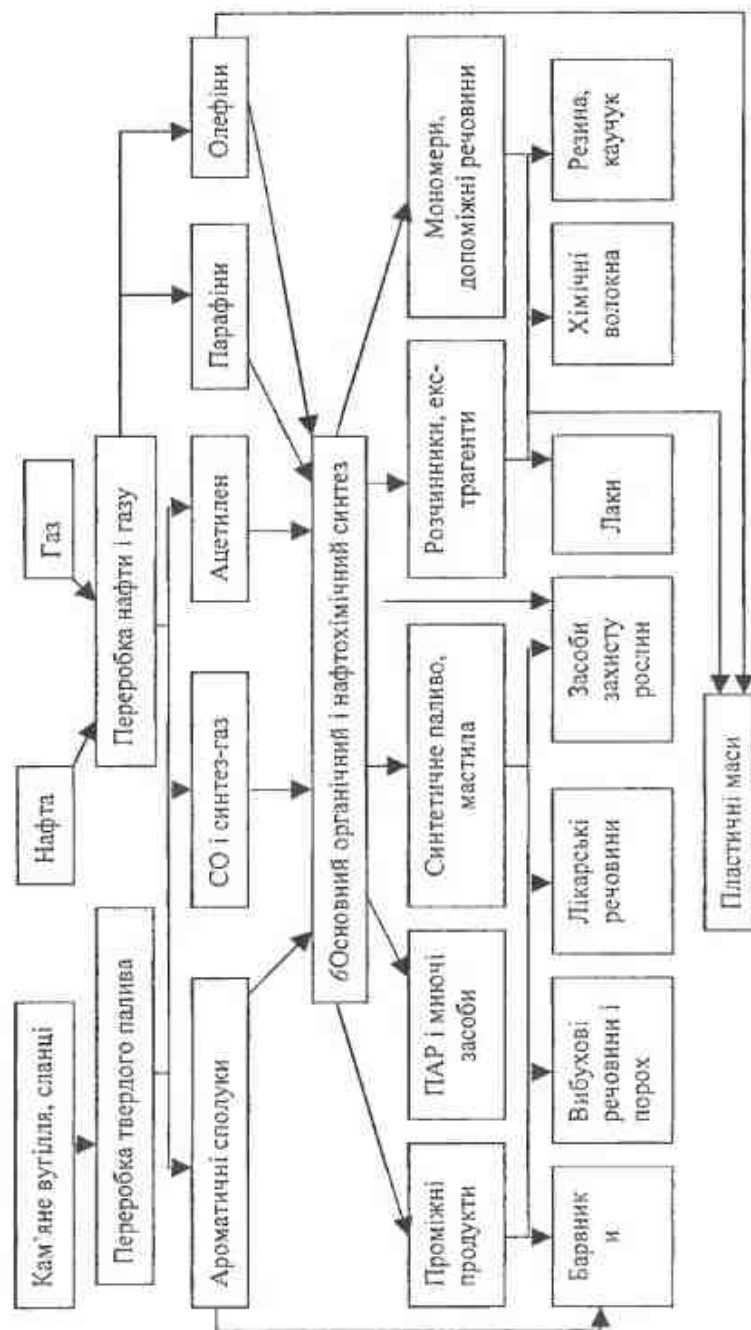


Рис. 7.2. Схема використання сировини в основному органічному і нафтохімічному синтезах



Рис. 7.3. Використання метанолу в органічному синтезі

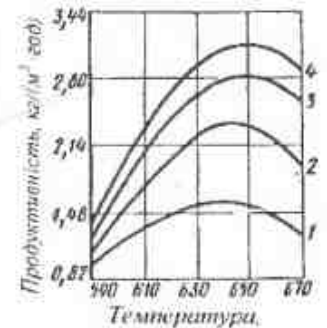


Рис. 7.4. Вплив об'ємної швидкості на продуктивність каталізатора: 1-10000 год.⁻¹; 2-20000 год.⁻¹; 3-30000 год.⁻¹; 4-40000 год.⁻¹

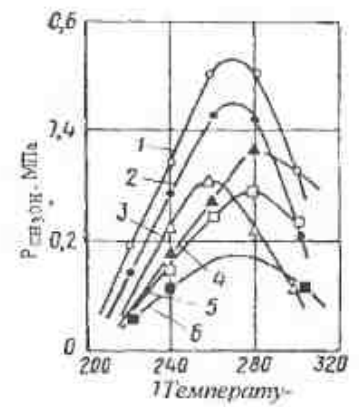


Рис. 7.5. Залежність виходу метанолу від температури за парціальних тисків CO відповідно 1,08 (1, 4), 0,47 (2, 5) та 2,0 (3, 6) МПа: 1, 2, 3 - час контакту 0,29 с; 4, 5, 6 - час контакту 0,10 с

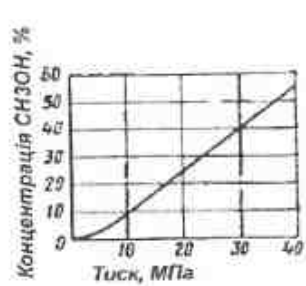


Рис. 7.6. Залежність виходу метанолу від тиску при 350°C та мольного відношення $H_2 : CO = 2 : 1$

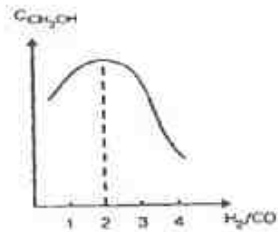


Рис. 7.7. Залежність рівноважної концентрації метанолу від мольного відношення $H_2 : CO$

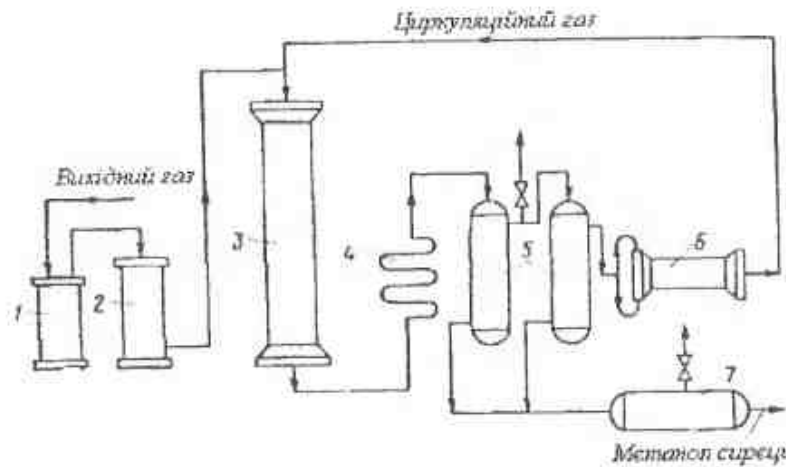


Рис. 7.8. Схема агрегату синтезу метанолу з суміщеною насадкою колонни: 1, 2 — фільтри (масляний і вугільний); 3 — колона синтезу; 4 — холодильник-конденсатор; 5 — сепаратори; 6 — компресор; 7 — збірник

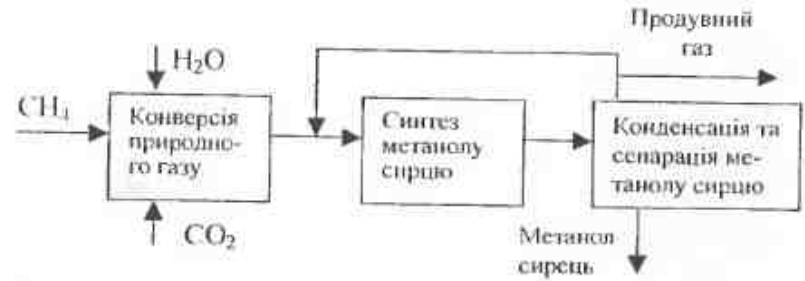


Рис. 7.9. Функціональна схема синтезу метанолу

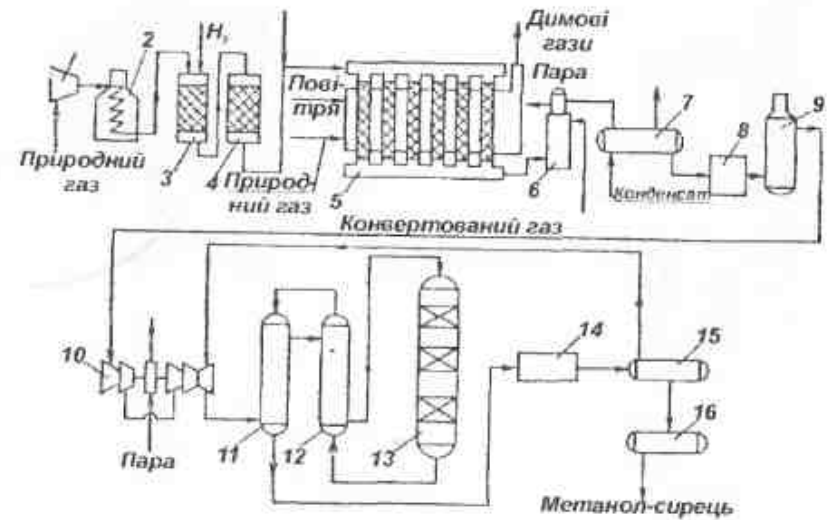


Рис. 7.10. Схема виробництва метанолу під тиском 5 МПа: 1, 10 — турбокомпресори; 2 — підігрівник природного газу; 3 — реактор сідування сірчистих сполук; 4 — адсорбер; 5 — трубчастий конвертор; 6 — котел-утилізатор; 7, 11, 12 — теплообмінники; 8, 14 — холодильники-конденсатори; 9, 15 — сепаратори; 13 — колона синтезу; 16 — збірник

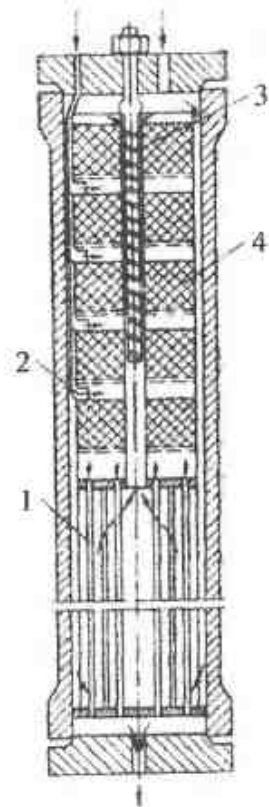


Рис. 7.11. Колона синтезу метанолу: 1 — теплообмінник; 2-холодний байпас; 3 - електронігрівник; 4 -холодильник-конденсатор; 5-сепаратор; 6-компресор; 7-збірник

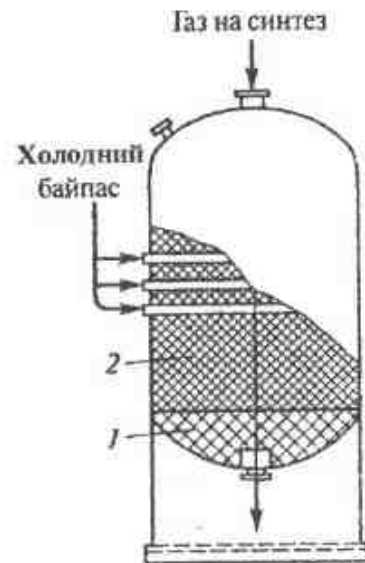


Рис. 7.12. Колона синтезу метанолу під низьким тиском: 1 — порцелінові кулі; 2 — каталізатор

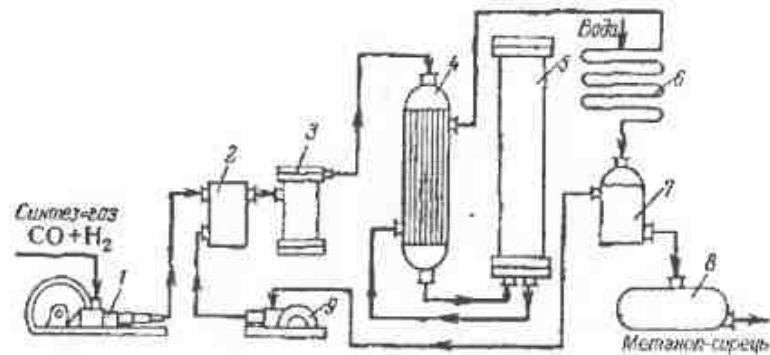


Рис. 7.13. Схема синтезу метилового спирту: 1—компресор; 2—змішувач; 3—фільтр; 4—теплообмінник; 5—колонна синтезу; 6-холодильник-конденсатор; 7-сепаратор; 8—збірник; 9—циркуляційний компресор

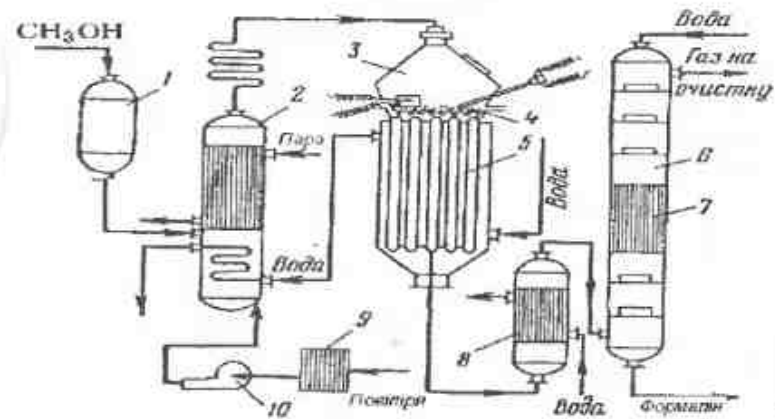


Рис. 7.14. Схема виробництва формальдегіду: 1 - мірик; 2-винтарник-підігрівник; 3 - контактний апарат; 4-шар каталізатора; 5-холодильник; 6 - поглинальна башта; 7, 8-трубчасті холодильники; 9-фільтр; 10-повітродувка

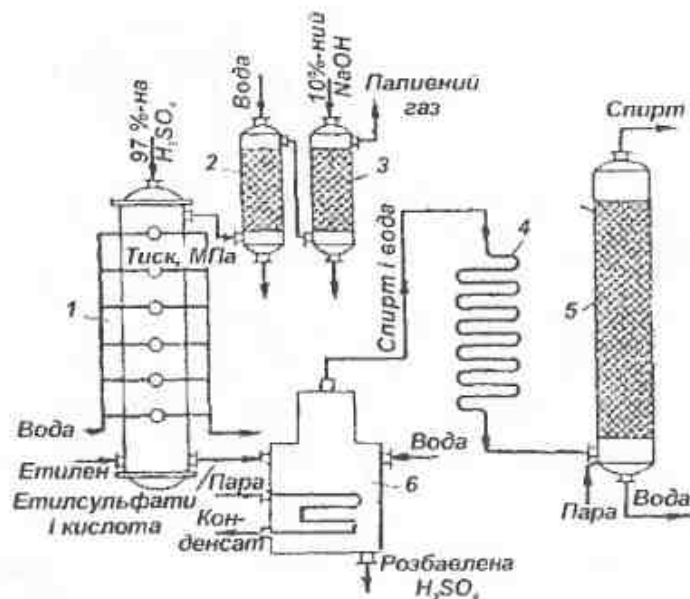


Рис. 7.15. Схема виробництва етилового спирту сірчанокислотою гідратацією етилену: 1—тарільчастий абсорбер; 2, 3—скрубери; 4—холодильник; 5—колона; 6—гідролізер

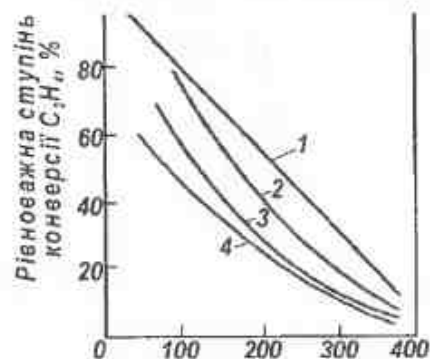


Рис. 7.16. Залежність рівноважного ступеня конверсії етилену в спирт від температури і тиску: 1—за 20 МПа; 2—за 50 МПа; 3—за 80 МПа; 4—за 150 МПа

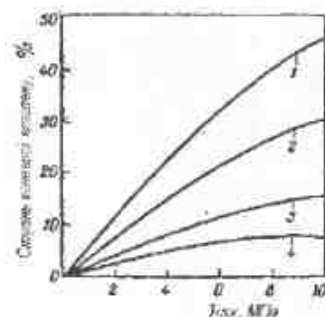


Рис. 7.17. Залежність рівноважного ступеня конверсії етилену в C_2H_5OH від тиску і температури при співвідношенні $H_2O : C_2H_4 = 1:1$: 1—за 200 °C; 2—за 250 °C; 3—за 300 °C; 4—за 350 °C

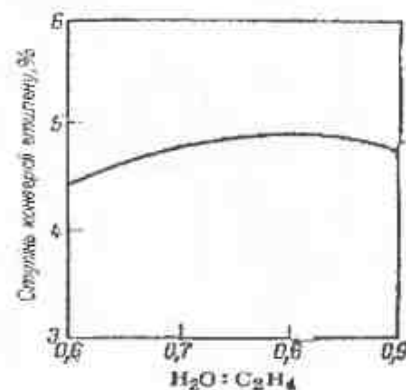


Рис. 7.18. Вплив мольного співвідношення $H_2O : C_2H_4$ на ступінь конверсії етилену в спирт

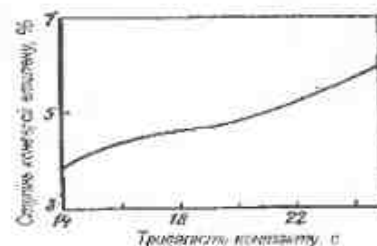


Рис. 7.19. Вплив часу контакту на ступінь конверсії C_2H_4

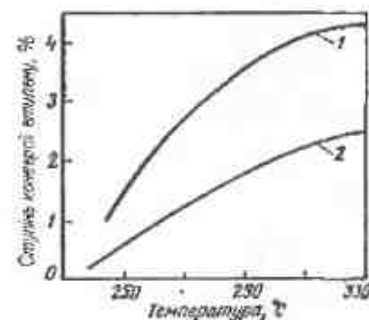


Рис. 7.20. Вплив температури на ступінь конверсії етилену в спирт при різних об'ємній швидкості: 1—за 2000 год⁻¹; 2—за 5100 год⁻¹

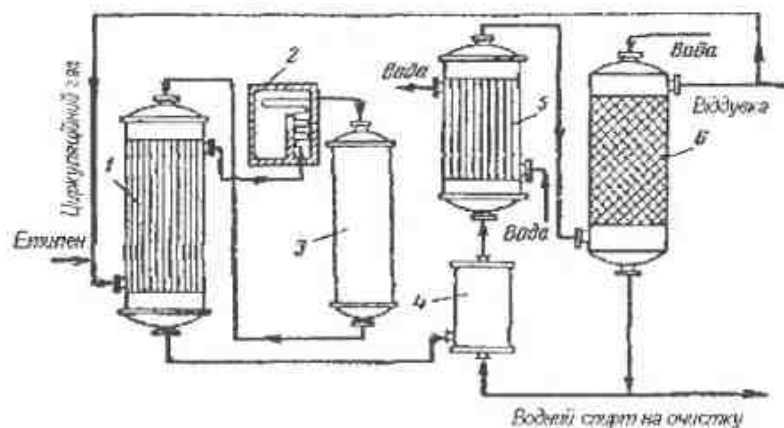


Рис. 7.21. Схема виробництва етилового спирту гідратацією етилену в паровій фазі: 1—теплообмінник; 2—грубчаста піч; 3—контактний апарат; 4—збірник; 5—холодильник; 6—промивна колона

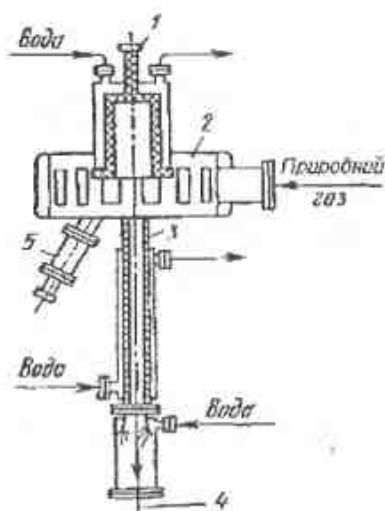


Рис. 7.23. Електродугова піч для крекінгу вуглеводнів: 1—катод; 2—реакційна камера; 3—заземлений анод; 4—вивід газів крекінгу; 5—пусковий електрод

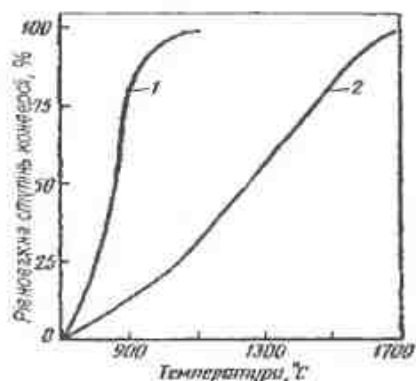


Рис. 7.22. Температурна залежність рівноважного ступеня конверсії етану (1) і метану (2) в ацетилен

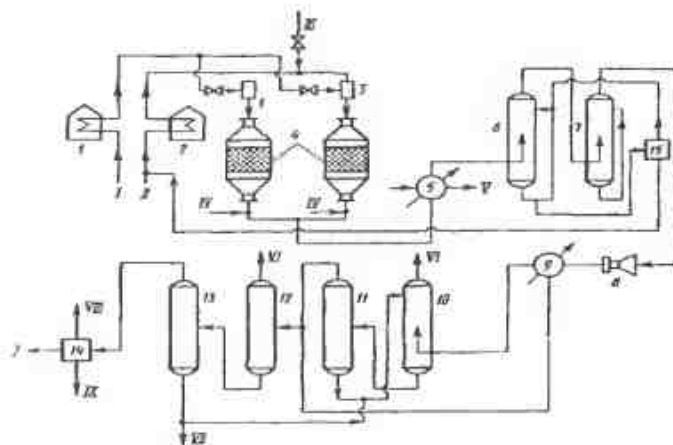


Рис. 7.24. Схема дегідрування бутану в каталічному шарі: 1—осушувач; 2—випарник; 3—піч; 4—реактор; 5—регенератор; 6—котли-утилізатори; 7—скрубери; 8—електрофільтр; 9—турбокомпресор; 10—конденсатор; 11—абсорбер; 12—десорбер; 13, 14—ректифікаційні колони; 15—вузол екстрактивної ректифікації; I—бутан; II—відпрацьований каталізатор; III—паливний газ; IV—вуглеводні C_6-C_{12} ; V—бутан-бутиленова фракція; VI—зворотний бутан; VII—бутенова фракція; VIII—димні гази; IX—азот; X—повітря

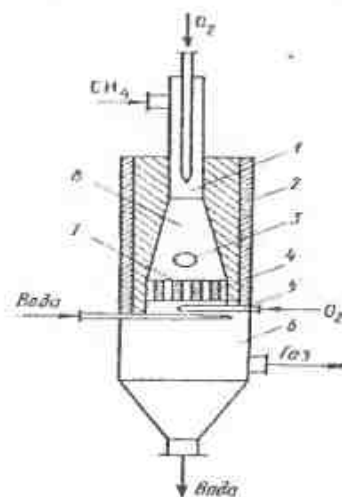


Рис. 7.25. Реактор окиснального піролізу метану в ацетилен:

1—змішувальна камера; 2—корпус; 3—запобіжна мембрана; 4—камера горіння; 5—форсунка; 6—нижня камера; 7—плита горіння; 8—дифузор

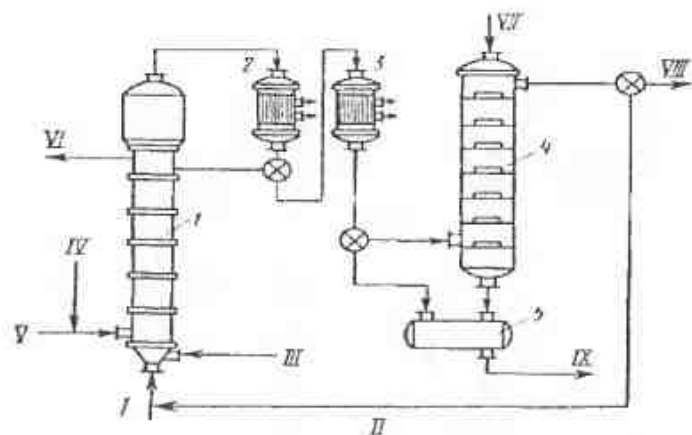


Рис. 7.26. Схема одержання ацетальдегіду гідратацією ацетилену в рідкій фазі: 1 — барботажний гідратор; 2 — трубчасті холодильники; 4 — барботажна колона; 5 — збірник ацетальдегіду; I — свіжий ацетилен; II — оборотний ацетилен; III — пара; IV — ртуть; V — каталізатор з регенерацією; VI — каталізатор на генерацію; VII — вода; VIII — гази, що відходять на очистку; IX — ацетальдегід на ректифікацію



Рис. 7.27. Схема виробництва ацетилену з карбіду кальцію: 1-приймальний бункер; 2-автоматичний затвір; 3-буферний бункер; 4-шнек; 5-ацетиленовий генератор; 6-шнек для видалення вапна; 7-скрубєр; 8-відстійник; 9-холодильник

8. Високомолекулярні сполуки

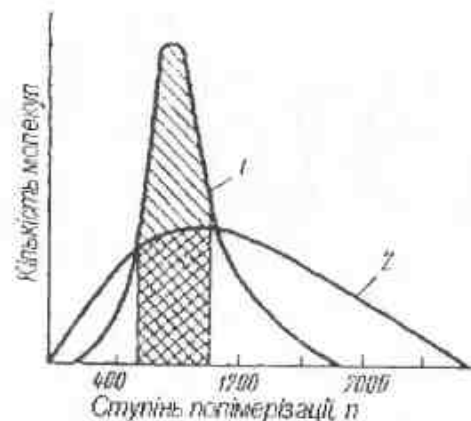


Рис. 8.1. Розподіл молекул за ступенем полімеризації: 1 — нітроцелюлоза; 2 — полістирол

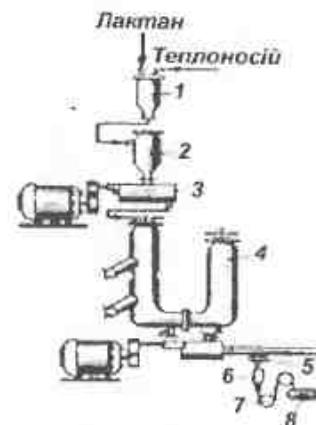


Рис. 8.2. Схема установки для виробництва капрону: 1, 2 — апарати; 3 — насос; 4 — U-подібний апарат; 5 — фільтри; 6 — шхта; 7 — приймальні валики; 8 — бобіна

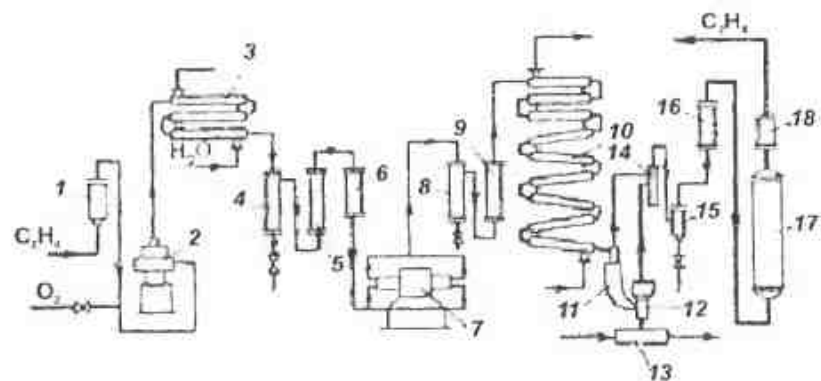


Рис. 8.3. Схема установки для одержання поліетилену безперервним методом за високого тиску: 1, 6, 9, 16, 18 — фільтри; 2 — компресор; 3 — водяний холодильник; 4, 8 — відокремлювачі масла; 5 — буферна ємкість; 7 — компресор на 150—170 МПа; 10 — реактор; 11 — газовідокремлювач; 12 — шнековий приймач; 13 — ванна для поліетилену; 14 — фільтр-уловлювач; 15 — шклов; 17 — скруббер

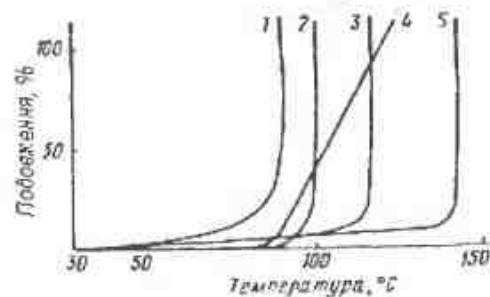


Рис. 8.4. Залежність подовження різних високомолекулярних сполук від температури: 1 — поліетилен високого тиску; 2 — поліметилакрилат; 3 — поліетилен низького тиску; 4 — полівінілхлорид; 5 — поліпропілен

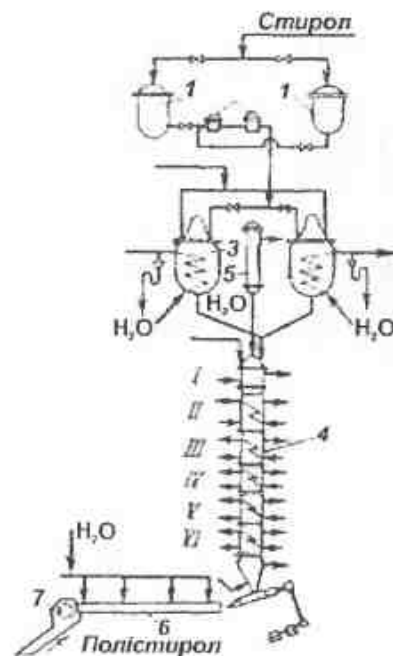


Рис. 8.5. Схема установки для виробництва полівінілхлориду безперервним емульсійним способом: 1, 2-автоклав; 3-збірники; 5-змішувач; 6-барабан, що обертається; 7-розпилююча сушарка; 8-коагулятор; 9-центрифуга; 10-вакуум-сушарка

Рис. 8.6. Технологічна схема поліконденсації ДЕГТ і формування лавсанового волокна:

1 — реактор попередньої поліконденсації, 2 — реактори поліконденсації, 3 — трубопровід, що обігрівається, 4 — прядильна машина, 5 — намотувальна машина

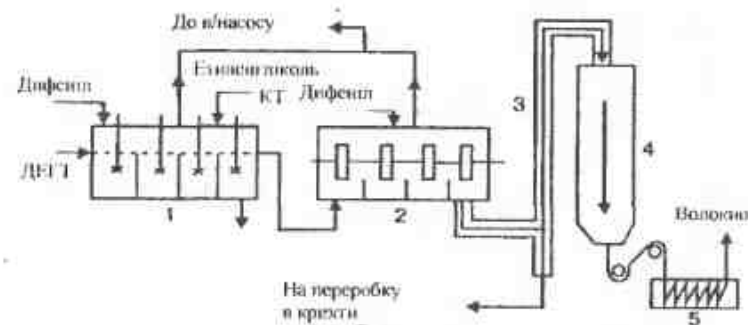


Рис. 8.6

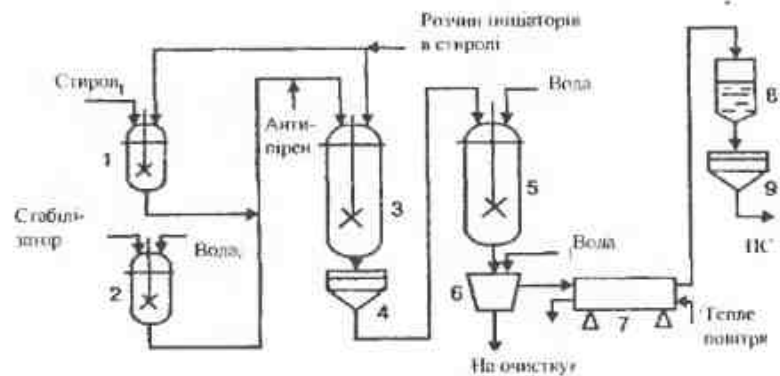


Рис. 8.7. Технологічна схема виробництва блоково-суспензійного ПС: 1 — реактор попередньої полімеризації, 2 — апарат для приготування водної фази, 3 — автоклав-полімеризатор, 4 — сито, 5 — збірка, 6 — центрифуга, 7 — сушарка, 8 — бункер, 9 — сито

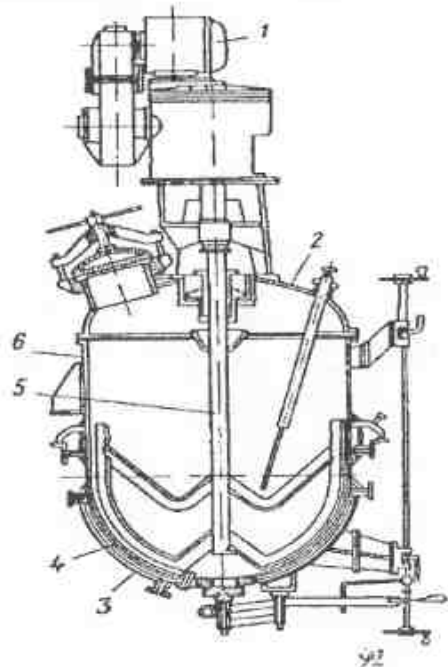


Рис. 8.8. Схема реактора для одержання поліконденсатних смол: 1 — електродвигун; 2 — сферична кришка; 3 — парова (водяна) сорочка; 4 — сферичне днище; 5 — мішалка; 6 — котел

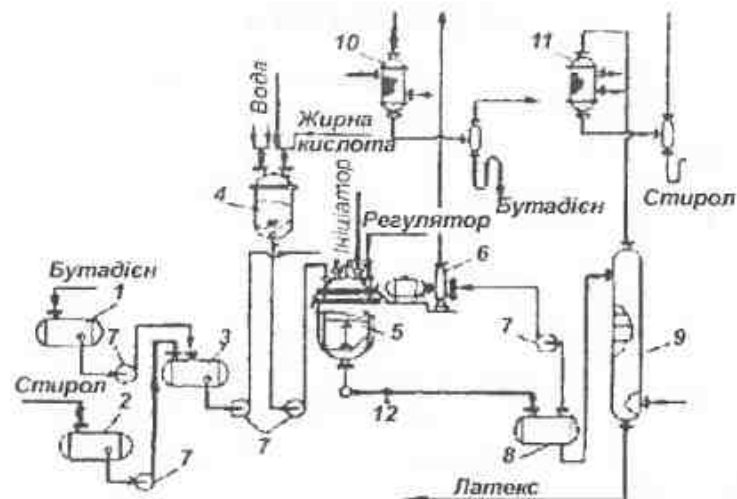


Рис. 8.9. Схема установки для одержання бутадієн-стирольного каучуку: 1, 2 — збірки; 3 — змішувач; 4 — апарат для виготовлення емульгатора; 5 — полімеризатор; 6 — збірник латексу; 7 — вакуум-насоси; 8 — компресор; 9 — відпарна колона; 10, 11 — конденсатори; 12 — дросельний вентиль.

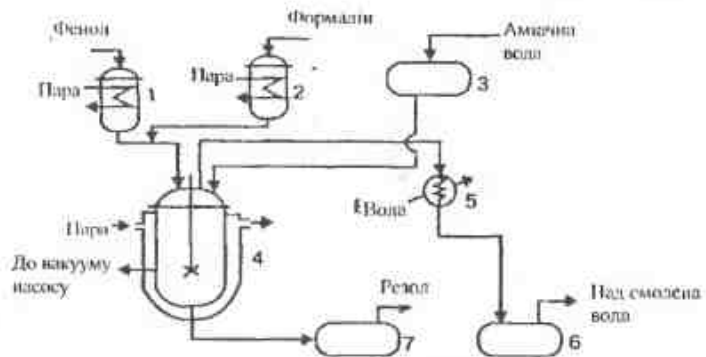


Рис. 8.10. Технологічна схема виробництва резольних олігомерів: 1-збірник фенолу, 2-збірник формаліну, 3-збірник аміачної води, 4-варильно-сушильний апарат, 5-холодильник-конденсатор, 6-збірник над смоленої води, 7-збірник резолу

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов / Под ред. В. И. Ксензенко.* – М.: Химия, 2001. – 328 с.
2. *Соколов Р. С.* Химическая технология: В 2-х т. – М.: Гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2000. – 722 с.
3. *Бесков В. С.* Общая химическая технология. – М.: Химия, 1999. – 472 с.
4. *Основы химической технологии / И. П. Мухленов, А.Е.Горштейн, Е.С.Тумаркина и др.*–М.: Высш. шк., 1991.–463с.
5. *Кутепов А. М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г.* Общая химическая технология. – М.: Высш. шк., 1990. – 520 с.
6. *Химическая технология неорганических веществ: В 2 кн. / Т.Г.Ахметов, Р.Т.Порфирьева, Л.Г.Гайсин и др.* – М.: Высш.шк, 2002. – 1221 с.
7. *Амелин А.Г.* Технология серной кислоты. М.: Химия, 1983.–360 с.
8. *Эрих В.Н. и др.* Химия и технология нефти и газа.-Л.:Химия, 1985.-382 с.
9. *Химия и переработка угля. /Под ред. В.Г. Линовича.-М.: Наука, 1988.-294 с.*
10. *Тимофеев В.С., Серафимов Л.А.* Принципы технологии основного органического синтеза.-М.: Химия, 1992.-420 с.
11. *Брацихин Е.А., Шульгина Э.Б.* Технология пластических масс.-Л.: Наука, 1982.-280 с.

Зміст

Вступ	3
1. Хіміко-технологічні системи (ХТС)	4
2. Хімічні реактори	11
3. Сировинна та енергетична підсистеми ХТС.	
Промислова екологія	19
4. Виробництво сірчаної і азотної кислот	34
5. Виробництво екстракційної фосфорної кислоти (ЕФК) і фосфорних добрив	51
6. Хімічна переробка палива	58
7. Органічний синтез	77
8. Високомолекулярні сполуки	89
Список літературних джерел	94

Навчально-методичне видання



ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

Роздавальний матеріал для аудиторної
і самостійної робіт студентів напрямку 0916
"Хімічна технологія та інженерія"

Укладачі: ІВАНОВ Сергій Віталійович
МАНЧУК Неллі Максимівна
БОРСУК Павло Сергійович
ШАРКІНА Наталія Олегівна

В авторській редакції

Підп. до друку. 31.01.06. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. фарбовідб. 25. Ум. друк. арк. 5,58. Обл.-вид. арк. 6,0.
Тираж 200 пр. Замовлення № 19-1. Вид. № 26/III.

Видавництво НАУ
03680. Київ-680, проспект Космонавта Комарова, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002