

Державний вищий навчальний заклад
“Українська академія банківської справи
Національного банку України”

СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Навчально-методичний посібник
для самостійного вивчення дисципліни

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів*

Суми
ДВНЗ “УАБС НБУ”
2011

УДК 658.5
ББК 65.29
С40

Гриф наданий Міністерством освіти і науки України,
лист від 30.09.2010 № 1/11-9078

Укладач

В. О. Мартиненко, канд. держ. упр., доцент,
ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”

Рецензенти:

О. М. Теліженко, доктор економічних наук, професор
Сумського державного університету;

В. Б. Тарельник, доктор технічних наук, професор
Сумського національного аграрного університету;

Л. В. Кривенко, доктор економічних наук, професор
ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”

Системи технологій промисловості [Текст] : навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / [уклад. В. О. Мартиненко] ; Державний вищий навчальний заклад “Українська академія банківської справи Національного банку України”. – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2011. – 173 с.

ISBN 978-966-8958-77-9

Видання підготовлене з урахуванням вимог Болонської декларації з метою формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок із систем технологій та економічних основ виробництва і переробки продукції агропромислового комплексу, необхідних для прийняття правильних рішень на підприємствах та у кредитно-фінансових установах.

Призначене для студентів економічних спеціальностей усіх форм навчання.

**УДК 658.5
ББК 65.29**

ISBN 978-966-8958-77-9 © ДВНЗ “Українська академія банківської справи Національного банку України”, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ.....	6
2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	10
Тема 1. Промислове виробництво – основа економічного розвитку суспільства. Технологічні процеси і технологічні системи як економічні об’єкти	10
Тема 2. Сировина, вода та енергія у промисловості. Технології видобутку, збагачення та очищення сировини.....	25
Тема 3. Техніка і технологія металургійної промисловості.....	45
Тема 4. Технологічні процеси машинобудування.....	71
Тема 5. Техніка, технологія і продукція хімічної та нафтохімічної промисловості.....	88
Тема 6. Технологічні процеси виробництва деяких будівельних матеріалів	108
Тема 7. Перспективи розвитку технологічних процесів. Нові прогресивні технології. Нанотехнології.....	124
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	140
ДОДАТКИ	144

ВСТУП

В умовах ринкових відносин роль технологічного розвитку різко зростає. Своєчасна зміна технологій забезпечує конкурентоспроможність фірми, а правильна технологічна політика є основою її процвітання. Прогрес у розвитку продуктивних сил суспільства може бути здійснений лише шляхом революційного відновлення технологій.

Рівень технологій будь-якого виробництва здійснює вирішальний вплив на його економічні показники, тому необхідні достатні знання сучасних технологічних процесів.

У практичній діяльності менеджера, економіста і фінансиста технології є головним об'єктом для інвестицій. Саме за рахунок прибутку, отриманого від своєчасно і розумно вкладених у технологію фінансових коштів, забезпечується проведення ефективної соціально-економічної політики. Для того, щоб управляти виробництвом, аналізувати його господарську діяльність, визначати економічну ефективність науково-технічних розробок і їх практичне освоєння, вирішувати завдання кількісного і якісного розвитку матеріально-технічної бази виробництва за рахунок реалізації останніх досягнень науки і техніки, необхідно мати конкретне уявлення про саме виробництво, його структуру, передові технологічні процеси. Без знання конкретних технологій, технологічних можливостей того або іншого процесу, видів виготовленої продукції менеджер не може забезпечувати якісне виконання поставлених перед ним завдань.

Аналіз конкретних прогресивних технологій у різних галузях господарства дозволить розширити уявлення про них, одержати знання про їхню специфіку та особливості виробництва.

Навчальний посібник “Системи технологій промисловості” укладено на основі сучасних уявлень про сутність, структуру, цілі та завдання технологічних процесів, їх значення в розвитку продуктивних сил суспільства.

Головні завдання навчального курсу:

- ознайомлення з особливостями одержання і галузями ефективного використання різноманітної продукції, що виробляється в Україні;
- формування у студентів технологічного мислення;
- надання теоретичних знань з основ техніки, побудови виробничих і технологічних процесів та їх класифікації;
- вивчення основних техніко-економічних показників, раціональної організації виробничих процесів;
- навчання студентів аналізувати ефективність впровадження різних технологій у виробничий процес, давати техніко-економічну оцінку як окремих технологічних процесів, так і певних виробництв.

У результаті вивчення курсу студенти повинні

знати:

- основні поняття техніки і технології;
- види виробничих і технологічних процесів та їх класифікацію;
- техніко-економічні показники технологічних процесів;
- основи базових і прогресивних технологічних процесів;
- основні типи, форми організації роботи і напрямки розвитку промислових підприємств;

вміти:

- здійснювати аналіз і економічну оцінку технічних рішень і базових технологій у галузях, які визначають науково-технічний прогрес;
- приймати рішення з розробки стратегії та технологічного оновлення виробництва, з проектування та забезпечення ефективного функціонування технологічних процесів;
- систематизувати та використовувати базову, керуючу і довідкову інформацію, необхідну для прийняття рішень з технологічного оновлення виробництва.

Програма курсу розрахована на 104 години і складається з лекційних, практичних занять і самостійної роботи студентів.

1. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ

Тема 1. ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО – ОСНОВА ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ЯК ЕКОНОМІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Предмет і зміст курсу системи технологій промисловості.

Поняття технологічного процесу, принципи організації. Поняття виробничого процесу, його відмінності від технологічного. Класифікація технологічних процесів. Шляхи та закономірності розвитку технологічних процесів. Техніко-економічні показники технологічних процесів.

Економічна оцінка технологій. Система показників ефективності технологій та їх вплив на загальні економічні показники виробництва. Основні методи економічної оцінки технологій. Метод “витрати – ефективність”.

Поняття про системи. Технологічні системи. Структура систем, їх класифікація, властивості та техніко-економічний рівень. Закономірності розвитку технологічних систем. Системи технологій підприємств, галузей і міжгалузевих комплексів.

Тема 2. СИРОВИНА, ВОДА ТА ЕНЕРГІЯ У ПРОМИСЛОВОСТІ. ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ, ЗБАГАЧЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ СИРОВИНИ

Сировина в технологічних процесах. Класифікація, якість, раціональне і комплексне використання сировини. Мінеральна сировина. Технологічні процеси видобутку рудних корисних копалин. Первинна підготовка мінеральної сировини до використання. Техніко-економічне порівняння різних способів збагачення мінеральної сировини.

Вода в промисловості. Показники якості, способи очищення води, їх техніко-економічне порівняння. Особливості та способи очищення стічних вод.

Паливо в технологічних процесах. Класифікація, склад, властивості. Технологічні процеси видобутку вугілля, нафти і газу. Технологічні процеси очищення та збагачення. Способи переробки твердого, рідкого та газоподібного палива, їх техніко-економічні характеристики.

Енергія в промисловості. Види енергії. Поняття “одиниця умовного палива”. Джерела одержання електричної енергії, їх техніко-економічне порівняння. Використання нетрадиційних джерел електричної енергії.

Тема 3. ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Загальні відомості про метали і металургію. Структура та особливості технологічних процесів одержання чавуну та сталі, їх техніко-економічні показники. Шляхи підвищення якості та зниження собівартості металопродукції. Основні пріоритетні напрямки розвитку та вдосконалення технологій чорної металургії.

Структура та особливості протікання технологічних процесів одержання кольорових металів, їх техніко-економічні показники. Шляхи підвищення якості та зниження собівартості металопродукції. Основні пріоритетні напрямки розвитку та вдосконалення технологій виробництва кольорових металів.

Порошкова металургія. Значення, перспективи розвитку, техніко-економічний стан технологій порошкової металургії, сфери ефективного використання.

Тема 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ МАШИНОБУДУВАННЯ

Технології обробки поверхонь різанням. Продукція машинобудівної промисловості. Аналіз і економічна оцінка технологій механічної обробки різанням. Автоматизація виробництва.

Сутність процесу складання. Способи та види складання машин. Техніко-економічні показники складання та шляхи їх поліпшення. Сутність процесів зварювання. Види технологій зварювання. Порівняльна оцінка. Контроль якості зварних з'єднань.

Тема 5. ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОДУКЦІЯ ХІМІЧНОЇ ТА НАФТОХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Продукція хімічної промисловості, її властивості, техніко-економічні характеристики та галузі ефективного використання. Хіміко-технологічні процеси одержання окремих видів продукції хімічного виробництва, їх основні схеми. Особливості протікання технологічних процесів, можливості впровадження нових технологічних схем, техніко-економічна оцінка.

Техніка безпеки та охорона праці на хімічних підприємствах. Охорона навколишнього середовища.

Тема 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Будівельні матеріали, їх асортимент, основні властивості та галузі ефективного використання. Керамічні матеріали, їх виготовлення та шляхи підвищення ефективності виробництва. Зв'язувальні будівельні речовини, технології їх виробництва.

Нові сучасні будівельні матеріали, особливості та ефективність їх використання.

**Тема 7. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.
НОВІ ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ. НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

Сучасні досягнення науки, рівень розвитку техніки. Парадигми виробництва майбутнього. Основні напрямки розвитку сучасних технологій. Новітні прогресивні технології. Високі технології, їх ознаки. Галузі застосування високих технологій.

Космічні технології. Напрями досліджень у космічній технології.

Генна інженерія. Сутність генно-інженерних досліджень. Технології генної інженерії.

Біотехнології. Ефективність технологічних процесів, що ґрунтуються на використанні мікроорганізмів.

Екологічно орієнтовані технології та виробництва, їх характеристика.

Нанотехнології. Властивості наносистем. Напрямки розвитку нанотехнологій. Позитивні та негативні сторони нанотехнологій.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ пор.	Назва теми	Кількість годин				
		лекцій	семінарських (практичних) занять	індивідуальної роботи студентів	самостійної роботи студентів	Усього
Модуль 2. Системи технологій промисловості						
1	Промислове виробництво – основа економічного розвитку суспільства. Технологічні процеси і технологічні системи як економічні об'єкти	2	2	1	2	7
2	Сировина, вода та енергія у промисловості. Технології видобутку, збагачення та очищення сировини	2	2	1	2	7
3	Техніка і технологія металургійної промисловості	2	4	1	2	9
4	Технологічні процеси машинобудування	2	2	1	2	7
5	Техніка, технологія і продукція хімічної та нафтохімічної промисловості	2	2	2	2	8
6	Технологічні процеси будівельних матеріалів	2	2	1	2	7
7	Перспективи розвитку технологічних процесів. Нові прогресивні технології. Нанотехнології	2	2	1	2	7
Разом		14	16	8	14	52
Поточний модульний контроль (ПМК)		–	2	–	–	2
Всього		14	18	8	14	54

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО – ОСНОВА ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ЯК ЕКОНОМІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Розгляд теми слід розпочати з визнання того факту, що в нинішніх умовах ринкових відносин роль технологічного розвитку стрімко зростає. Сьогодні рівень технологій будь-якого виробництва здійснює вирішальний вплив на його економічні показники. Своєчасна зміна технологій забезпечує конкурентоспроможність фірми, а правильна технологічна політика є основою її процвітання. Прогрес у розвитку продуктивних сил суспільства може бути здійснений лише шляхом революційного відновлення технологій.

Зверніть увагу на те, що сучасні заводи являють собою складні комбінати, об'єднані для комплексного використання сировини й випуску різних видів напівпродуктів і товарної продукції. Так, кар'єри призначені для добування піску, глини, бурого вугілля; копальні – для добування кам'яного вугілля, солі, руди; фабрики – для шиття одягу, заводи – для виготовлення деталей, а потім з них машин тощо. Отримання кожного виду продукції є результатом певного виробничого процесу.

Виробничим процесом називають сукупність дій, пов'язаних з прогнозуванням, науково-технічними і конструкторськими розробленнями, проектуванням, транспортуванням і зберіганням сировини, виготовленням проміжної (напівпродукції) та готової продукції, її випробуванням, пакуванням, обліком і зберіганням, ремонтом обладнання тощо.

Виробничий процес складається з матеріального та енергетичного забезпечення, транспортних і складських операцій, ремонтних робіт і техніко-економічного управління виробництвом.

При розгляді структури виробничого процесу зверніть увагу на те, що в центрі виробничого процесу розміщується технологічний процес, який є його складовою частиною.

Технологічним процесом називають послідовний набір операцій, в ході кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. У результаті цих операцій змінюються

форма, розмір або властивості сировини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напів- або готову продукцію.

Технологічний процес формується під впливом об'єктивних факторів: соціального устрою суспільства, рівня розвитку його економіки, відповідних сировинних ресурсів, наукового рівня і практичного досвіду керівників (менеджерів) і виконавців виробництва (рис. 1.1). Технології здебільшого складні та багатостадійні.

Кожний технологічний процес складається з дрібніших технологічних процесів або є частиною більш складного. Наприклад, технологічний процес складання автомобільного двигуна, з одного боку, можна поділити на дрібніші, які відрізняються один від одного: технологічні процеси складання шатунно-поршневої групи, блока циліндрів або коробки зміни швидкостей; з іншого боку, технологічний процес складання двигуна є частиною технологічного процесу складання автомобіля в цілому.



Рис. 1.1. Визначальні фактори формування сучасного технологічного і виробничого процесів

Технологічні процеси постійно вдосконалюються. Це зумовлено тим, що продукцію, яку виробляють на підприємстві, періодично поліпшують. Крім того, наука, техніка та технологія пропонують нові більш ефективні способи оброблення та перероблення сировини, нове більш продуктивне обладнання та інструменти.

Технологічний процес має складну структуру (рис. 1.2).

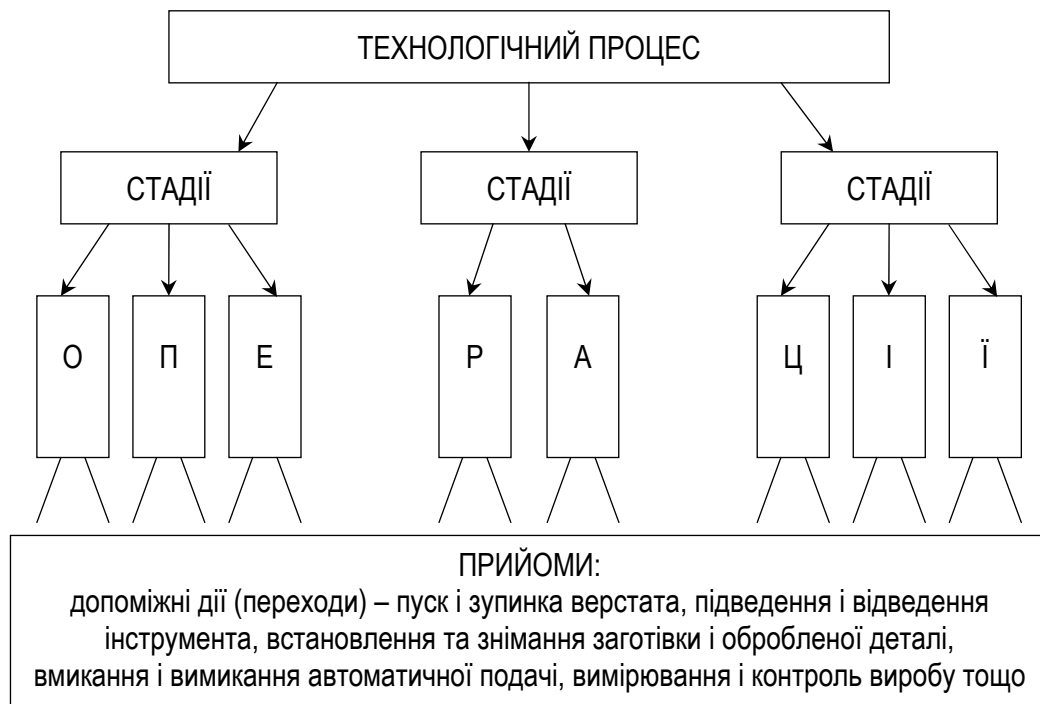


Рис. 1.2. Складові технологічного процесу

Тому більш детально слід зупинитися на розгляді його складових, а саме – операцій, кожен з яких розглядають як окремий технологічний процес.

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічного процесу, яку виконують на одному місці праці один або кілька працівників над одним або кількома об'єктами, які одночасно обробляються.

Назви операцій походять від способу оброблення об'єкта. Наприклад, під час механічної обробки заготовок різанням операції називають так: точіння, свердління, нарізання різі тощо. Якщо об'єктом оброблення є мінеральна сировина, наприклад руда, то подрібнення руди є операцією.

За операціями визначають трудомісткість технологічного процесу, потреби у виконавцях, інструментах, обладнанні тощо.

Зверніть увагу на те, що обов'язковою складовою будь-якої технологічної операції є *прохід*, який спричиняє зміну форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей оброблюваного об'єкта. Так, у процесі гартування (технологічна операція) вироби набувають твердості; нагрівання чавуну (технологічна операція) призводить до вигорання вуглецю, що спричиняє зміну його властивостей тощо.

У розрахунку норм часу на виконання технологічної операції нормується також час на виконання всіх її складових. Чим менший час

виконання складових операцій, тим кращий результат виробництва, тобто кращими будуть техніко-економічні показники: більша продуктивність обладнання і менша собівартість продукції.

Зважте, що складові технологічної операції можна об'єднати у дві групи.

До *першої групи* належить *прохід*, а до *другої* – ті складові, які не спричиняють зміни форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей оброблюваного об'єкта. Це, наприклад, встановлення, технологічний перехід, допоміжний перехід тощо.

Встановленням називають частину технологічної операції, яку виконують під час одного закріплення заготовки.

Операцію можна виконати за одне або кілька встановлень. Наприклад, вал має два торці. Відцентрувати обидва торці вала можна на одній- та двосторонньому центрувальному верстаті: на першому верстаті центрування виконують за два встановлення, а на другому – за одне. Встановлення поділяють на *позиції*.

Позицією називають певне положення заготовки на верстаті щодо різального інструмента.

Наприклад, заготовку обробляють на багатошпиндельному токарному верстаті-автоматі. При кожному повороті шпиндельного барабана заготовка займає нову позицію.

Технологічним переходом називають частину технологічної операції, в процесі виконання якої обробляють одну поверхню заготовки одним інструментом при незмінному режимі роботи верстата. При виконанні технологічного переходу на верстатах з програмним керуванням режим роботи іноді змінюється без втручання робітника, тобто автоматично.

Технологічний перехід складається з робочого ходу та марноходу.

Робочий хід – закінчена частина операції, безпосередньо пов'язана із зміною форми, розмірів, структури, властивостей, стану чи положення в просторі предмета праці. Робочий хід – це головна частина технологічного процесу. Всі інші його частини стосовно робочого ходу є допоміжними.

Наприклад, у процесі точіння інструментом є різець, який переміщується щодо заготовки справа наліво і зрізує з неї шар металу, тим самим надає їй нової форми, розмірів і шорсткості поверхні. Один перехід може складатися з кількох проходів.

Марноходом називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент переміщується щодо заготовки, але не спричиняє зміну її форми, розмірів, шорсткості поверхні, проте є необхідним для виконання проходу.

Так, при точінні різець після зрізання шару металу знов повертається до початкового положення з метою виконання наступного проходу.

Допоміжним переходом називають закінчену частину технологічної операції, яка складається з дій робітника і (або) обладнання, які не змінюють форму, розміри і шорсткість поверхні заготовки, але необхідні для виконання технологічного переходу.

Допоміжні переходи дуже різні. Вони пов'язані з установленням заготовки, зміною інструмента, налагодженням верстата на необхідний режим роботи, зняттям обробленої заготовки тощо. Наприклад, свердління отвору у валу складається з таких допоміжних переходів: взяти вал і встановити у пристрій; закріпити вал; увімкнути верстат; підвести свердло до вала; увімкнути подачу; вимкнути подачу; відвести шпindel у вихідне положення; зупинити верстат; звільнити вал від пристрою; взяти вал і покласти його на полицю.

Наступним питанням, яке доцільно розглянути при вивченні даної теми, є *класифікація технологічних процесів*. Зверніть увагу, що в основу класифікації технологічних процесів покладені різні ознаки, такі як: вид впливу на сировину і характер її якісних змін, спосіб організації, кратність обробки сировини та ін.

За характером якісних змін сировини технологічні процеси поділяються на фізичні, механічні, біологічні, хімічні, фізико-хімічні.

Під час фізичних і механічних процесів переробки сировини проходять зміни розмірів форми та фізичних властивостей сировини. При цьому внутрішня будова і склад речовини не змінюється. Наприклад, виготовлення металевих деталей такими методами обробки, як різання, подрібнення, приготування розчинів і т.д. Хімічні процеси характеризуються зміною не тільки фізичних властивостей, але й агрегатного стану, хімічного складу тощо.

Однак розподіл процесів на фізичні, механічні та хімічні є умовним, тому що важко провести чітку межу між ними, оскільки механічні процеси часто супроводжуються зміною і фізичних, і хімічних властивостей. Хімічні процеси, як правило, супроводжуються механічними на всіх виробництвах.

За способом організації технологічні процеси розподіляються на **дискретні** (переривисті або періодичні) та **безперервні**.

Дискретний технологічний процес характеризується чергуванням робочих і допоміжних ходів з чітким їх розмежуванням за часом реалізації. Наприклад, при металообробці проходить установлення деталі в патрон верстата (допоміжний хід), підведення ріжучого інструмента (допоміжний хід), обробка заготовки ріжучим інструментом (робочий

хід), контроль (допоміжний хід), зняття деталі з верстата (допоміжний хід), установка в патрон нової деталі та ін.

Такі технологічні процеси частіше всього розповсюджені в машинобудуванні, будівництві, видобувних галузях промисловості. Недоліком дискретних технологічних процесів є витрати робочого часу в процесі виконання робочих ходів.

Безперервні процеси відрізняються тим, що вони не мають різко вираженого чергування (під час здійснення) робочого і допоміжних ходів. У них завжди можна виділити групу допоміжних ходів, які здійснюються одночасно з робочими, і групу допоміжних ходів, які періодично повторюються в часі залежно від результатів робочого ходу. Такі процеси характерні для хімічної промисловості.

За кратністю обробки сировини технологічні процеси розподіляються на процеси з відкритою (розімкнутою) схемою і процеси з циркуляційною (замкнутою) схемою. У процесах з розімкнутою схемою сировина проходить однократну обробку.

У процесах із замкнутою схемою сировина кілька разів повертається на початкову стадію процесу для повторної обробки. Прикладом процесу може служити конверторний спосіб виплавки сталі. Процеси із замкнутою схемою є більш досконалішими, більш економічними і екологічно чистими, хоча і відрізняються більшою складністю. Ці процеси необхідні при переведенні технологій на безвідходні.

У загальному вигляді будь-який технологічний процес можна розглядати як систему, яка має входи і виходи. **Входами** можуть бути: склад сировини, її кількість, температура та ін., **виходами** – готова продукція, її кількість, якість і т.д.

Зверніть увагу на те, що технологію, як правило, пов'язують з конкретною галуззю виробництва (гірничодобувною, машинобудуванням, будівництвом, транспортними роботами тощо) або з методами одержання чи обробки певних матеріалів (металів, волокнистих речовин, тканин тощо).

Будь-яка технологія передбачає опис процесів обробки (чи переробки) об'єктів виробництва (сировини, матеріалів, напівфабрикатів), внаслідок здійснення яких відбувається їх якісна зміна. Так, наприклад, технологія одержання різних металів ґрунтується на зміні хімічного складу, хімічних і фізичних властивостей вихідної сировини; технологія механічної обробки пов'язана зі зміною форми і деяких фізичних властивостей матеріалу, що використовується для виробництва виробів; основою хімічної технології є процеси, що здійснюються внаслідок хімічних реакцій, які призводять до зміни складу, будови і властивостей вихідної сировини.

У кожній конкретній галузі виробництва розрізняють *загальну* і *спеціальну* технології. Перша вивчає виробничий процес у цілому: від виробництва матеріалів до одержання готової продукції. Спеціальна технологія, як частина загальної технології, розглядає окремі види робіт і технологічні операції. Наприклад, до загальної технології належить технологія машинобудування, яка вивчає основи і методи виробництва машин, що є спільними для різних галузей машинобудування. Питання, характерні для технології виробництва спеціалізованих галузей, розглядаються у спеціальних технологіях, таких як: технологія виробництва двигунів, технологія верстатобудування, технологія інструментального виробництва тощо.

Принципи організації технологічних процесів. Основними принципами раціональної організації технологічних процесів у сучасному виробництві є пропорційність, безперервність, потоковість, паралельність, прямоточність і ритмічність.

Принцип пропорційності передбачає встановлення таких співвідношень продуктивності між окремими ланками технологічного процесу, які б забезпечували планомірність виконання виробничого завдання і попереджували виникнення диспропорцій у виробництві. Технологічний процес не можна вважати сумою окремих робіт, які не залежать одна від одної, він є цілісним процесом.

Принцип безперервності означає максимальне запобігання будь-яким затримкам і розривам у процесі виробництва, що забезпечує виготовлення продукції протягом оптимального часу. Чим безперервніше і швидше здійснюється технологічний процес, тим більша його ефективність. Безперервність процесу забезпечує потрібну однорідність якості продукції, значно полегшує облік, створює всі потрібні передумови для автоматизації виробництва.

Під *принципом поточності* слід мати на увазі узгодженість виконання за часом усіх робіт технологічного процесу.

Принцип паралельності означає суміщення (одночасність) виконання окремих частин процесу. Цей принцип ґрунтується на спеціалізації окремих робочих місць, ділянок або потоків. Виготовлені одночасно в різних місцях, частини виробу з'єднуються між собою, утворюючи цілісний виріб.

Принцип прямоточності вимагає, щоб шлях проходження предметів праці на всіх стадіях процесу був найменшим. Завдяки цьому запобігають невиправданним витратам часу і ресурсів на переміщення продуктів технологічного процесу, на прискорення передання їх від одного робочого місця до іншого.

Ритмічність передбачає рівномірність роботи, яка сприяє виготовленню однакової кількості продукції за різні (планові) відрізки часу. Особливого значення набуває ритмічність в умовах кооперування виробництва, коли вона визначає узгодженість надходження продукції від одного підприємства до іншого. Це дає можливість створити сприятливі умови для узгодженої дії структурних підрозділів усередині підприємства.

Наведені принципи не вичерпують усіх вимог до раціональної організації технологічного процесу. Так, згідно з принципом прямоточності, шлях між робочими місцями має бути найменшим. Але під час вибухонебезпечних робіт, згідно з правилами техніки безпеки, цю відстань встановлюють якнайбільшою. Те ж саме можна сказати про гетерогенні хімічні процеси, де значний вплив на швидкість реакції та вихід продуктів має поверхня дотику реагентів (довжина потоків).

Шляхи та закономірності розвитку технологічних процесів.

При вивченні цього питання зважте, що виходячи зі структури технологічного процесу можна виділити два напрямки удосконалення технологічних процесів – удосконалення допоміжних ходів та удосконалення робочого ходу. Одночасні удосконалення допоміжних і робочих ходів можна подати як сукупність дій за двома цими напрямками, тому для елементарного технологічного процесу такий розподіл є обґрунтованим.

Зверніть увагу на головні властивості технічних рішень, що реалізуються при розвитку технологічних процесів еволюційним або революційним шляхом. Так, наприклад, технічні рішення еволюційного типу характеризуються такими властивостями:

1. Впровадження механізації та автоматизації обов'язково пов'язане із збільшенням озброєності робітника, і відповідно, із зростанням обсягу виконаної праці в минулому в одиниці продукту.
2. Впровадження еволюційних технічних рішень зменшує витрати праці в одиниці продукту і в більшості випадків викликає підвищення продуктивності.
3. Ефективність технічних рішень еволюційного типу знижується відповідно до зростання продуктивності праці.

Зниження ефективності обумовлене тим, що при ускладненні технологічного обладнання його модернізація потребує ще більшого ускладнення, ще більших затрат.

Група технічних рішень революційного типу характеризується такими властивостями:

1. Технічні рішення революційного типу завжди більш ефективні, ніж еволюційного того ж призначення.

2. Зменшення сумарних затрат праці при революційних рішеннях може здійснюватись у результаті зменшення як живої, так і минулої праці на одиницю продукту.

Слід зазначити, що більша ефективність рішень революційного типу щодо технічних рішень еволюційного типу пов'язана з їх особливістю. Так, наприклад, реалізація революційних рішень потребує додаткових досліджень, заміни технології й основного технологічного обладнання, інших затрат, а їх упровадження стає реальним тільки після реалізації вказаної властивості, в протилежному випадку розвиток йтиме еволюційним шляхом.

Еволюційним називається шлях розвитку технічних процесів, в якому приріст продуктивності сукупної праці відбувається при збільшенні затрат минулої праці за рахунок механізації та автоматизації допоміжних ходів і переходів технологічних процесів і який принципово обмежений.

Революційним називається шлях технічного розвитку технологічних процесів, в якому приріст продуктивності сукупної праці відбувається при зниженні затрат минулої праці за рахунок заміни технологічних процесів (їх робочого ходу) і який принципово необмежений.

Технічний розвиток технологічного процесу, за якого почергово реалізуються два ці шляхи розвитку, може привести до обмеженого розвитку, якщо переважатиме еволюційний шлях, і до необмеженого, якщо переважатимуть технічні рішення революційного типу.

Техніко-економічні показники технологічних процесів. Вивчаючи це питання, слід розглянути економічну оцінку технологічного процесу, а також звернути увагу на такі питання, як продуктивність, собівартість, якість продукції, що виробляється.

Слід зазначити, що з погляду технології економіка – це система збалансованих грошових і матеріально-енергетичних потоків конверсії природних ресурсів у споживну вартість. Але перед тим, як почне діяти виробництво, необхідно вкласти визначені кошти всієї організації. Рух грошових і матеріально-енергетичних потоків схематично зображений на рис. 1.3. З рисунка випливає, що грошові та матеріально-енергетичні потоки спрямовані назустріч один одному. При цьому грошові потоки випереджають матеріально-енергетичні.

Грошовий потік розосереджений, а матеріально-енергетичний однострамований. Характерні особливості наведеної схеми:

- 1) грошові та матеріально-енергетичні потоки спрямовані назустріч один одному. При цьому грошові потоки випереджають матеріально-енергетичні, відіграючи роль інфраструктури виробництва;

- 2) трансформація природних ресурсів (сировини) у споживчу вартість відбувається на стадії технологічного перетворення;
- 3) раціональне використання природних ресурсів, ефективність природоохоронних заходів і економічна ефективність системи конверсії залежать від науково-технічного рівня технологічного процесу.

Показник економічної ефективності технологічного процесу повинний враховувати усі види витрат. Таким узагальнюючим показником є собівартість продукції – одна з найважливіших економічних категорій.

Собівартість – сукупність матеріальних і трудових затрат підприємства у грошовому виразі, необхідних для виготовлення і реалізації продукції. Така собівартість називається повною.

Затрати підприємства, безпосередньо пов'язані з виробництвом продукції, називають фабрично-заводською собівартістю. Співвідношення між різними видами затрат, що становлять собівартість, являє собою структуру собівартості.

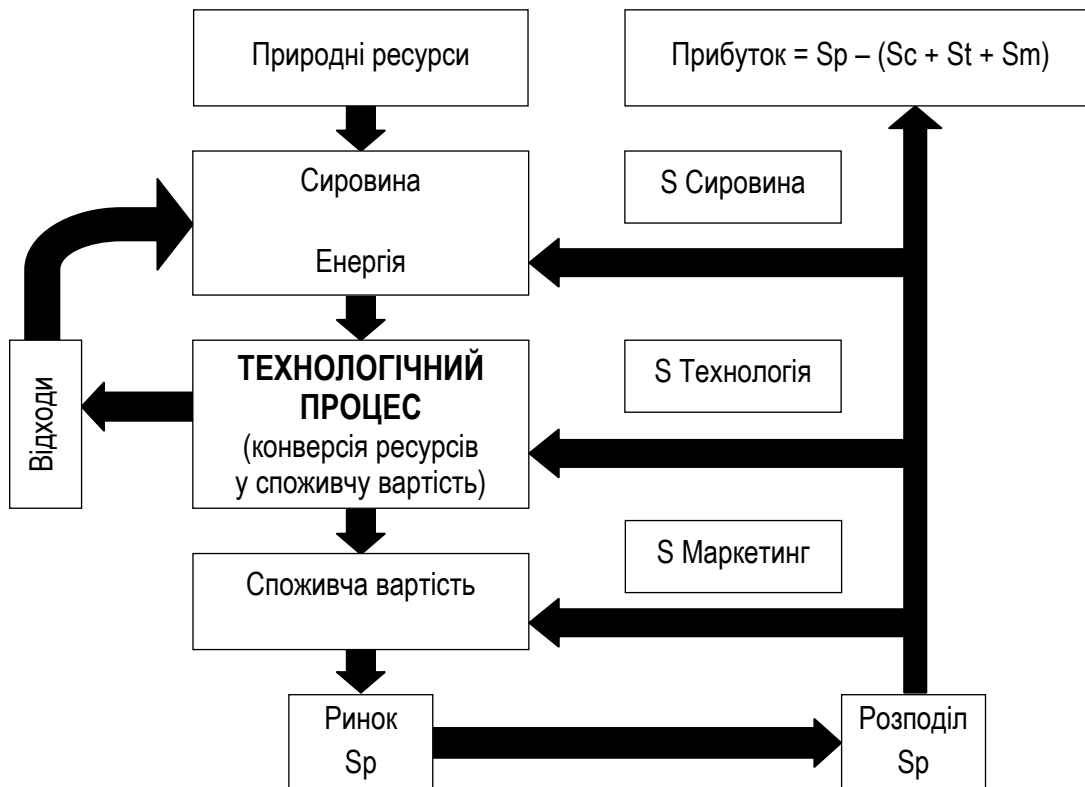


Рис. 1.3. Рух грошових і матеріально-енергетичних потоків конверсії природних ресурсів у споживчу вартість

При складанні калькуляції собівартості одиниці продукції застосовують витратні норми на сировину, матеріали, паливо й енергію в натуральних одиницях, а потім перераховують у грошовому виразі.

Співвідношення витрат за різними статтями собівартості залежить від виду технологічного процесу.

Частка зарплати в собівартості продукції тим нижча, чим вищий ступінь механізації та автоматизації праці, її продуктивність.

Амортизація становить приблизно 3–4 % собівартості та залежить від вартості обладнання, його продуктивності, організації роботи підприємства (відсутність простоїв).

Розрізняють основні витрати (на основні матеріали, паливо, енергію, напівфабрикати, зарплату основним працівникам) і витрати, пов'язані з обслуговуванням процесів виробництва й управління.

Аналіз структури собівартості необхідний для виявлення резервів виробництва, інтенсифікації технологічних процесів. Основними шляхами зниження собівартості при збереженні високої якості продукції є: економне використання сировини, матеріалів, палива, енергії, застосування високопродуктивного обладнання, підвищення рівня технології.

Від рівня застосування технології залежить і якість продукції, що виготовляється. **Якість продукції** – сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти відповідні потреби суспільства упродовж встановленого періоду часу.

Далі слід ознайомитися з групою показників якості продукції, особливостями і методами економічної оцінки технологій, системою показників ефективності технологій та їх впливом на загальні економічні показники виробництва.

Слід звернути увагу на основні методи економічної оцінки технологій, особливо на метод “витрати – ефективність”.

Розглядаючи поняття технологічних систем, вивчіть їх структуру та класифікацію, властивості та техніко-економічний рівень, а також закономірності розвитку технологічних систем. Розгляньте системи технологій підприємств, галузей і міжгалузевих комплексів.

Термінологічний словник

Барометричні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є тиск.

Біохімічні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є вибрані мікроорганізми.

Виробництво – процес створення матеріальних життєвих благ, необхідних для існування та розвитку суспільства.

Виробничий процес – сукупність усіх дій людей і знарядь праці, застосовуваних на даному підприємстві для виготовлення та ремонту виробів, що ним випускаються.

Виробничий цикл – інтервал календарного часу від початку до кінця процесу виготовлення чи ремонту виробу. Вибір того чи іншого технологічного процесу залежить від типу виробництва. Залежно від виробничої програми і характеру продукції, що виготовляється, розрізняють три типи виробництва: одиничне, серійне й масове.

Допоміжний хід – закінчена частина операції, що не супроводжується обробкою, але необхідна для виконання даної операції.

Електрохімічні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких електрична енергія перетворюється на хімічну і, навпаки, хімічна на електричну.

Каталізаторами називають речовини, які змінюють швидкість хімічних реакцій, а самі залишаються незмінними.

Каталізом називають зміну швидкості хімічних реакцій у присутності каталізаторів.

Каталітичні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є каталізатор.

Лазерні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є монохроматичне проміння. Лазер – оптичний квантовий генератор світлового монохроматичного випромінювання.

Масове виробництво характеризується великим обсягом виробів, що випускаються та безперервно виготовляються або ремонтуються упродовж значного часу, і на більшості робочих місць використовується одна робоча операція (автомобілі, трактори, комбайни, електродвигуни, холодильники і т.д.).

Одиничне виробництво характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення або ремонт яких не передбачаються.

Плазмові процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є плазма. Плазма – це іонізований газ, який складається з позитивно та негативно заряджених часток, нейтральних атомів і молекул.

Промисловість – основна галузь матеріального виробництва, що пов'язана з видобуванням сировини, виробництвом і переробкою матеріалів та енергії, виготовленням машин, виробництвом товарів і послуг.

Радіаційно-хімічні процеси – це такі технологічні процеси, під час яких головним рушієм є α і β частинки, γ -промені, електрони, протони, нейтрони тощо.

Робочий хід – головна частина технологічного процесу, пов'язана зі зміною форми, розміру, структури, властивостей, стану або положенням у просторі предмета праці.

Робочий час – це час безпосереднього впливу робітника на предмет праці, а також час апаратних процесів під спостереженням робітника.

Серійне виробництво характеризується виготовленням чи ремонтом виробів партіями, що періодично повторюються.

Система технологій – сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва технологічних процесів або заданих операцій.

Термічні процеси – це такі технологічні процеси, в ході яких головним рушієм є тепло. При високотемпературних процесах сировину нагрівають, при низькотемпературних – охолоджують.

Техніка – сукупність засобів людської діяльності, які створюються для здійснення процесів виробництва, обслуговування невиробничої сфери, потреб суспільства.

Технологічна операція – закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці праці одним робітником над одним об'єктом і характеризується сталістю предмета праці, знарядь праці та характером впливу на предмет праці.

Технологічне оснащення – знаряддя виробництва, що доповнюють технологічне обладнання і необхідні засоби для виконання визначеної частини технологічного процесу.

Технологічний процес – послідовний набір операцій, під час кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями.

Технологія – це сукупність методів переробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми та складу сировини, матеріалу, напівфабрикатів, які використовуються у процесі виготовлення виробів продуктового та виробничого призначення.

Питання для поточного контролю знань

1. Розкрийте сутність поняття “технологія”. Які існують трактування цього поняття?
2. Дайте визначення технології як науки. Охарактеризуйте найбільш розповсюджені види технології.
3. У чому полягає взаємний вплив економічних відносин і технології? Чому економісти повинні знатися на системах технологій?
4. Розкрийте зміст понять “виробничий процес”, “технологічний процес”. Які принципи їхньої класифікації?
5. Класифікація технологічних процесів.
6. Технічні цикли, їх зміст і структура.
7. Проблеми зміни технологій. Прогнозування нових технологій.

8. Технологія як фактор економічного зростання.
9. Техніко-економічні показники технологічних процесів.
10. Економічна оцінка технологій. Основні методи цієї оцінки.
11. Розкрийте зміст поняття “технологічні системи”.
12. Що таке технологічний баланс? Яка його структура? При складанні якої техніко-економічної документації використовують дані технологічного балансу?
13. Сформулюйте поняття “якість продукції”. Які фактори впливають на якість продукції?
14. Техніко-економічний рівень технологічних систем.
15. Роль технології в соціально-економічному розвитку суспільства.
16. Які ви знаєте типи виробництва? Наведіть їх порівняльну техніко-економічну характеристику.
17. Розкрийте сутність технічного і наукового прогресу. У чому полягає двостороння взаємодія науки і технології?

Теми рефератів

1. Виробничий і технологічний процеси.
2. Термічні процеси.
3. Каталізні процеси.
4. Електрохімічні процеси.
5. Біохімічні процеси.
6. Плазмові процеси.
7. Лазерні процеси.
8. Ультразвукові процеси.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Що таке операція?
 - а) елементарний технологічний процес;
 - б) частина виробничого процесу;
 - в) обидві відповіді правильні.
2. Що таке технологічний процес?
 - а) частина виробничого процесу;
 - б) частина допоміжного процесу;
 - в) частина виробничого процесу, що містить дії із зміни стану предмета праці.
3. До послідовних технологічних систем належать підприємства:
 - а) машинобудівної галузі;
 - б) металургії;
 - в) обидві відповіді правильні.

4. Що є головною частиною технологічного процесу?
 - а) допоміжні ходи і переходи;
 - б) робочий хід;
 - в) обидві відповіді правильні.
5. Технологічні виробничі системи з низьким рівнем технології повинні розвиватися шляхом:
 - а) удосконалення за рахунок механізації виробничих процесів;
 - б) заміни технологічного процесу;
 - в) удосконалення за рахунок автоматизації технологічних процесів.
6. Параметри, що характеризують індивідуальні особливості технологічних процесів:
 - а) склад сировини;
 - б) енергомісткість.
 - в) обидві відповіді правильні.
7. Параметри, що характеризують ряд однотипних технологічних процесів:
 - а) продуктивність;
 - б) тиск;
 - в) температура.
8. Найбільш здійсненними, економічними і екологічно нешкідливими є технологічні процеси:
 - а) з відкритою (розімкнутою) схемою;
 - б) із замкнутою (циркуляційною) схемою;
 - в) комбіновані.
9. Еволюційний шлях розвитку технологічних процесів можливо здійснити:
 - а) за рахунок заміни робочого ходу;
 - б) шляхом вдосконалення допоміжних ходів;
 - в) обидві відповіді правильні.
10. Революційний шлях розвитку технологічних процесів можливий:
 - а) при докорінному перетворенні суті робочого ходу;
 - б) при заміні допоміжних ходів;
 - в) обидві відповіді правильні.
11. Революційний шлях розвитку технологічних процесів є:
 - а) обмеженим;
 - б) нескінченним;
 - в) невизначеним.

12. Послідовні зв'язки в технологічних системах характерні для рівнів:
- а) виробничого підрозділу;
 - б) виробничого підприємства;
 - в) галузі промисловості.
13. Паралельні зв'язки в технологічних системах характерні для рівнів:
- а) виробничого підрозділу;
 - б) виробничого підприємства;
 - в) народного господарства.
14. Надійність технологічної системи забезпечується.
- а) надійністю устаткування;
 - б) надійністю технологічних процесів;
 - в) оптимальною її структурою;
 - г) всі відповіді правильні.
15. Що таке виробничий процес?
- а) сукупність основних технологічних процесів, уживаних для виготовлення або ремонту виробів, що випускаються;
 - б) сукупність всіх дій працівників і знарядь виробництва, необхідних для виготовлення і ремонту виробів, що випускаються;
 - в) сукупність допоміжних технологічних процесів.

Література: 1–3, 6, 8, 10, 13–15, 19, 21, 39, 40, 52.

Тема 2. СИРОВИНА, ВОДА ТА ЕНЕРГІЯ У ПРОМИСЛОВОСТІ. ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ, ЗБАГАЧЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ СИРОВИНИ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Сировина є первинним предметом праці, а її видобуток – початком будь-якої системи технологій. Для більш раціонального планування й аналізу витрат суспільної праці у виробництві економіст (насамперед менеджери виробництва) має бути добре обізнаним з техніко-економічними характеристиками сировини і процесів її перетворення на споживні вартості.

Термін “сировина” не є однозначним поняттям. У найбільш узагальненій формі його слід вважати первинним предметом праці, взятим безпосередньо з природи, матеріальним субстратом, який містить у собі основу цільового продукту.

З погляду економіки сировина – це видобутий природний ресурс, на який витрачено певні зусилля і який потребує подальшої переробки в цільові продукти.

Зверніть увагу на те, що сировина є одним з найважливіших елементів будь-якого технологічного процесу, а її якість, доступність і вартість значною мірою визначають основні якісні та кількісні показники промислового виробництва.

Сировиною називають речовини природного і синтетичного походження, що використовуються у виробництві промислової продукції.

У процесі розвитку промисловості розширюється сировинна база, з'являються нові види сировини, змінюється власне поняття "сировина". Постійно зростають можливості використання численних відходів промислових виробництв. Вихідними матеріалами багатьох виробництв є сировина, яка була в промисловій переробці та яку називають *напівпродуктом*, або *напівфабрикатом*.

Далі більш детально слід розглянути різні схеми класифікації промислової сировини: за походженням, за агрегатним станом, за галузевотехнологічним принципом використання (рудна, нерудна, паливна).

Так, наприклад, *за агрегатним станом* сировина розподіляється на тверду, рідку, газоподібну. Найпоширенішою є тверда сировина – вугілля, торф, руди, сланці, деревина. Найпоширенішими видами рідкої природної сировини є вода, соляні розсоли, нафта; газоподібної – повітря, природні й промислові гази. *За складом* сировину розподіляють на органічну і неорганічну. *За походженням* сировину розрізняють як мінеральну, рослинну й тваринну. Особливістю викопної мінеральної сировини порівняно з рослинною і твариною є її невідновлюваність, а також нерівномірність розподілу поверхнею землі та в надрах.

Найважливішою сировиною в нинішніх трансформаційних умовах економіки є мінеральна. Тому при вивченні даної теми варто докладніше з нею ознайомитися.

Сьогодні відомо майже 2 500 різних мінералів, що відрізняються один від одного за хімічним складом, фізичними властивостями, кристалічною формою й іншими ознаками.

Земна кора (99,5 %) складається з 14 хімічних елементів: кисню – 49,13 %, кремнію – 26,00, алюмінію – 7,45, заліза – 4,20, кальцію – 3,25, натрію – 2,40, магнію – 2,35, калію – 2,35, водню – 1,00 % тощо.

До найбільш застосовуваних у народному господарстві елементів належать: свинець, ртуть, бром, йод та ін. Деякі елементи, що є у достатній кількості в земній корі, надзвичайно розсіяні в межах доступного для розробки шару земної кори, тоді як інші сконцентровані у вигляді окремих скупчень. Масштаби промислового використання багатьох елементів перебувають у значній невідповідності з їхньою поширеністю в земній корі.

Наприклад, титану в земній корі майже у два рази більше, ніж вуглецю, тоді як добувається його щорічно приблизно у 10^5 разів менше. Однак з розвитком науково-технічного прогресу в провідних галузях підвищується попит на рідкі та розсіяні метали.

Найбільш загальними й розповсюдженими видами сировини є вода й повітря. Сухе повітря містить: азоту – 78 %, кисню – 21 %, аргону – 0,94 %, вуглекислого газу – 0,03 % і незначну кількість водню й інертних газів, а також водяної пари, пилу та ін. Кисень повітря знаходить широке застосування в багатьох галузях промисловості: у металургії, машинобудуванні, хімічній і паливній промисловостях. Широке застосування знаходить азот (наприклад, у синтезі аміаку, а також для створення інертних середовищ у багатьох хімічних реакціях).

За галузево-технологічним принципом використання мінеральну сировину розподіляють на рудну, нерудну і пальне.

Рудною мінеральною сировиною називають гірські породи або мінеральні агрегати, що містять метали, які можуть бути економічно вигідно видобуті в технічно чистому вигляді.

Нерудною, або неметалічною називають усю сировину, яку використовують у виробництві хімічних, будівельних і інших неметалічних матеріалів і яка не є джерелом одержання металів. Однак більша частина нерудної сировини містить метали (наприклад, фосфорити, апатити, алюмосилікати).

До горючої мінеральної сировини належать органічні корисні копалини: вугілля, торф, сланці, нафта й ін., які використовуються як паливо або сировина для хімічної промисловості.

Рудна сировина. Промисловими металевими рудами називаються корисні копалини, які містять один або кілька металів у кількості й формі, що допускають на даному етапі розвитку техніки їх економічно раціональний видобуток. Чим досконаліша технологія переробки руди, тим легше переробляти руду з меншим вмістом металу. Розрізняють руди *монометалічні*, які містять тільки один метал, доцільний для витягу (хромові, залізні, золотовмісні), *біметалічні* руди, в яких обидва метали доступні для здобуття (мідно-молібденові, свинцево-цинкові), *поліметалеві* руди, з яких витягається понад два метали (алтайські колчеданні руди, що містять свинець, цинк, мідь, срібло й інші; саксонські руди, що містять кобальт, нікель, срібло, вісмут, уран).

Іноді зустрічаються самородні руди, в яких метал перебуває або в чистому вигляді, або у вигляді сплаву з іншими металами, наприклад, золотоносні, платинові руди.

За призначенням руди поділяються на руди чорних, кольорових і рідких металів.

Нерудна сировина (мінерально-хімічна). Вона є джерелом одержання неметалів (сірка, фосфор і ін.), солей, мінеральних добрив і будівельних матеріалів. Найважливішими видами нерудної сировини є самородна сірка, апатити, фосфорити, природні солі (калійні, мірабіліт, сода, поварена сіль). До нерудної сировини належать і рідкісні мінерали промислового значення (алмаз, графіт).

Горюча мінеральна сировина, паливо. Паливом називають горючі органічні речовини, що є джерелом теплової енергії й сировиною для хімічної, металургійної й інших галузей промисловості. Все паливо за агрегатним станом підрозділяється на тверде (вугілля, торф, деревина, сланці), рідке (нафта, нафтопродукти), газоподібне (природний і попутний гази й ін.). За походженням паливо буває природним і штучним, тобто отриманим у результаті переробки природного палива або як відходи різних технологічних процесів (наприклад, доменний газ). Горючі корисні копалини є природним видом палива.

Вивчаючи різні види палива, зверніть увагу на таку його характеристику, як питома теплота згоряння.

Як відомо, питома теплота згоряння палива – це кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні одиниці маси або обсягу палива (Дж/кг і Дж/м³). Технічна характеристика палива визначається його складом. До складу всіх видів палива входить горюча (органічна маса + горючі неорганічні речовини – сірка, її з'єднання й ін.) і негорюча маси (зола, волога) – баласт. Органічна маса палива складається в основному з вуглецю, водню, а також азоту й кисню. Чим більше в паливі золи, вологи, тим нижче його теплота згоряння. Чим вищій в органічній масі вміст вуглецю й водню і чим менше кисню й азоту, тим більшою тепловою згоряння характеризується паливо.

Наприклад, питома теплота згоряння нафти – 42 000 кДж/кг, або 11,63 кВт-год./кг; природного газу – 25 000–46 000 кДж/кг, або 6,98–12,82 кВт-год./кг; антрациту – 32 800–33 600 кДж/кг, або 9,08 – 9,32 кВт-год./кг; дров – 8 300–15 400 кДж/кг, або 2,35 – 4,32 кВт-год./кг.

Для обчислення загальних запасів палива різні його види перераховують на так зване умовне паливо. Відповідно 1 т бурого вугілля береться за 0,4 т, кам'яного вугілля – за 1,0 т, а нафти – за 1,4 т умовного палива.

У нинішніх економічних умовах велика увага приділяється комплексному використанню мінерально-сировинних ресурсів. Тому при вивченні даної теми слід звернути увагу на ці питання.

Оскільки сировина в собівартості деяких видів промислової продукції (наприклад, хімічної) становить 60–70 %, тому виняткову важливість для інтенсифікації виробництва і залучення в господарський обіг

внутрішніх резервів має *комплексне використання сировини*, тобто максимальний витяг і використання всіх цінних компонентів, що містяться в родовищах корисних копалин, виходячи з потреб у них народного господарства і можливостей науки і техніки. Практично більшість родовищ корисних копалин є комплексними і містять декілька корисних компонентів. Особливо це характерно для поліметалевих руд. У родовищах нафти супутніми компонентами є газ, сірка, бром, йод, бор; у газових родовищах – гелій, сірка, азот; у видобутку вугілля – колчедан, сірка, глинозем, германій і ін. У кольоровій металургії профілюючими вважаються 11 металів (алюміній, мідь, нікель, кобальт, свинець, цинк, вольфрам, молібден, ртуть, олово, сурма), разом з якими вилучається понад 60 інших компонентів (рідкі, рідкоземельні та благородні метали). Так на підприємствах кольорової металургії попутно виробляється до 30 % сірки, до 10 % цинку, міді, свинцю. Таке попутне вилучення елементів приводить до різкого підвищення економічної ефективності виробництва.

Слід зазначити, що комплексне використання сировини досягається її збагаченням, а також різноманітною хімічною переробкою отриманої сировини з послідовним вилученням цінних компонентів, які широко використовуються в різних галузях народного господарства, та сприяє комбінуванню різних виробництв.

Прикладом комплексного використання твердого палива може служити коксохімічне виробництво, де з вугілля різних марок, крім коксу і коксового (світильного) газу, одержують аміак, сірковуглець, а також сотні органічних сполук, що є сировиною для одержання пластмас, хімічних волокон, барвників, вибухових речовин і лікарських препаратів. У результаті переробки нафти одержують моторні палива, мазут, гази нафтопереробки, рідкі вуглеводні. Тільки з газів нафтопереробки можна одержати метан, етан, пропан, бутан, пентан, етилен, пропілен, бутилен, ацетилен, сірководень і багато інших газів, що є найціннішою сировиною для одержання пластмас, каучуку, хімічних волокон, сірчаної кислоти, барвників і ліків.

Науково-технічний прогрес сприяє більш широкому залученню сировинних ресурсів у суспільне виробництво. Ефективне їх використання значною мірою визначає промисловий потенціал країни.

Далі, вивчаючи це питання, розгляньте неорганічні корисні копалини та їх використання за допомогою таблиці 1 додатка Б.

Вода й повітря в промисловості. При вивченні цього питання, зверніть увагу на особливу роль води та повітря у технологічних процесах. Відомо, що понад 85 % води, яка використовується в промисловості, витрачається у процесах охолодження, застосовується для

очищення технологічних газів, гідротранспортування подрібненої сировини, вугілля, в нагріванні матеріальних потоків, а також як розчинник і мийний засіб. У низці хімічних, електрохімічних, біохімічних процесів вода застосовується як основний реагент чи сировина.

Зверніть увагу на те, що залежно від призначення вода умовно підрозділяється на промислово й питну. Природно, що вимоги до складу води істотно залежать від призначення.

Важливе значення для ефективного використання води у промисловості має її якість. Основними показниками якості води є твердість, загальний солевміст, прозорість, наявність кисню, смак, запах, реакція середовища. Для оцінки питної води велике значення має токсичність домішок, кількість мікробів, що втримуються в ній, запах, колір і смак. Для промисловості важливою характеристикою якості води є кількість і хімічний склад розчинених у ній солей. Загальний солевміст характеризує наявність у воді мінеральних і органічних домішок. Кількість їх визначають за сухим залишком (мг) випаром 1 л води й висушуванням залишку при 110 °С до постійної маси. Для більшості виробництв основним якісним показником слугує твердість води, обумовлена присутністю у ній солей кальцію й магнію. Розрізняють три види твердості води: тимчасову, постійну й загальну. *Тимчасова* (переборна твердість) обумовлена наявністю у воді гідрокарбонатів кальцію й магнію. Ці солі порівняно легко видаляються при кип'ятінні. *Постійна твердість* обумовлена присутністю у воді сульфатів, хлоридів і нітратів кальцію й магнію, які при кип'ятінні не видаляються. Тимчасова й постійна твердість у сумі дають *загальну твердість*.

Максимально припустима концентрація розчинених солей визначається стандартом залежно від виробництва, на якому застосовується вода. За класифікацією залежно від вмісту іонів кальцію й магнію природні води розподіляють на п'ять класів: дуже м'які, м'які, помірно тверді, тверді, дуже тверді.

Кількість розчинених у воді газів також позначається на якості води, тому що вуглекислий газ, кисень, сірчистий газ і інші спричиняють значну корозію труб.

Окислюваність води обумовлена наявністю у ній органічних домішок і визначається кількістю перманганата калію (мг), витраченого при кип'ятінні 1 л води протягом 10 хв.

Поряд з природною водою в різних технологічних процесах широко використовується повітря атмосфери. Передусім повітря витрачається в енергетичних агрегатах під час спалювання органічних носіїв (вугілля, газу, мазуту, бензину) – на теплових електростанціях і двигунах внутрішнього згорання. Великі об'єми повітря використовують

у металургії: для виготовлення 1 т сталі його потрібно понад $15 \cdot 10^3 \text{ м}^3$, 1 т міді – близько $60 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. Повітря широко використовується для транспортування матеріалів (пневмотранспорт), для теплопередачі й охолодження технологічних об'єктів, як робоче тіло у пневматичних системах.

За температури, нижчої від $-192 \text{ }^\circ\text{C}$, і тиску 760 мм рт. ст. повітря зріджується в блакитну легкорухому рідину зі щільністю 960 кг/м^3 .

Рідке повітря можна досить довго зберігати в спеціальних термосах – посудинах Дьюара. Під час зберігання рідкого повітря вміст кисню в ньому додатково підвищується внаслідок випаровування азоту. Рідке повітря використовують у великих кількостях для вилучення з нього газів: кисню, азоту, аргону та ін. методом ректифікації – перегонки.

Енергія в промисловості. Особливе значення при вивченні технологічних процесів має питання ролі енергії в технологічних процесах. Більшість технологічних процесів у промисловості пов'язані з поглинанням чи виділенням енергії або перетворюють один вид енергії на інший. Енергія потрібна як для проведення самого технологічного процесу і транспортування сировини та готової продукції, так і для здійснення допоміжних операцій (сушіння, подрібнення, фільтрування тощо). Ось чому практично всі технологічні процеси є споживачами енергії. Тому, вивчаючи це питання, ознайомтесь з функціями та видами енергії, які застосовують у технологічних процесах (додатки Д, Е, Ж, З).

Як відомо, **електрична енергія** використовується у промисловості для перетворення на механічну при здійсненні механічних і фізичних процесів обробки матеріалів: подрібнення, сортування, перемішування, сушіння, нагрівання, проведення хімічних реакцій.

Найбільш поширеними джерелами електричної енергії є вода на гідроелектростанціях; енергія, що виділяється при згорянні палива на теплових електростанціях; енергія ядерних реакцій – на атомних електростанціях. Джерелами електричної енергії є також вітрова, сонячна та інші види енергії.

Теплова енергія, яку отримують при згорянні палива, використовується для опалення, здійснення численних технологічних процесів (плавлення, сушіння, перегонка). Теплоносіями у цьому випадку є топкові гази, водяна пара, вода.

Хімічна енергія, яка виділяється в процесі екзотермічних реакцій, служить джерелом тепла для нагрівання реагентів, використовується в гальванічних елементах та акумуляторах.

Розглянуті види енергії належать до невідновлюваних джерел. Існують також відновлювані енергоресурси: течія річок (15 % всієї

електроенергії), енергія сонця, вітру, морських припливів (світовий потенціал – 500 млн. т умовного палива щорічно), геотермальна енергія (тепло підземних джерел, морів та океанів).

Геотермальна енергія – це запаси тепла, що накопичились у надрах Земної кулі. Ця теплота надходить на поверхню у вигляді гарячих джерел – гейзерів. Геотермальна енергія (в Україні немає) використовується для зігрівання приміщень, що потребують підвищеної температури.

Світлова енергія використовується при здійсненні фотохімічних процесів, при виробництві фотоелементів, фотодатчиків.

Енергія Сонця використовується в основному в сонячних батареях на космічних кораблях.

Енергія, яку споживає виробництво, за своїм призначенням поділяється на технологічну, рушійну, опалювальну, освітлювальну тощо.

Найбільшого поширення в промисловості набула електрична енергія. Її споживання постійно зростає, що викликано розширенням застосування в технологічних процесах таких прогресивних методів, як електрофізичні, електрохімічні, електронно-променеві та багатьох інших. Причому електрична енергія вважається найбільш економічною і екологічною.

Зверніть увагу на те, що кожний вид енергії є базою для здійснення певного процесу у виробництві на основі зміни виду цієї енергії. Тому далі, розглядаючи це питання, зверніть увагу на таблицю 2.1, де подано класифікацію природних і виробничих процесів за ознакою зміни виду енергії.

Кожний енергетичний процес, як і вид енергії, має певну галузь застосування. Обсяги використання того чи іншого виду енергії постійно змінюються.

Таблиця 2.1

Класифікація типів процесів за видами перетворення енергії

Вихідна енергія	Кінцева енергія					
	Механічна	Хімічна	Теплова	Електрична	Випромінювальна	Ядерна
Механічна	Механічні	Механіко-хімічні	Механіко-термічні	Механіко-електричні	Механіко-випромінювальні	Механіко-ядерні
Хімічна	Хіміко-механічні	Хімічні	Хіміко-термічні	Хіміко-електричні	Хіміко-випромінювальні	Хіміко-ядерні
Теплова	Термо-механічні	Термо-хімічні	Теплові	Термо-електричні	Термо-випромінювальні	Термо-ядерні

Вихідна енергія	Кінцева енергія					
	Кінцева	Вихідна	Кінцева	Вихідна	Кінцева	Вихідна
Електрична	Електро-механічні	Електро-хімічні	Електро-термічні	Електричні	Електро-випромінювальні	Електро-ядерні
Випромінювальна	Випромінювально-механічні	Випромінювально-хімічні	Випромінювально-термічні	Випромінювально-електричні	Випромінювальні	Випромінювально-ядерні
Ядерні	Ядерно-механічні	Ядерно-хімічні	Ядерно-термічні	Ядерно-електричні	Ядерно-випромінювальні	Ядерні

Далі зупиніться на розгляді схем роботи атомної станції, гідроелектростанції та теплоелектростанції, використовуючи схеми, подані в додатках Е, Ж і З.

Раціональне використання енергії. Великі масштаби сучасних промислових підприємств обумовлюють все більш зростаючу потребу у всіх видах енергії. Капітальні витрати на енергетичну складову при будівництві багатьох підприємств становлять від 13 до 53 %. Показником енергомісткості того або іншого процесу служить витрата енергії (у кВт-год. або Дж) на одиницю одержуваної продукції, наприклад, на 1 т. Так, наприклад, для виробництва 1 т алюмінію потрібно близько 20 000 кВт-год. електроенергії, 1 т магнію – 18 000 кВт-год., 1 т фосфору – у середньому 15 000 кВт-год., а для виробництва 1 т аміачної селітри та суперфосфату – відповідно 10 і 5 кВт-год. У малоенергетичних виробництвах частка енергії становить близько 10 % собівартості продукції та менше, тоді як у виробництві металів, фосфору, хлору, карбідів – це одна з головних статей витрат.

Зниження енергомісткості та матеріаломісткості продукції стає важливим критерієм науково-технічного рівня виробництва. Критерієм економічного використання служить коефіцієнт використання енергії (к.в.е.), що виражається відношенням кількості енергії, теоретично необхідної для виробництва цієї продукції, до фактично витраченої.

У багатьох виробництвах к.в.е. ще досить низький і не перевищує 40–60 %. Наприклад, к.в.е. паротурбінних електростанцій становить близько 40 %, а тепловий к.в.е. процесу випалу вапняку – тільки 65 % і т.д. Тому проблема раціонального використання енергії, зменшення втрат теплоти в навколишнє середовище, використання так званих вторинних енергетичних ресурсів відіграють важливу роль у промисловості.

На багатьох промислових підприємствах широко використовується теплота газів, які відходять від газоподібних і рідких продуктів реакції, що може бути утилізована в теплообмінниках – рекуператорах, камерах-регенераторах і казанах-економайзерах. У ряді виробництв використовується пара, що відходить після її застосування, для нагрівання реакційних апаратів. Вторинні енергетичні ресурси можуть бути використані для підігріву сировини, сушіння, випарювання, дистиляції, гарячого водопостачання, опалення та різних виробничих потреб. Наприклад, у сірчаноокислотному виробництві використовується теплота випалювальних газів, у технологічних процесах виробництва соди, цементу головним джерелом вторинних енергоресурсів є димові гази, що відходять, тощо. Витрати електричної енергії, наприклад, в електрохімічних виробництвах знижуються усуненням побічних втрат у контактах і струмопровідних шинах, зменшенням опору електроліту за рахунок підвищення його електропровідності та скорочення відстані між електродами, а зниження витрат електроенергії в електрометалургійних процесах досягається підвищенням кількості електродів і поліпшенням конструкції печей.

У ряді хіміко-технологічних процесів величина втрат тепла апаратами в навколишнє середовище становить 10–15 % від загальної кількості витраченої теплоти. Ці втрати зменшують тепловою ізоляцією апаратури, її конструктивним оформленням і вибором таких габаритів, які забезпечують мінімальну поверхню тепловіддачі в навколишнє середовище.

Утилізація вторинних енергоресурсів і усунення втрат теплоти призводять до зниження собівартості продукції, скорочення капітальних витрат в енергетичні галузі та забезпечують економію палива в народному господарстві. У сучасних умовах не можна розглядати паливо тільки як джерело теплової енергії, тому що воно є також найціннішою сировиною хімічної промисловості. Комплексне енергохімічне використання палива є основою його раціонального застосування в народному господарстві.

Заощадження теплоти й енергії є найважливішим державним завданням. Досягнення цієї мети повинно бути забезпечене проведенням цілого комплексу енергозберігаючих заходів. Одним з найважливіших напрямків у технології є створення маломістких виробництв за рахунок застосування ефективних каталізаторів, ультразвуку, магнітного поля, вакууму й інших прогресивних методів інтенсифікації технологічних процесів.

Важливим питанням при вивченні даної теми є питання видобутку, збагачення та очищення сировини.

Збагачення корисних копалин. Збагаченням корисних копалин називається сукупність процесів обробки, в результаті якої мінеральну сировину можна використовувати з більшим технічним і економічним ефектом. При збагаченні корисні копалини відокремлюються від пустих порід і шкідливих домішок. Хімічний склад мінералів у більшості випадків не змінюється.

Зверніть увагу на те, що збагачення забезпечує: можливість розширення сировинної бази промисловості за рахунок комплексного використання сировини й залучення в експлуатацію бідних корисних копалин; більш повне використання виробничого устаткування за рахунок висококонцентрованої сировини; економію транспортних засобів; поліпшення якості готової продукції.

У промисловості застосовують *попередню підготовку сировини і збагачення* корисних копалин. Залежно від вимог технологічного процесу *попередня підготовка* сировини полягає (крім сортування) у подрібненні матеріалів (наприклад, апатитонєфелінової породи для виробництва фосфорних добрив) або навпаки в укрупненні (брикетуванні) часток сировини й агломерації. Процеси брикетування й агломерації застосовуються, наприклад, у металургії при виробництві чавуну з подрібнених руд, колчеданних недогарків.

Подрібнення матеріалів здійснюється за допомогою щоккових і конусних дробарок, у млинах – грохотах, різачах і різальних машинах. Щоккові та конусні дробарки використовують для подрібнення руд на великі (300–100 мм), середні (50–10 мм) і малі (10–2 мм) грудки. На більш дрібні фракції (до розмірів 0,1–1 мм) сировину подрібнюють на спеціальних машинах – млинах. За допомогою грохотів, які обладнані колосниковими, листовими або дротяними ситами, яким надають руху кулачкові механізми, руду або вугілля можна розсортувати на декілька (до 10) фракцій (додаток Ж).

Для нормального ходу технологічного процесу необхідно, щоб поверхня реагуючих речовин (складових сировини) була оптимальною. Саме тому подрібнену сировину сортують за розмірами шматків. З цією метою сировину, що надходить з різних родовищ (шахт), змішують (усереднюють) шляхом її перемішування на складах гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК).

Збагачення сировини називають сукупність процесів первинної обробки мінеральної сировини, що мають на меті відділення всіх цінних мінералів від порожньої породи, а також взаємне розділення цінних мінералів.

Метою збагачення є одержання сировини з якомога більшим вмістом корисних елементів. При збагаченні утворюються дві або кілька

фракцій. Фракції, збагачені одним з елементів корисних компонентів, називаються *концентратами*, а фракції, що складаються з мінералів, які не використовуються в даному виробництві, тобто порожньої породи, називаються *хвостами*. Велике значення збагачення полягає в тому, що одержані концентрати мають стандартний, постійний і більш однорідний, ніж вихідна сировина, склад і властивості. Методи збагачення сировини залежать від агрегатного стану вихідних корисних копалин і від властивостей основних компонентів. Наприклад, види збагачення мінеральної сировини (у твердому стані) розподіляються на механічні, фізико-хімічні та хімічні і ґрунтуються на розбіжностях у таких властивостях, як щільність, розмір і форма мінералів, міцність, електропровідність, вологість, розчинність, магнітна проникність і ін.

Слід відзначити, що найбільш поширеними є *механічне збагачення* – просівання, гравітаційний поділ, електромагнітна сепарація, електростатичне збагачення, термічний поділ і ін. (додатки К, Л). Наприклад, *електромагнітна сепарація* застосовується для відокремлення магнітних матеріалів від немагнітних – порожньої породи. *Просівання* засноване на тому, що мінерали, які входять до складу сировини, розділяються на фракції за розмірами. *Гравітаційний поділ* заснований на різниці швидкостей осідання часток у рідині або газі залежно від їх щільності. Гравітаційне збагачення сировини буває сухим і мокрим.

До фізико-хімічних способів збагачення сировини відносять *флотаційний метод*, заснований на різній змочуваності компонентів, що входять до складу сировини. Більшість мінералів у природних умовах мало відрізняються за змочуваністю один від одного. Для їхнього поділу створюють умови неоднакового змочування окремих компонентів породи, що досягається застосуванням флотаційних реагентів: піноутворювачів, збирачів, регуляторів і активаторів флотації, а також подавлювачів, які здатні перешкоджати спливанню певних мінералів. Досить ефективним видом збагачення є *селективна флотація*, проведена кілька разів за кілька стадій. Селективною флотацією поліметалевої мідної руди одержують до 10 концентратів окремих мінералів, а під водою залишається порожня порода; при цьому витрати флотаційних реагентів становлять 100 г на 1 т породи.

Рідкі розчини різних речовин концентрують *випарюванням*, *виморожуванням*, *виділенням домішок в осад або газову фазу*. Газові суміші розділяють на компоненти за допомогою різних фізичних і фізико-хімічних методів, таких як: поглинання окремих газів рідиною (*абсорбція*) чи твердими поглиначами (*адсорбція*) або *поділом зріджених газів на фракції* й ін.

Хімічні способи збагачення ґрунтуються на різній розчинності частин сировини в тому або іншому розчиннику або на різній здатності сировини вступати в ті або інші хімічні реакції (окислювання, розкладання, відновлення). Хімічні способи збагачення особливо поширені в металургії й хімічній промисловості; у такий спосіб розділяють золото й срібло, що містяться в незначних кількостях у рудах (шляхом взаємодії їх з ртуттю, ціаністим натрієм, хлором). До операції хімічного збагачення відносять також випал мінералів з метою розкладання карбонатів, видалення кристалізаційної вологи, випалювання органічних домішок і інших процесів, що приводять до збільшення концентрації корисного компонента в продукті збагачення. Всі ці операції є в більшості типових хіміко-технологічних процесів.

Важливим питанням при вивченні теми є питання *якості сировини*. Саме вибір і якість сировини визначають режим роботи та продуктивність обладнання, впливають на якість і собівартість продукції. Якість сировини зумовлюється сукупністю її фізичних, механічних, хімічних і технологічних властивостей.

Так для виробництва чавуну використовують руди з різним вмістом заліза. У разі значного вмісту заліза в руді зменшуються витрати на підготовлення руди до перероблення та витрата палива (коксу або природного чи іншого газу), зростає продуктивність доменної печі, і навпаки, якщо вміст заліза малий, то збільшуються витрати на підготовлення руди та витрати палива і зменшується продуктивність печі. При використанні руд з великим вмістом домішок (фосфор, сірка та ін.) і породи збільшуються витрати палива, флюсу, зменшується продуктивність печі та погіршується якість чавуну.

У процесі виробництва сірчаної кислоти використовують сірку, сірчисті мінерали та викиди газів кольорової металургії тощо. Кислоту найкращої якості отримують із сірки.

Зверніть увагу на те, що для виготовлення якісної продукції необхідно дотримуватися таких вимог: *якісна сировина та паливо; досконале обладнання* (агрегати, верстати, печі, апарати тощо) та *відповідна новітня технологія*. Усі ці вимоги взаємопов'язані.

Аналіз роботи підприємства показує, що економіка виробництва залежить не лише від якості сировини, але і від раціонального та комплексного її використання.

Відомо кілька шляхів раціонального використання сировини. Найважливішими з них є належний вибір сировини, добре збагачення, комплексне перероблення та максимальне використання відходів.

Зверніть увагу, що вибір сировини визначає тип технологічного обладнання, тривалість її перероблення та впливає на техніко-економічні

показники роботи підприємства. Сучасні технології дають змогу одну і ту саму продукцію виробляти з різних видів сировини. Наприклад, деякі деталі для машин виготовляють з металів, пластмас; сірчану кислоту виробляють із сірки, сірчистих мінералів і викидних газів кольорової металургії.

Собівартість сировини визначає собівартість продукції. Значні темпи зростання виробництва різної продукції збіднюють поклади мінеральної сировини. У багатьох випадках експлуатуються родовища корисних копалин з мізерним вмістом потрібного елемента або родовища, які залягають дуже глибоко. Внаслідок цього збільшуються витрати на видобування, підготовлення та транспортування сировини до місця перероблення. Саме тому дуже важливо повністю використовувати мінеральну сировину: вилучати всі її корисні компоненти та використовувати відходи.

Такий підхід до використання мінеральної сировини забезпечує отримання найбільшого економічного ефекту з найменшим забрудненням довкілля.

Комплексне використання сировини застосовують у процесі перероблення твердих видів палива, нафти, руд кольорових металів, рослинної та тваринної сировини тощо. Так при переробленні руди кольорових металів отримують кадмій, індій, селен, телур, реній та ін., а з викидних газів виробляють сірчану кислоту.

До комплексного використання сировини залучають одразу кілька підприємств. Наприклад, при конверсії природного газу разом з воднем, який потрібний для синтезу амоніаку, отримують діоксин вуглецю, який не використовується у виробництві амоніаку, тому виробництво амоніаку суміщають з виробництвом карбаміду (сечовини).

При комплексному використанні сировини зменшуються витрати на транспортування, не забруднюється довкілля та зменшується собівартість основної продукції.

Промислова водопідготовка. Під водопідготовкою слід мати на увазі комплекс заходів і технологічних процесів з отримання води необхідної якості. До них належать: відстоювання, фільтрування, знезараження води, зм'якшення і знесолення та ін. Так, наприклад, процес *відстоювання* дозволяє видалити з води грубі та дисперсні зважені домішки, що безперервно осідають на дно відстійних бетонних резервуарів. Для досягнення повного посвітління й знебарвлення води від колоїдних домішок у відстійники вводять коагулянти – хлориди чи сульфати алюмінію або заліза. Осад, що утворився при коагуляції, видаляється з води відстоюванням і фільтруванням.

Фільтрування – важливий метод очищення води; для цього застосовуються піщані фільтри із зернистим фільтруючим шаром.

Знезаражування води – обов'язковий процес очищення води, яка використовується для побутових потреб. Знищення хвороботворних мікробів і окислювання органічних домішок досягається хлоруванням за допомогою газоподібного хлору, а також озонуванням і кип'ятінням. Вода може бути знезаражена також за допомогою ультразвукових хвиль і ультрафіолетового опромінення. Важливим заходом водопідготовки для питних потреб варто вважати усунення запахів води.

Зм'якшення й знесолення – основні процеси водопідготовки. Видалення з води всіх солей (всіх катіонів і аніонів) називається знесоленням, а солей кальцію й магнію – зм'якшенням. Повне знесолення для одержання дистильованої води застосовується порівняно рідко. Способи зм'якшення підрозділяються на хімічні, фізичні й фізико-хімічні.

Розглядаючи хімічні методи водопідготовки, слід звернути увагу на їх сутність, яка полягає у зв'язуванні іонів кальцію й магнію за допомогою реагентів у нерозчинні сполуки, що легко видаляються.

За застосовуваними реагентами розрізняють такі хімічні способи: а) вапняний (вплив гашеним вапном); б) содовий (кальцинованою содою); в) натронний (їдким натром); г) фосфатний (тринатрійфосфатом). Найбільш економічно застосовувати комбінування методів очистки, це забезпечує усунення тимчасової й постійної твердості, видалення іонів заліза, коагулювання органічних і інших домішок. Таким методом є вапняно-содовий у сполученні з фосфатним або комбінований хімічний метод зм'якшення з фізико-хімічним (наприклад, іонообмінним). Сутність іонообмінного способу полягає у видаленні з води іонів кальцію й магнію за допомогою іонітів (іонообмінних смол), здатних обмінювати свої іони на іони, що втримуються у воді.

До фізичних способів зм'якшення води належать кип'ятіння, дистиляція й виморожування. Дистильовану воду одержують перегонкою на спеціальному дистиляційному устаткуванні. Дистильована вода широко застосовується у виробництві особливо чистих реактивів і в лабораторній практиці.

Сучасним методом фізико-хімічного зм'якшення води є електрохімічний, заснований на використанні електродіалізу і електроосмосу. Дегазація, тобто видалення з води розчинених газів, проводиться хімічним і фізичним способами. Нейтралізація застосовується головним чином для оборотної води, що забруднюється кислотами або лугами у виробничих процесах. Для нейтралізації використовують вапно, соду й інші реагенти (додатки В і Г).

Винятково важливого значення в нинішніх еколого-економічних умовах набуває раціональне використання водних ресурсів. Це змушує економити воду та шукати способи раціонального її споживання і розробляти методи багаторазового використання, тобто впроваджувати оборотні системи споживання.

Далі розгляньте схему оборотного водопостачання, яка наведена в додатку М.

Як видно з додатка, свіжа вода для техпроцесу забирається лише на поповнення безповоротних втрат, скидання стічних вод припиняється, а в технологічний процес надходить за замкнутим циклом так звана оборотна вода. Оборотні системи водопостачання можна використати й у сільському господарстві. Досить перспективним є використання побутових стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур (на “полях зрошення”).

Термінологічний словник

Агломерація – це процес спікання дрібних порошкових речовин, непридатних для використання, у куски оптимального розміру.

Гезенок – це сліпий стовбур, який служить для спуску корисної копалини з вищого горизонту на нижчий.

Гірничі виробки – порожнини, що утворюються в земній корі в результаті гірничих робіт.

Гірничі роботи – роботи з відокремлення порід від масиву, відокремлення корисних копалин і пустих порід та доставки їх до місця переробки.

Дистиляція, або перегонка нафти – поділ нафти та нафтопродуктів на фракції, який ґрунтується на різниці температур кипіння окремих фракцій.

Збагачення – це сукупність процесів первинної обробки мінеральної сировини, що мають на меті відділення всіх цінних мінералів від порожньої породи, а також взаємне розділення цінних мінералів.

Кар’єр – сукупність відкритих виробок, обладнаних для видобування корисних копалин.

Коксування – процес нагрівання вугілля або іншого твердого палива без доступу повітря при температурі 1 100–1 200 °С. Цей процес називають сухою перегонкою, за якою одержують кокс, напівкокс, деревне вугілля і леткі продукти.

Колодязь і шурф – це вертикальні гірничі виробки, які мають вихід на поверхню і призначені для допоміжних робіт: розвідка шару, вентиляція.

Концентрат – продукт з підвищеним вмістом необхідного мінералу.

Копальня – гірниче підприємство, на якому видобувають корисні копалини в закритих виробках.

Магнітна сепарація – метод розділення мінералів між собою або від пустої породи на основі різниці їх магнітних властивостей.

Нерудна сировина – сировина, яку використовують для виробництва хімічних, будівельних та інших неметалічних матеріалів (фосфорити, апатити, граніти, алюмосилікати).

Очисні роботи – роботи, пов'язані з відокремленням корисних копалин.

Промислова підготовка води – комплекс заходів і технологічних процесів для отримання води необхідної якості.

Рудна мінеральна сировина – гірничі породи, що вміщують метали, котрі можуть бути економічно вигідно виокремлені у технічно чистому стані.

Сировина – речовина природного або синтетичного походження, яку використовують при виробництві промислової продукції.

Сліпий стовбур – вертикальна гірнична виробка, яка не має безпосереднього виходу на денну поверхню і служить для підйому корисної копалини з нижчого горизонту на вищій.

Стовбур – вертикальна гірнична виробка, яка має безпосередній вихід на денну поверхню і служить для видання на поверхню корисної копалини, спуску допоміжних матеріалів, спуску-підйому людей, подання свіжого повітря.

Флотація – це процес розділення дрібних твердих частин, сутність якого полягає у різних поверхневих властивостях складових мінералів, заснована на відмінності їх при змочуванні водою.

Питання для поточного контролю знань

1. Дайте визначення сировині та матеріалам. Яка їхня роль у технологічних процесах?
2. Класифікація сировини. За якими ознаками вона класифікується?
3. Загальні відомості про мінеральну сировину.
4. Що ви знаєте про рудну, нерудну та горючу сировину?
5. Коротко охарактеризуйте попередню підготовку і способи збагачення сировини. Яка їхня роль у підвищенні якості сировини?
6. Роль води у сучасному виробництві.
7. Назвіть показники якості води.
8. Назвіть основні операції підготовки води до використання.
9. Технології відстоювання, фільтрування та знезаражування води.

10. Як відбувається пом'якшення і знесолювання води?
11. Що таке замкнутий цикл водокористування?
12. Використання повітря в промисловості.
13. Роль і шляхи використання енергії в технологічних процесах.
14. Джерела електричної енергії, їх техніко-економічне порівняння.
15. Назвіть альтернативні джерела електричної енергії, їх перспективи для України.
16. Дайте визначення терміна “збагачення”. У чому воно полягає?
17. Техніко-економічне порівняння різних способів збагачення.
18. Що таке гірничо-збагачувальний комбінат?
19. Якими способами може відбуватися збагачення сировини?
20. Дайте визначення термінів “концентрат”, “хвіст”, “проміжний продукт”.
21. Які властивості мінералів використовують при збагаченні корисної копалини?
22. У чому полягає технологія виготовлення агломерату?
23. У чому полягає технологія виробництва окатишів?

Теми рефератів

1. Сировина у технологічних процесах.
2. Методи обробки води.
3. Оборотні системи споживання.
4. Технологія виробництва електроенергії на теплових електростанціях.
5. Технологія виробництва електроенергії на ГЕС, ГАЕС.
6. Технологія виробництва електроенергії на АЕС.
7. Удосконалення технології виробництва енергії.
8. Дробіння і подрібнення сировини.
9. Збагачення сировини.
10. Виробництво агломерату.
11. Виробництво окатишів.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Розрізняють такі види твердості води:
 - а) тимчасова, обумовлена присутністю розчинних гідрокарбонатів кальцію та магнію (Так/Ні);
 - б) постійна, обумовлена присутністю сульфатів, хлоридів, силікатів, нітратів і фосфатів цих металів (Так/Ні);
 - в) загальна твердість, що є сумою попередніх (Так/Ні).

2. Відходи виробництва – це:
- а) фізично або морально застарілі предмети праці, що належать переробці;
 - б) кількість початкової сировини і матеріалів, які безповоротно втрачаються у процесі виготовлення продукції;
 - в) обидві відповіді правильні.
3. Оборотна система споживання – це:
- а) раціональне використання водних ресурсів;
 - б) багаторазове використання води в технологічному процесі;
 - в) виключення води із системи постійного її споживання.
4. До способів підготовки води до споживання належать:
- а) відстоювання;
 - б) введення коагулянтів і флокулянтів;
 - в) фільтрування.
5. Перевагами ГЕС є:
- а) маневреність;
 - б) виробництво дешевої електроенергії;
 - в) низька вартість будівництва;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
6. За агрегатним станом сировина поділяється на:
- а) рідку;
 - б) органічну;
 - в) рудну;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
7. За складом сировину поділяють на:
- а) тверду;
 - б) неорганічну;
 - в) нерудну;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
8. До нерудної сировини відносять:
- а) сірку і фосфор;
 - б) мінеральну;
 - в) органічну;
 - г) всі варіанти відповідей правильні;
 - д) всі варіанти відповідей неправильні.

9. Збагачення сировини, засноване на різній розчинності компонентів у воді при нагріванні, належить до:
- а) методу флотації;
 - б) методу електромагнітної сепарації;
 - в) галургічного методу.
10. Сукупність процесів обробки, в результаті якої мінеральну сировину можна використовувати з більшим технічним і економічним ефектом, називають:
- а) очисними роботами;
 - б) збагаченням;
 - в) концентрацією.
11. При збагаченні сировини утворюються такі фракції, як:
- а) конгломерат;
 - б) концентрат;
 - в) хвости;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
12. До методів збагачення сировини належать:
- а) адсорбція;
 - б) сепарація;
 - в) термічний поділ;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
13. Якість сировини визначають:
- а) фізичні, механічні, хімічні властивості;
 - б) технологічні властивості;
 - в) режим роботи та продуктивність обладнання;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
14. Вихідними матеріалами, що надходять з гірничодобувної промисловості, є:
- а) агломерат;
 - б) окатиші;
 - в) руда;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
15. Попередня підготовка сировини включає:
- а) здрібнювання матеріалів;
 - б) агломерацію;
 - в) брикетування;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.

Задачі

1. Визначте вихід концентрату при збагаченні залізної руди, якщо масова частка Fe_3O_4 становить 65 %, вміст заліза в концентраті – 70 %. Масова частка заліза у хвостах – 4 %.
2. Ступінь вилучення мідного концентрату з руди – 30 %, масова частка міді у руді – 2 %. Визначте масову частку міді в концентраті.
3. Визначте теплоту згоряння вугілля, якщо на кожну спалену тунну на ТЕС виробляється близько 2 000 кВт електроенергії.
4. Підрахуйте, яку кількість вугілля середньої якості необхідно завезти на ТЕС для виробництва 1 млрд. кВт електроенергії.
5. Підрахуйте кількість урану 235, яку необхідно заготовити для виробництва електроенергії на АЕС з двома енергоблоками потужністю 1 000 МВ при безперервній роботі протягом 3 місяців.

Література: 6, 8, 9, 13–15, 19, 21, 23, 26.

Тема 3. ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

У нинішніх економічних умовах найбільшого промислового застосування набули сплави заліза. До них належать: чавун, сталь і феросплави (сплави заліза з підвищеним вмістом інших елементів). Їх ще називають чорними металами. Вони є головними конструкційними матеріалами в машинобудуванні та будівельній індустрії. Усі інші метали і сплави відносять до групи кольорових. Їх виробляє кольорова металургія. Виробництво кольорових металів характеризується великою різноманітністю технологічних процесів виплавки та визначається особливостями складу їхніх руд. Продукцією кольорової металургії є чисті метали та їхні сплави, а також зливки для виготовлення сортового прокату.

Слід зазначити, що як чорна, так і кольорова металургія включає в себе деякі види підготовки сировини (іноді збагачення руд), процеси отримання металів, їх очищення (рафінування), виготовлення сплавів і виробництво прокату.

Для виробництва чорних металів використовують руди, флюси, паливо, вогнетривкі матеріали.

Зверніть увагу на те, що рудою називають гірські породи, які містять у собі метали в кількості, що забезпечує їхню економічно доцільну переробку. Залізні руди, наприклад, містять 30–60 % металу. Вміст кольорових металів у рудах не більше 5 %, а інших – частки процента (молібдену, наприклад, до 0,02 %).

Руда складається з мінералів, в яких метал знаходиться у вигляді оксидів, сульфідів, карбонатів і пустої породи (в основному кремнезему SiO_2 , глинозему Al_2O_3 з домішками сірки, фосфору, миш'яку тощо).

Флюсом називають матеріали, які утворюють при виплавці шлак-легкоплавку сполуку з пустою породою руди, золою палива та іншими неметалевими вкрапленнями.

При виплавці чорних і деяких кольорових металів флюсами можуть бути кварцовий пісок, що складається в основному із SiO_2 , вапняк CaCO_3 та інші сполуки кальцію та магнію.

Паливом у металургійних процесах можуть бути кокс, природний, доменний або коксовий газ, мазут.

При вивченні даної теми варто спочатку розглянути способи виробництва металів і сплавів, а потім більш детально ознайомитися з технологією отримання чавуну, сталі та деяких кольорових металів. Серед найбільш поширених способів виробництва металів слід виділити такі:

1. Пірометалургійний спосіб. За цього способу виробництво металів і сплавів ґрунтується на використанні теплової енергії, яка виділяється у процесі згоряння палива або протікання хімічних реакцій у сировині. Під час згоряння палива виділяється тепла енергія й утворюється CO . Теплову енергію використовують для розігрівання і розплавлення сировини, а CO – для відновлення металів з їх сполук (оксидів). Пірометалургійним способом отримують чавуни у доменних печах, сталі у мартенівських печах тощо.

2. Електрометалургійний спосіб. У процесі електрометалургійного способу метали та сплави отримують у дугових, індукційних та інших типах електричних печей або електролізом з розплавів і водяних розчинів хімічних сполук (наприклад, добування алюмінію з глинозему Al_2O_3).

В електричних печах сировину нагрівають до вищих температур, ніж у ході пірометалургійного способу. Сировина плавиться дуже швидко.

3. Гідрометалургійний спосіб. За цього способу метали з руд, концентратів і відходів виробництва вилучають за допомогою розчинників. Потім з цих розчинів електролізом отримують метали. Вилучення може здійснюватись як на поверхні землі, так і під землею за допомогою свердловин. Так виробляють і рафінують кольорові метали: мідь, цинк, нікель, кобальт, хром, срібло, золото, а останнім часом – уран і деякі інші метали.

4. Хіміко-металургійний спосіб. Цей спосіб об'єднує хімічні та пірометалургійні процеси. Ним, наприклад, виробляють титан: з титанової руди отримують чотири хлористий титан (TiCl_4), який відновлюють

за допомогою магнію (**Mg**) з подальшою плавкою в електродугових печах.

5. Плазмовий спосіб. Суть плазмової металургії полягає в тому, що за температури 10 000 °С оксиди металу перетворюються на плазму з певним ступенем іонізації. Оскільки енергія іонізації атомів металів менша від енергії іонізації атомів кисню, то в такій плазмі атоми металу іонізуються, а атоми кисню залишаються нейтральними. З отриманої суміші за допомогою магнітного поля вилучають іони металу. У плазмових печах отримують вольфрам, молібден, синтезують карбіди титану тощо. Цей спосіб використовують для отримання дуже якісних металів і сплавів.

6. Порошкова металургія. Цей спосіб поєднує процеси, внаслідок яких виготовляють порошки металів і неметалевих сполук, з яких пресуванням (для надання форми і розмірів) з подальшим спіканням виготовляють вироби (заготівки, деталі тощо).

7. Космічна металургія. Виробництво металів і сплавів у космосі називають *космічною металургією*. Оскільки в космосі не діють сили тяжіння, то під дією сили поверхневого натягу розплав набуває форми кулі й вільно зависає у просторі. Використовуючи електромагнітне поле, розплав можна надати будь-якої форми.

В умовах космосу компоненти сплавів добре перемішуються. У разі невагомості гази добре розчиняються в розплавах, а після кристалізації отримані сплави мають вигляд “губки” з рівномірно розподіленими комірками, заповненими газом. Такі сплави називають *металогазами*. Ці сплави надзвичайно легкі, наприклад, сплав, який складається з 87 % газу та 13 % сталі, плаває на воді як коркове дерево. Металогازی дуже перспективні для літако- та ракетобудування, а також для космічної техніки.

Крім описаних способів отримання металів і сплавів, існує електропроменевий спосіб та інші.

Технологія виробництва чорних металів. Вивчення даного питання доцільно розпочати з розгляду технології виплавки чавуну.

Чавун виплавляють із залізних руд пірометалургійним способом у доменних печах, використовуючи для цього тверде паливо (кокс) і флюси.

До основних залізних руд належать звичайний залізняк Fe_2O_3 (містить 50–66 % заліза), магнітний залізняк Fe_3O_4 (містить 50–70 % заліза), бурий залізняк $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (містить 30–50 % заліза), шпатовий залізняк FeCO_3 (містить 30–40 % заліза). У невеликих кількостях використовують також марганцеві руди MnO_3 , MnO_2 , Mn_2O_3 .

Окрім перелічених руд, у доменному процесі використовують такі високопродуктивні напівфабрикати, як офлюсований агломерат і офлюсовані окатиші, а також прокатну окалину, металобрухт і колошниковий пил.

Основним флюсом доменного процесу є вапняк CaCO_3 , а паливом – кокс, природний газ, мазут, вугільний пил.

Далі більш детально зупиніться на будові (рис. 3.1) та роботі доменної печі.

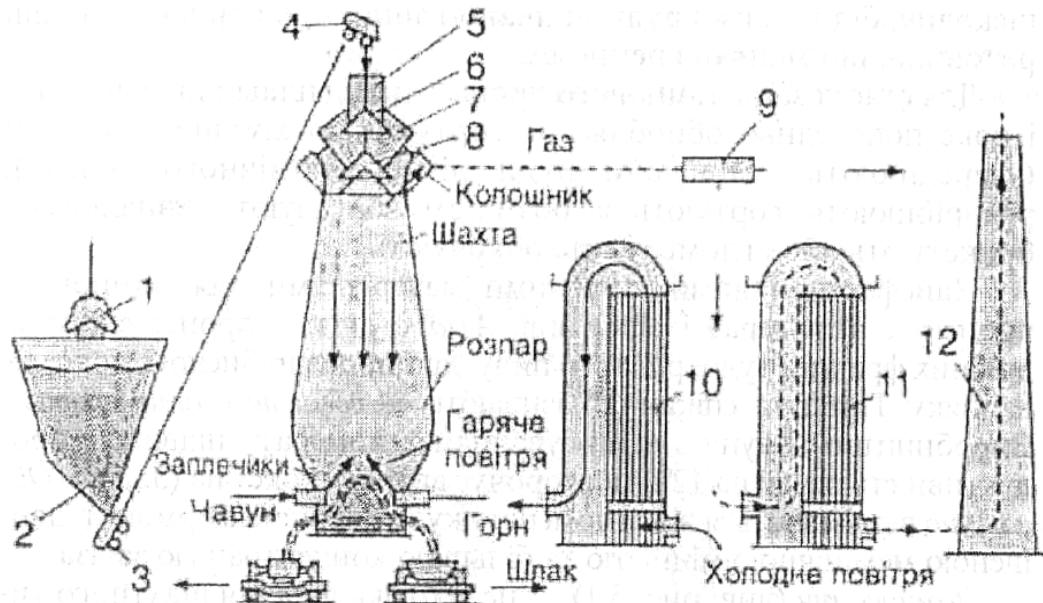


Рис. 3.1. Схема роботи доменної печі:

- 1 – вагон-терези для шихти;
- 2 – воронка для засипання шихти у скіпові вагонетки;
- 3 – скіпова вагонетка для подавання колош з бункера;
- 4 – верхня точка засипного апарата;
- 5 – приймальна воронка засипного апарата;
- 6 – малий конус;
- 7 – воронка великого конуса;
- 8 – великий конус;
- 9 – газоочищувач колошникових газів;
- 10 – повітрянагрівач;
- 11 – камера горіння з насадками для нагрівання повітря, що подається у доменну піч;
- 12 – димова труба.

Доменна піч – це спеціальна металева споруда, обкладена всередині вогнетривкою цеглою. Вона складається (зверху вниз) з колошниковою пристрою, шахти, розпару, запличників і горна.

Для виплавки чавуну в домну завантажують шихту – суміш певного співвідношення руди, палива та флюсів. Окремі порції шихти називаються колошами. Шихта завантажується в домну періодично у міру того, як згорає паливо і виходять чавун і шлак (додаток М).

Для підтримання горіння палива в доменну піч через фурми вдувається повітря під тиском до 0,3 МПа. Витрата повітря на виплавку 1 т чавуну в сучасних доменних печах становить до 3 000, а на великих печах – до 7 000 м³/хв.

Для інтенсифікації процесу виплавки та більш економічної витрати палива повітря нагрівають до 1 000–1 200 °С у повітронагрівачах регенеративного типу.

Головними характеристиками доменної печі є: корисний об'єм V_k у метрах кубічних і річна продуктивність у мільйонах тонн чавуну. Більшість діючих доменних печей мають корисний об'єм 1 300–5 000 м³.

Зверніть увагу на те, що домна працює за принципом зустрічних потоків: шихта рухається згори вниз, а гарячі потоки газу, який утворився внаслідок згорання палива, – назустріч, тобто знизу вгору. Плавка чавуну триває 4–8 годин, який випускають з горна через чавунну льотку, а шлак через шлакову льотку – через 30–40 хвилин.

Для безперебійної роботи довкола печі на подвір'ї розташовані обслуговуючі служби: рудний двір, підйомні та завантажувальні механізми, ливарні двори, нагрівачі повітря (каупери), вітродувні машини, машини (гармати) для закриття та відкорковування льоток, а також різноманітні прилади та пристрої для контролю роботи й управління процесами плавки.

Розглядаючи технологію виробництва чавуну, більш детально ознайомтесь з процесами, які відбуваються в домні під час варіння чавуну: горіння палива; відновлення заліза та інших хімічних елементів, які містяться в шихті, з їх сполук; науглецювання заліза (додаток Н).

Далі, вивчаючи це питання, зупиніться на розгляді *продуктів доменного виробництва*. Головними продуктами доменного виробництва є чавун і феросплави, побічними – шлак і колошниковий газ. Залежно від хімічного складу, будови та призначення виплавлені в доменній печі чавуни поділяють на переробні, ливарні та спеціальні.

Переробний чавун – такий, що йде на переробку в сталь. Марки П1 і П2. Це так звані білі чавуни, тому що на зламі вони мають сріблясто-білий колір. У білому чавуні весь вуглець знаходиться в складі карбиду заліза Fe₃C.

Ливарний чавун. Після застигання перетворюється в чушки, які відправляють на машинобудівні заводи, де в ливарних цехах їх розплавляють, заливають у спеціальні форми і отримують виливки, що служать заготівками при виготовленні багатьох деталей машин.

Спеціальні чавуни, або феросплави – це сплави заліза із значним вмістом кремнію, марганцю й інших елементів. До них належать: феросиліцій (9–13 % Si), феромарганець (70–75 % Mn), дзеркальний чавун (10–25 % Mn) та інші. Їх застосовують для розкислення та легування сталі. Головну масу серед продуктів доменного виробництва становлять переробні чавуни – 75–80 %. На частку ливарних чавунів випадає 15–20 % і феросплавів – 1–2 %.

Доменний газ. У доменному процесі при виплавці 1 т чавуну утворюється близько 3 000 м³ доменного газу. Він містить у собі пил, CO, H₂, N, CO₂ і має високу теплоту згоряння. Після очищення від пилу доменний газ частково використовується у доменному процесі, попередньо пройшовши через повітрянагрівачі регенеративного типу, а також для нагрівання коксових батарей, як палива та при виготовленні агломерату.

Шлак. Шлак, який утворюється в обсязі 0,6 т на 1 т чавуну, з доменної печі жолобом стікає в ківш. Потім його гранулюють струмом повітря або пари над водяним басейном. Нині доменний шлак майже повністю використовують. Наприклад, у будівництві: для одержання шлакопортландцементу, шлакобетону, шлакової цегли, шлаковати, пемзи, шлакоблоків, шлакового литва та ін. Повне використання доменного шлаку істотно підвищує економіку чорної металургії.

Для оцінювання *ефективності* роботи доменної печі та всього процесу плавки використовують такі *техніко-економічні показники*:

1. *Продуктивність* доменної печі – кількість виплавленого чавуну за добу (місяць, рік). Середня продуктивність печей в Україні становить 2 500–3 000 т/добу. Для підвищення продуктивності потрібно: використовувати високоякісну сировину, застосовувати кисневе дуття, створювати вищий тиск під колошником, підвищувати рівень механізації та автоматизації роботи доменної печі.

2. *Коефіцієнт використання корисного об'єму* доменної печі, що визначається відношенням корисного об'єму печі до середньої виплавки чавуну за добу:

$$K_{ВКО} = \frac{V}{P},$$

де V – корисний об'єм печі;

P – продуктивність печі за добу.

Чим менший цей показник, тим краще працює доменна піч. Середнє значення цього коефіцієнта в Україні 0,5–0,8.

3. *Витратні коефіцієнти.* Для виготовлення 1 т чавуну потрібно: 1,7–2 т руди, 500–700 кг коксу, 300–700 кг флюсів, 3,3 т повітря.

4. *Рівень механізації й автоматизації* – дуже важливий аспект на всіх етапах виробництва, особливо при завантаженні шихти, автоматизованому регулюванні тиску, температури, вологості газу на колошнику.

Крім того, важливими показниками в оцінюванні процесу є якість і собівартість чавуну.

Середня структура собівартості чавуну складається приблизно з таких затрат, %:

- сировина – 42,0;
- технологічне паливо – 50,0;
- заробітна плата – 1,5;
- амортизація – 1,5;
- інші витрати – 5,04.

Технологія виробництва сталі. Вивчаючи це питання, зверніть увагу, по-перше, на те, чим відрізняються чавун і сталь, по-друге, на особливості технології виплавки сталі і, по-третє, – на новітні технологічні процеси виробництва сталі.

Сталь, на відміну від чавуну, є основним конструктивним матеріалом майже в усіх сферах життєдіяльності. Це пояснюється її властивостями. На відміну від чавуну, в ній менше міститься вуглецю, кремнію, марганцю та домішок сірки та фосфору, що додає їй стійкості стосовно зовнішніх впливів.

Вихідними матеріалами для виплавки сталі є переробний чавун і сталевий брухт (скрап). Іноді – ще й феросплави. Як флюс використовують вапняк, як окислювач – залізну руду.

Зверніть увагу на те, що основне призначення переробки чавуну в сталь полягає у зменшенні в ньому вмісту вуглецю, кремнію, марганцю і фосфору шляхом окислення і перетворення їх на шлак або газу. Вуглець чавуну, з'єднуючись з киснем, перетворюється на газ CO і звітрюється. Інші домішки перетворюються на шлак.

Існує три основні способи отримання сталі: конверторний, мартенівський і електроспосіб.

Особливість виробництва сталі в *кисневих конвертерах* полягає в продувці рідкого чавуну технічним киснем під тиском 1,6–1,8 МПа, в результаті чого кисень окислює домішки, частина яких перетворюється на шлак, а решта разом з газами видаляються з печі. Реакції окислення протікають дуже швидко з виділенням великої кількості теплоти.

Кисневий конвертер (рис. 3.2) – це посудина 1 грушовидної форми із сталюого листа, футерована зсередини вогнетривкою цеглою 2. Робочий стан конвертера вертикальний. Кисень подається в нього під тиском 1–1,5 МПа за допомогою охолоджуваної водою фурми 3, яка вводиться в конвертер крізь горловину 4 і розміщується над рівнем рідкого металу на відстані 0,7–3 м.

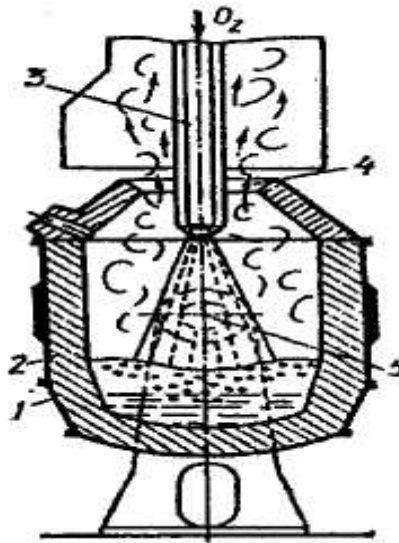


Рис. 3.2. Схема будови кисневого конвертера

Конвертери виготовляють об'ємом, розрахованим на переробку 100–350 т рідкого чавуну. Загальна витрата технічного кисню на виготовлення 1 т сталі становить 50–60 м³.

Матеріалами для одержання сталі в кисневому конвертері є рідкий переробний чавун (до 60 %) і сталевий брухт (до 30 %). Для виведення шлаку в конвертер додають залізну руду і вапняк, а для його розрідження – боксит і плавиковий шпат.

Температура плавлення в конверторі підвищується до 2 500 °С. Після продувки сталь готова. На весь цикл витрачається 35–40 хв. Це найбільш продуктивний і найдешевший спосіб виплавки сталі. Але якість сталі невисока. Продуктивність кисневого конвертера об'ємом 300 т досягає 400–500 т/год. (продуктивність мартенівських і електропечей не перевищує 80 т/год.). Завдяки великій продуктивності та малій металомісткості киснево-конвертерний спосіб стає основним способом виробництва сталі.

Конвертерна сталь йде в основному на невідповідальні будівельні конструкції. Конвертерним способом виплавляють близько 20 % сталі.

Виробництво сталі в *мартенівських печах*, на відміну від кисневого конвертера, є універсальним з точки зору складу шихти, але він менш продуктивний. Сталь отримують більш якісну, ніж у кисневих конверторах. Використовується вона в основному в машинобудуванні.

Зверніть увагу на те, що *мартенівська піч* (рис. 3.3) – це регенеративна полум'яна піч, висока температура в якій (1 750–1 800 °С) досягається згорянням газу над плавильним простором. Газу і повітря, що надходять у піч, підігріваються в регенераторах.

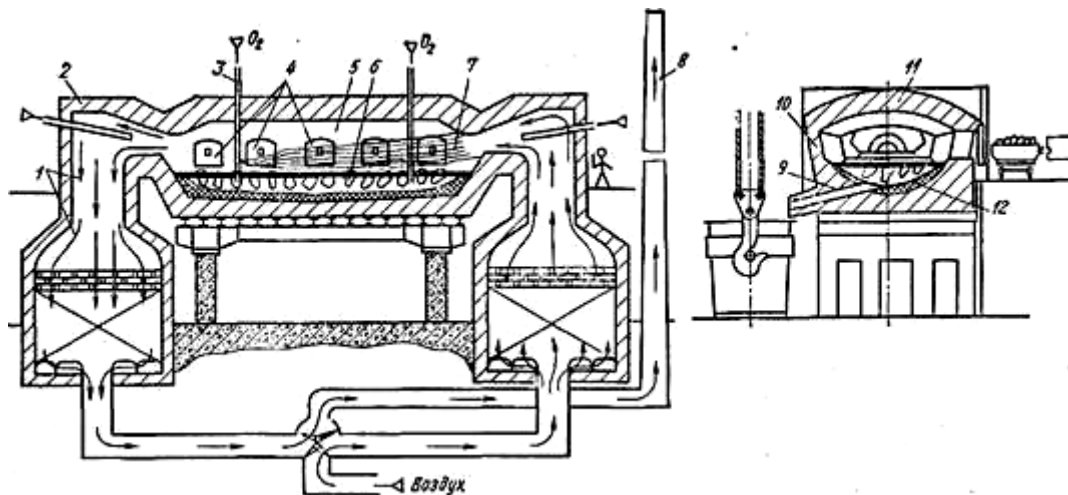


Рис. 3.3. Схема будови мартенівської печі:

- 1 – регенератор для підігріву повітря;
- 2 – головки печі;
- 3 – кисневі фурми;
- 4 – вікна для завантаження шихтових матеріалів;
- 5 – передня стінка;
- 6 – шихта;
- 7 – факел паливно-кисневої суміші;
- 8 – димова труба;
- 9 – сталезливний отвір;
- 10 – задня стінка;
- 11 – звід ванни;
- 12 – під ванни.

За видами вихідних матеріалів розрізняють декілька видів плавки:

- скрап-процес – плавка на твердому чавуні та металевому брухті;
- рудний процес – плавка на рідкому чавуні з додаванням руди для окислення;
- скрап-рудний процес – плавка на рідинному чавуні, скрапі та руді.

Усі ці процеси здійснюють у полум'яних печах.

Матеріалами для одержання сталі в мартенівських печах є рідкий переробний чавун (до 60 %) і шихта (до 30 %). Паливом для мартенівських печей є природний газ або мазут, які подаються у плавильний простір через паливні головки. При згорянні палива в печі виникає факел з температурою 1 800–1 900 °С. При цьому тверді складові частини розплавляються. У цей час відбувається процес окислення домішок і вони переходять у шлак.

Головний процес, який відбувається в мартенівській печі, – це кипіння металу, що відбувається внаслідок окислення вуглецю.

Тривалість однієї плавки – 6–10 годин. Місткість мартенівських печей – 180–600 т.

Мартенівським способом виплавляють близько 70 % сталі.

Виробництво сталі в *електропечах*. Розглядаючи технологію виробництва сталі в електропечах, зверніть увагу на те, що порівняно з іншими плавильними агрегатами електропечі мають ряд переваг: можливість швидкого нагрівання та підтримання необхідної температури у межах до 2 000 °С; створення окислювальної, відновлювальної або нейтральної атмосфери та можливість створення вакууму. Це дає змогу виплавляти в електричних печах сталь та інші сплави з мінімальною кількістю шкідливих домішок, з оптимальним вмістом компонентів, які відзначаються високими якість та спеціальними властивостями.

Зважте, що металургійні електричні печі поділяють на *дугові й індукційні* (рис. 3.4, 3.5).

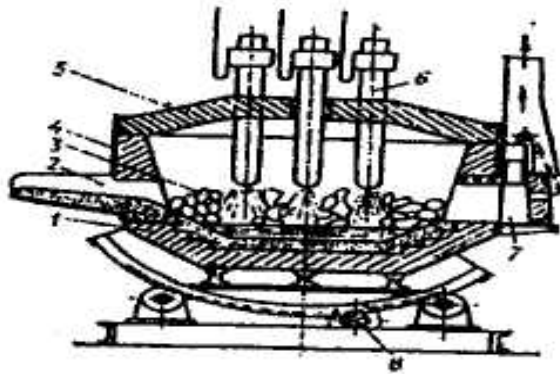


Рис. 3.4. Схема будови електродугової печі:

- 1 – вогнетривка цегла;
- 2 – змінний жолоб;
- 3 – шихта;
- 4 – стальний корпус печі;
- 5 – склепіння;
- 6 – графітовий електрод;
- 7 – завантажувальне вікно;
- 8 – механізми нахилу.

Вивчаючи технологічний процес отримання сталі в дуговій електропечі, зверніть увагу на те, що джерелом тепла в таких печах є електрична дуга, яка виникає між електродами (діаметром 350–550 мм) і шихтою. На електроди подається струм напругою 200–600 В і силою 1–10 кА. Температура у зоні дуги сягає 4 000 °С.

У дугових печах як шихту використовують металевий скрап (відходи металургійного, ковальського і прокатного виробництв, сталевий брухт) – 90 %, рідинний чавун – 5–10 %, окатиші – до 5 %, вапно – 1–2 %.

Електродугові печі будують об'ємом 0,5–400 т. Тривалість плавки – 3–6 год., а з продувкою – 2–4 години.

Далі розгляньте схему будови електродугової печі (рис. 3.4) та сам процес плавки. Акцентуйте увагу на процесах окислення та відновлення, які проходять у процесі плавки.

Деяко іншим способом отримують сталь в *індукційних печах* (рис. 3.5). Зверніть увагу на те, що, на відміну від електродугових печей, плавка сталі в індукційних печах здійснюється під дією індукційних струмів, які виникають навколо індуктора.

Шихтою для виробництва сталі є чистий (з малою кількістю домішок фосфору і сірки) та приблизно однаковий за хімічним складом скрап, відходи легованих сталей і феросплави. Під дією індукційного струму, який проходить індуктором з частотою 500–2 000 кГц, утворюється магнітний потік, що породжує в металевій шихті три потужні вихрові струми, які і нагрівають її до розплавлення.

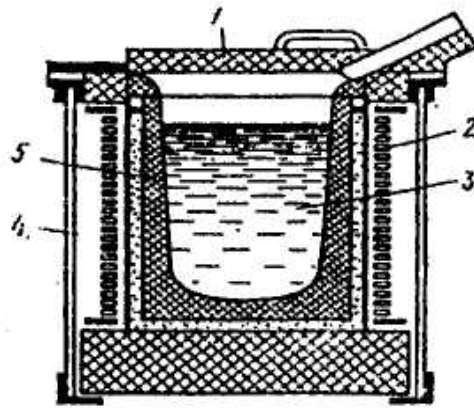


Рис. 3.5. Схема будови індукційної печі:

- 1 – кришка (склепіння);
- 2 – індуктор з охолоджуваною водою;
- 3 – ванна з металом;
- 4 – корпус;
- 5 – тигля.

Після розплавлення шихти на поверхню металу подають шлак: в основних печах – вапно і плавиковий шпат, а в кислих – бій скла й інші матеріали, багаті кремнеземом SiO_2 . Шлак захищає метал від окислення та насичення газами атмосфери, зменшує втрати теплоти та вигар легуючих елементів.

Слід зазначити, що в індукційних печах, як правило, виплавляють сталі та сплави складного хімічного складу.

Індукційні печі будують місткістю від десятків кілограм до 5 т, в окремих випадках місткість їх досягає 25–30 т. Тривалість плавки

в індукційній печі місткістю 1 т – близько 45 хв., витрата електроенергії на 1 т сталі – 600–700 кВт/год.

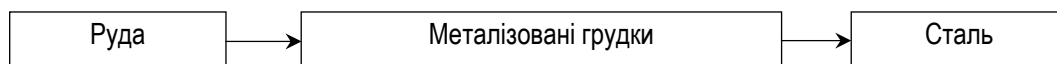
Далі розгляньте будову індукційної печі та порівняйте її роботу з електродуговою піччю.

Продовжуючи розгляд цього питання, зверніть увагу на переваги індукційної печі порівняно з дуговими, які полягають у такому:

- 1) відсутність дуги дає змогу виплавляти метали з малим вмістом вуглецю та газів;
- 2) електродинамічні сили, що виникають в індукційному полі, перемішують рідкий метал і тим самим сприяють вирівнюванню хімічного складу і спливанню неметалевих включень;
- 3) індукційні печі відзначаються малими розмірами, що дає змогу розмішувати їх у спеціальних камерах і створювати будь-яку атмосферу або вакуум.

Сьогодні в технологічних процесах виплавки сталі використовують вакуумні індукційні печі, які дозволяють отримувати метал практично будь-якого хімічного складу з низьким вмістом газів, неметалевих включень, домішок кольорових металів. Крім того, при плавці металу в глибокому вакуумі ($< 10^{-2}$ Па) з металу видаляються деякі неметалічні включення.

Тепер у світі практикують впровадження в дію способу переходу від руди до сталі, який обминає варіння чавуну. Такий перехід називають безчавунним виробництвом сталі. Схематично його можна показати:



Із руди отримують грудки, в яких залізо відновлюють із сполук за допомогою СО, а потім з цих грудок у сталеварних агрегатах варять сталь.

Схема технологічної системи виробництва сталі з металізованих грудок зображена на рис. 1 в додатку Т.

Далі зверніть увагу на шляхи підвищення якості сталі. Численні способи отримання металів високої якості можна розподілити на три групи:

- обробка рідкого металу поза сталеплавильним агрегатом;
- виплавка сталі в вакуумі;
- спеціальні способи електроплавки металів.

Наступне питання, яке слід розглянути при вивченні теми, – **розливка та прокатка сталі**. Приблизно 90 % всієї виплавленої на металургійних комбінатах сталі перетворюють на прокат.

Прокатка здійснюється у прокатних цехах за допомогою прокатних станів. Основними елементами прокатного стану є валки, які можуть бути гладкими або профільними. За допомогою гладких валків шляхом багаторазового прокатування зливка отримують листовий прокат (листи, штаби, стрічки) товщиною від 100 до 0,1 мм.

За допомогою профільних валків отримують профільний прокат різного поперечного перерізу. Це круглі, квадратні, шестигранні заготовки, труби, кутники, рейки, швелери, таври, двотаври та інші спеціальні профілі.

У кінці потокової лінії листи обрізають до певних розмірів за стандартом. Профільний прокат розрізають на шматки певної довжини також за стандартом. Частіше за все довжина профільного прокату дорівнює 6 метрам. Але можуть бути й інші довжини.

Існують також волочильні стани, за допомогою яких виготовляють дрід різних діаметрів. Штаби, стрічки і дрід закручують у рулони.

Виготовлений прокат надходить на машинобудівні підприємства для виготовлення з нього заготовок деталей машин і металевих конструкцій, а також на підприємства будівельної індустрії – для виготовлення різноманітних будівельних конструкцій і використання як арматури при виготовленні залізобетону.

Далі при вивченні даної теми зупиніться на розгляді продукції сталеплавильного виробництва, звертаючи увагу на класифікацію сталі та принципи її маркування.

Так, наприклад, *за способом виробництва* сталі поділяють на киснево-конвертерні, мартенівські та електросталі. *За хімічним складом* є вуглецеві й леговані сталі. Водночас вуглецеві бувають низько-, середньо- і високовуглецеві, а леговані – низько-, середньо- і високолеговані. Різний вміст вуглецю та легуючих елементів впливає на їхні властивості. *За якістю* сталі поділяють, враховуючи вміст у них шкідливих домішок. Вуглецеві сталі є звичайної якості, якісні та високоякісні. Леговані – якісні, високоякісні та особливої якості. *За призначенням* вуглецеві сталі розподіляють на конструкційні та інструментальні, леговані – на конструкційні, інструментальні та спеціальні. Конструкційні сталі – це низько- і середньовуглецеві сталі, інструментальні – завжди високовуглецеві.

Принцип *маркування* сталей.

Конструкційні вуглецеві сталі містять до 0,65 % вуглецю. Залежно від якості їх маркують так: звичайної якості: Ст0, Ст1... Ст6, де літери Ст означають сталь, цифри – умовний порядковий номер; якісні: 08, 10, 15, 25, 30, 35... 65 (числа вказують на середній вміст вуглецю

в сотих частках відсотка), 45Г, 60Г, 65Г (літера свідчить про підвищений вміст марганцю).

Залежно від ступеня розкиснення, після позначення марки сталі додають літери: кп – кипляча, нс – напівспокійна, сп – спокійна.

Інструментальні вуглецеві сталі містять 0,65–1,35 % вуглецю. Їх маркують так: якісні – У7, У8... У13 (літера “У” свідчить, що це вуглецева інструментальна сталь, число означає вміст вуглецю в десятих частках відсотка); високоякісні – У8А, У10А... У13А (літера “А” свідчить, що це сталь високої якості). Інструментальні сталі використовують для виготовлення різальних і вимірювальних інструментів, штампів, пресформ та ін.

Леговані сталі маркують за допомогою великих літер і цифр. Легуючі елементи позначають літерами: С – кремній, Х – хром, М – молібден, Г – марганець, Н – нікель, В – вольфрам, Ф – ванадій, К – кобальт, Т – титан, Ю – алюміній, Д – мідь.

Цифри перед літерами означають відсотковий вміст вуглецю (дві цифри – в сотих частках, одна – в десятих). При вмісті вуглецю більше ніж 1 % цифру не ставлять.

Цифри після літер означають середній вміст легуючих елементів у відсотках. Якщо цифру після літери не ставлять, то вміст легуючого елемента становить 1–1,5 %.

Деякі сталі спеціального призначення мають особливе маркування, наприклад: Р – швидкорізальна сталь, Ш – шарикопідшипникова та ін.

Найбільш поширені леговані сталі:

- а) конструкційні – 15Х, 20Х, 40Х, 45Х;
- б) інструментальні – ХВГ, 9ХС, ХВ5;
- в) швидкорізальні – Р12, Р9, Р18, Р6М3, Р6С5;
- г) жаростійкі – Х8СМ;
- д) жароміцні – Х23Н18, Х23Р20С2;
- е) нержавіючі – 2Х13.

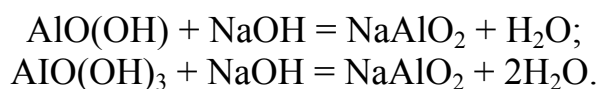
Використання легованих сталей дає можливість зменшити матеріаломісткість машин, конструкцій, збільшити їх довговічність. Проте такі сталі дорогі, оскільки процес їх одержання складніший. Тому найдоцільніше використовувати низьколеговані сталі, застосування яких забезпечує зниження затрат металу на 18–20 %.

Технології виробництва кольорових металів. Вивчення цього питання необхідно розпочати з ознайомлення з електрохімічним методом відновлення металів. Після цього слід зупинитися на розгляді технологій електрохімічного добування алюмінію з алюмінієвих руд, міді – із сульфідних руд, магнію – з карналіту.

Розглядаючи виробництво алюмінію, необхідно звернути увагу на те, що до алюмінієвих руд належать боксити, нефеліни, апатити, алуніти, а алюміній знаходиться в них у вигляді глинозему Al_2O_3 або гідроксидів $Al(OH)_3$ та $AlO(OH)$. Далі слід зупинитися на розгляді технологічного процесу виробництва алюмінію, який складається з трьох етапів:

- одержання глинозему з алюмінієвих руд;
- електроліз розплавленого глинозему;
- одержання первинного алюмінію та його рафінування.

На першому етапі для одержання глинозему застосовують технологію вилуговування. Для цього подрібнений боксит піддають дії концентрованого розчину лугу $NaOH$:

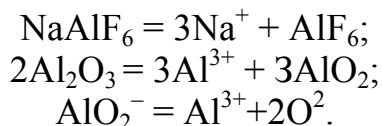


При цьому добре розчинний алюмінат натрію $NaAlO_2$ переходить у розчин, а домішки (оксиди заліза, титану тощо) випадають в осад. Потім алюмінат натрію $NaAlO_2$ розкладають і одержують гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$, при прожарюванні якого утворюється глинозем:



На другому етапі утворений глинозем розчиняють у кріоліті – фториді алюмінію і натрію Na_3AlF_6 , і піддають електролізу в електролізерах (рис. 3.6), де при проходженні струму (4,0–4,5 В, 75–150 кА) електроліт нагрівається до температури 950 °С і частково у вигляді кірки відкладається на стінках електролізера та навкруги анодів. На неї періодично насипають чергову порцію глинозему. При цьому катіон Al^{3+} розряджається на катоді – дні ванни – і утворює рідкий алюміній, а аніон O^{2-} – на аноді.

Дисоціація кріоліту і глинозему проходить за такими реакціями:



При цьому вуглець аноду окислюється до CO і CO_2 . Рідкий алюміній раз на 1–2 доби зливають за допомогою сифона або вакуум-ковша. Продуктивність електролізера – близько 350 кг алюмінію на добу. Щоб добути 1 т алюмінію, треба витратити 15–17 тис. кВт/год. електроенергії.

Далі слід розглянути схему електролізера для виробництва алюмінію, зображену на рис. 3.6.

На третьому етапі відбувається процес одержання первинного алюмінію та його рафінування. Рафінування алюмінію полягає в продуванні рідкого металу хлором протягом 10–15 хв. Утворюваний при цьому пароподібний хлористий алюміній $AlCl_3$ адсорбується на поверхні неметалевих домішок і вони спливають у вигляді шлаку. Хлор також сприяє видаленню розчинених газів (O_2 , CO_2).

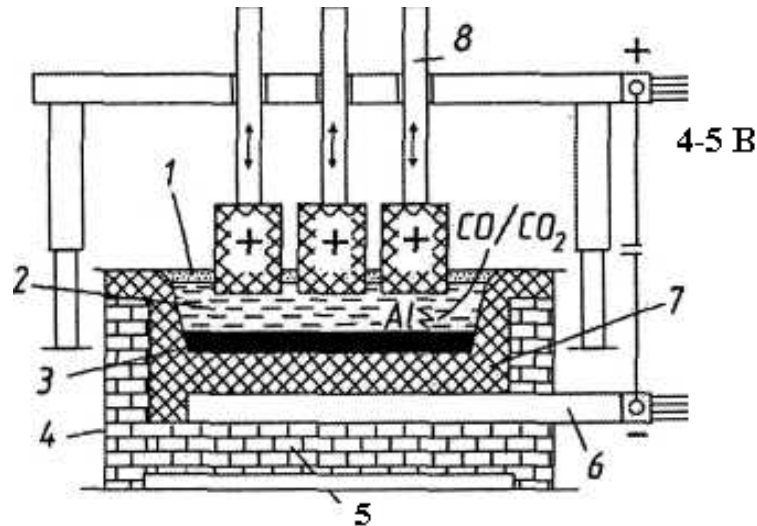


Рис. 3.6. Схема електролізера для виробництва алюмінію:

- 1 – окис алюмінію (Al_2O_3);
- 2 – кріолітоглиноземний розплав;
- 3 – рідкий алюміній;
- 4 – ванна зі сталевих листів;
- 5 – шамот;
- 6 – струмопровідна шина;
- 7 – вугільні подові блоки;
- 8 – аноди.

Після рафінування та відстоювання протягом 30–45 хв. алюміній досягає чистоти 99,5–99,85 %. При більш високих вимогах до алюмінію з чистоти його піддають ще й електролітичному рафінуванню. Такий алюміній має чистоту до 99,99 %.

Продовжуючи розгляд технологій виробництва кольорових металів, слід розглянути **технологію виробництва міді**. Сировиною для виплавки міді є мідні руди. Мідь у них знаходиться у вигляді сірчистих сполук CuS , Cu_2S або $CuFeS_2$, оксидів CuO і Cu_2O , карбонатів. Поряд з міддю ці руди часто містять нікель, цинк, свинець, золото, срібло та інші метали.

Добувають мідь із сульфідних руд пірометалургійним способом. Технологічний процес виплавляння міді складається з чотирьох етапів: збагачення, випалу руди, виплавки напівпродукту – штейну, одержання чорнової міді. Для очистки від домішок чорнову мідь рафінують.

1. Збагачують мідні руди методом флотації, заснованим на різній здатності змочуватися водою сполук міді та пустої породи. У флотаційній машині подрібнена руда, вода та флотаційні реагенти (наприклад, смерекове масло) утворюють пульпу. Флотаційні реагенти адсорбуються на частинках руди у вигляді погано змочуваної водою плівки. При продуванні пульпи бульбашки повітря концентруються на поверхні цих частинок і піднімають їх наверх, утворюючи шар піни, а змочувана водою пуста порода осідає на дно ванни. Після фільтрації та сушіння зібраної піни утворюється концентрат із вмістом 15–35 % міді.

2. Випалюють концентрат при температурі 750–850 °С з метою окислення сульфідів і зменшення вмісту сірки. Прогресивним є випал у “киплячому” шарі. Подрібнений концентрат завантажують у піч крізь вікно 3 (рис. 3.7). Знизу в піч каналом 2 через отвори в піддоні 1 надходить повітря. Тиск повітря встановлюється таким, щоб частинки концентрату знаходились у завислому (“киплячому”) стані. Випалений концентрат “переливається” через поріг печі 5 у вигляді недогарка. Сірчисті гази, що відходять, очищують у циклонах 4 і направляють на сірчано-кислотне виробництво.

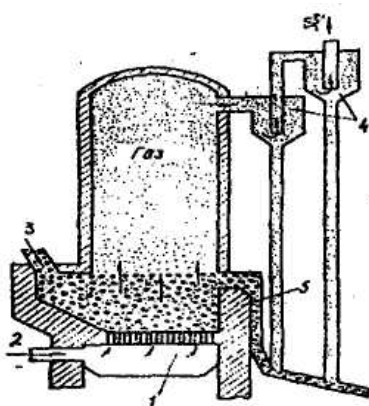
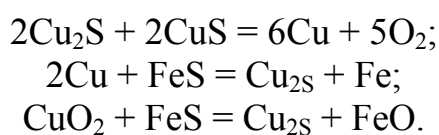


Рис. 3.7. Випалювання рудного концентрату

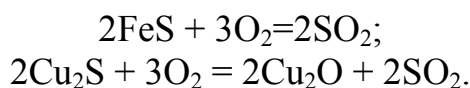
3. Штейн виплавляють з концентрату в полум’яних відбивних печах. Такі печі будують завдовжки 40 м і місткістю до 100 т шихти. Опалюють піч мазутом, пилом вугілля або газом. Максимальна температура в головній частині печі 1 550 °С поступово зменшується до хвостової частини до 1 250–1 300 °С. Шихту завантажують вагонеткою крізь отвір у склепінні печі.

У процесі плавки відбуваються такі реакції:



У результаті цих реакцій на піддоні печі скупчується розплавлений мідний штейн – сплав сульфідів Cu_2S і FeS , який містить 20–60 % Cu , 10–60 % Fe і до 25 % S . Силікати заліза, що утворюються при плавці, розчиняють інші оксиди та спливають у вигляді шлаку.

4. Чорнова мідь утворюється при продуванні розплавленого штейну повітрям у конвертері (рис. 3.8) – горизонтально розташованій посудині з листової сталі завдовжки 5–10 м і діаметром 3–4 м, футерованій магнезитовою цеглою. Повітряне дуття підводиться трубами 3 і подається всередину конвертера 2 крізь 40–50 фурм 4, розміщених вздовж його твірної. Для заливання штейну в горловину 1 і виливання продуктів плавлення конвертер повертають на роликах 5. Конвертування проходить у два етапи. На першому етапі (5–25 год.) окислюються сульфіди заліза і міді:



Оксид заліза FeO зв'язується флюсом – кремнеземом SiO_2 і виділяється у шлак $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$.

На другому – (2–3 год.) окислюються сульфіди міді та відновлюється мідь:

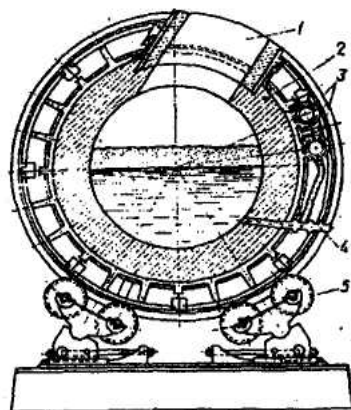
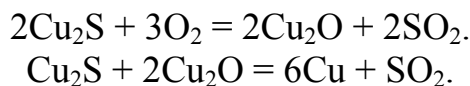
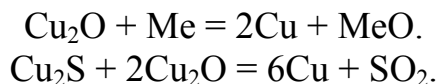


Рис. 3.8. Конвертер для плавки чорнової міді

Виплавлену мідь називають чорною тому, що вона містить до 1,5 % домішок. Для очистки від домішок чорнову мідь піддають вогневому й електролітичному рафінуванню. При цьому слід звернути увагу на те, що рафінування міді здійснюється двома методами: *вогневе* та *електролітичне* рафінування.

Вогневе рафінування полягає в окисленні домішок у відбивних печах при продуванні чорної міді повітрям. При цьому кисень повітря сполучається з міддю й утворює оксид міді Cu_2O , який потім реагує з домішками металів (Me) та одночасно окислює сірку:



Після цього мідь розкислюють – відновлюють Cu_2O , перемішуючи дерев'яними жердинами. Бурхливе виділення парів води та вуглеводів сприяє видаленню газів і відновленню міді:



Після вогневого рафінування чистота міді досягає 99–99,5 %.

Електролітичне рафінування застосовують для утворення міді чистотою до 99,95 %. Електроліз проводять у спеціальних ваннах. Анодами є пластини з чорної міді розміром 1x1 м, завтовшки 50 мм, катодами – листи завтовшки 0,5 мм з чистої міді, електролітом – водяний розчин сірчаної кислоти та сірчаноокислої міді.

При проходженні струму напругою 2–3 В і щільністю 100–400 А/м² анод розчиняється, мідь переходить у розчин у вигляді катіонів, які потім розряджаються на катодах і відкладаються шаром чистої міді. При цьому домішки осідають на дно ванни у вигляді шламу. Іноді в шламі міститься до 35 % Ag, 6 % Se, 3 % Fe, 1 % Au та інших цінних елементів. Тому шлами переробляють з метою вилучення цих елементів.

Завершальним у вивченні теми є розгляд технології електролітичного добування цинку з цинкових руд (сульфідів цинку) та технології отримання магнію та титану. Вивчаючи цю тему, доцільно розглянути особливості розрахунків матеріальних потоків (матеріальних балансів) технології залежно від стадії технологічного процесу, а також класифікацію кольорових металів.

Важливим питанням при вивченні даної теми є питання корозії металів і способи боротьби з нею, а також технологія порошкової металургії.

Ці питання доречно підготувати у вигляді доповідей або рефератів.

Термінологічний словник

Агломерація – процес спікання руд дрібних фракцій з подрібненим твердим паливом (кокс, вугілля) в агломераційній машині.

Бронза – сплав міді з оловом у різних співвідношеннях (мідь переважає), потім сплави міді, олова і цинку, а також з деякими іншими

металами або металоїдами (свинцем, марганцем, фосфором, кремнієм та ін. у невеликих кількостях).

Виливниці – чавунні або сталеві форми, що мають квадратний, прямокутний або круглий поперечний переріз, їх заповнюють сталлю зверху або знизу.

Вуглецева сталь – будівельна сталь звичайної якості.

Глинозём, або оксид алюмінію є основним вихідним матеріалом для виробництва алюмінію.

Доменна піч – це шахтна піч для виробництва чавуну. Висота печі значно перевищує діаметр поперечного перерізу.

Доменний процес – це технологічний процес виробництва чавуну, який містить у собі горіння палива, відновлення заліза та науглецювання його.

Конвертер – це агрегат для виготовлення сталі з розплавленого чавуну.

Конструкційна сталь – сталь, яка має покращені властивості; застосовується в авіації, верстатобудуванні, автомобілебудуванні та ін.

Корозія – процес руйнування металів і сплавів при їх взаємодії з навколишнім середовищем, яке називають агресивним.

Корисний об'єм – це об'єм, який заповнюють матеріали після чергового завантаження колоші (включаючи рідинний метал і шлак, які знаходяться в печі).

Корисна висота – це відстань від чавунної льотки до рівня опускання конуса завантажувального апарата.

Легована сталь – сталь, яку отримують з додаванням хрому, нікелю, марганцю.

Легування – процес насичення сталі легуючими елементами з метою поліпшення її властивостей.

Мартенівське виробництво – це процес виробництва сталі в мартенівських печах шляхом окислювальної плавки матеріалів, які містять залізо.

Металургія – наука про способи одержання металів з руд та їх перероблення з метою надання потрібних властивостей.

Пірометалургія – сукупність процесів добування та очистки металів і сплавів, які протікають при високих температурах (наприклад, виплавка чавуну, сталі, свинцю, міді, цинку та ін.).

Питома витрата палива – показник доменної печі, який характеризує економічність її роботи та визначає кількість палива, витраченого на виплавляння 1 т чавуну.

Порошкова металургія – це галузь промисловості, система технологічних процесів якої спрямована на виробництво порошкових металів і неметалевих сполук, з яких пресуванням (для надання форми і розмірів) з подальшим спіканням виготовляють заготовки, деталі тощо.

Розкислення сталі – виведення кисню зі сталі та відновлення заліза з оксиду.

Руда – природне мінеральне утворення, яке містить який-небудь метал або кілька металів у таких концентраціях і формах знаходження (як крупність, характер сполук та ін.), що забезпечують технічну можливість та економічну доцільність їх добування.

Силумін – сплав алюмінію з кремнієм. Хімічний склад – 4–22 % Si, основа – Al, незначна кількість домішок Fe, Cu, Mn, Ca, Ti, Zn, і ін.

Скрап – це відходи, отримані в процесі штампування, різання, браку ливарного виробництва тощо.

Спеціальна сталь – сталь, яка має властивості жаростійкості, кислотостійкості, високу міцність і корозійну стійкість.

Сплави – металічні, макроскопічні однорідні системи, що утворилися внаслідок твердіння розплавлених рідких систем і складаються з двох або більшої кількості металів (рідше металів і неметалів) з характерними металічними властивостями. У широкому розумінні сплавами називають будь-які однорідні системи, які одержують сплавленням металів, неметалів, оксидів, органічних речовин та ін.

Сталь – сплав заліза з вуглецем, кремнієм, марганцем, сіркою і фосфором, де частка вуглецю становить менше 2,14 %.

Феросплави – сплави заліза з іншими елементами. Їх виплавляють з комплексних залізних руд в електродугових і доменних печах.

Флюси – матеріали, які застосовуються в металургійних процесах з метою утворення або регулювання складу шлаку, захисту розплавлених металів від взаємодії з навколишнім середовищем, а також для з'єднання оксидів і сполук шкідливих домішок.

Формування – технологічна операція утворення виробу (заготовки) заданої форми, розмірів і щільності.

Чавун – сплави заліза з вуглецем, які містять більше 2 % C.

Чорні метали – промислові назви заліза та сплавів на його основі (сталь, чавун і феросплави). Мають найбільш широке застосування як конструкційні матеріали в машинобудуванні, транспорті та інших галузях народного господарства.

Шихта – суміш сирих матеріалів, а в деяких випадках (наприклад, при виплавці чавуну в доменній печі) і палива, які підлягають переробці в металургійних, хімічних та інших агрегатах. Шихту завантажують

або у вигляді рівномірної суміші, яку підготували заздалегідь поза агрегатом, або порціями чи шарами, які складаються з окремих її складових.

Шлак – це речовина, що утворюється з пустої породи, рудних матеріалів і флюсу в процесі переробки залізної руди у доменних печах.

Питання для поточного контролю знань

1. Що ви знаєте про чорну і кольорову металургію?
2. Розкажіть загальні відомості про пірометалургію і гідрометалургію.
3. Охарактеризуйте структуру металургійного комбінату чорної металургії.
4. У чому полягає підготовка руд до плавки? Назвіть основні способи підготовки руд.
5. У чому полягає сутність доменного процесу?
6. Які руди та паливо використовуються у доменному виробництві?
7. Яка роль флюсів у доменному виробництві?
8. Які фізико-хімічні процеси відбуваються у доменній печі?
9. Назвіть й охарактеризуйте вихідні продукти доменного виробництва.
10. Які матеріали використовують при виготовленні сталі?
11. У чому полягає процес виготовлення сталі з чавуну?
12. Розкажіть про техніку і технологію киснево-конвертерного способу виплавки сталі.
13. Розкажіть про техніку і технологію виплавки сталі в мартенівських печах.
14. Розкажіть про виплавку сталі в електродугових і в індукційних печах.
15. Надайте порівняльну характеристику усіх відомих вам способів отримання сталі з точки зору продуктивності процесу й якості продукції.
16. Охарактеризуйте відомі вам способи розливки сталі.
17. У чому полягає процес прокатки сталі й які види прокатки вам відомі? Дайте їх характеристику.
18. Сутність, значення та основні закономірності електрохімічних процесів?
19. У чому полягає сутність процесу виробництва міді?
20. У чому полягає сутність процесу виробництва алюмінію?
21. У чому полягає сутність процесу виробництва магнію?
22. У чому полягає сутність процесу виробництва титану?
23. Наведіть класифікацію та характеристику кольорових металів і сплавів.
24. Які легуючі елементи підвищують корозійну стійкість сталі? Чому? Поясніть.

Теми рефератів

1. Технологія виробництва сталі.
2. Позадоменні способи виробництва сталі.
3. Методи розливання сталі. Сучасні технології отримання литих заготовок.
4. Високотемпературні процеси виробництва кольорових металів.
5. Виробництво прокату.
6. Шляхи використання продукції металургійного виробництва.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Вихідними матеріалами для виробництва сталі є:
 - а) переробний чавун;
 - б) залізна руда;
 - в) кокс;
 - г) ливарний чавун;
 - д) спеціальні чавуни.
2. Чавун – сплави заліза з вуглецем, які містять:
 - а) менше 2 % С;
 - б) більше 2 % С;
 - в) більше 1 % С.
3. Залізна руда – це:
 - а) гірська порода, яка містить залізо;
 - б) гірська порода, яка містить залізо в таких кількостях, за яких її технічно доцільно переробляти;
 - в) гірська порода, яка містить залізо в таких кількостях, за яких її технічно та економічно доцільно переробляти.
4. Розташуйте послідовно процеси системи технологій виробництва сталі:
 - а) добування та збагачення вугілля;
 - б) виробництво вогнетривів;
 - в) виробництво чавуну;
 - г) добування флюсів у кар'єрах;
 - д) виробництво сталі з чавуну;
 - є) добування залізної руди та її збагачення.
5. Вихідними даними для доменного виробництва є:
 - а) флюси;
 - б) паливо;
 - в) повітря;
 - г) залізна руда, флюси, паливо, повітря.

6. Сировиною для виробництва алюмінію є:
- а) залізні руди;
 - б) червоний залізняк;
 - в) боксити;
 - г) сульфід заліза.
7. Процес одержання чавуну складається із стадій:
- а) відновлення заліза з його оксидів;
 - б) шлакоутворення;
 - в) науглецьовування;
 - г) окислення заліза;
 - д) відновлення заліза із сульфіда заліза.
8. Сталі – це сплави заліза з вуглецем, які містять:
- а) менше 2 % С;
 - б) більше 2 % С;
 - в) менше 3 % С.
9. Економічна оцінка роботи доменної печі – це:
- а) собівартість чавуну, яка складається з вартості вихідних матеріалів, палива, енергетичних витрат, амортизації основних фондів, заробітної плати, інших витрат;
 - б) собівартість чавуну, яка складається з вартості вихідних матеріалів.
10. Алюміній одержують:
- а) відновленням з бокситу;
 - б) електролізом глинозему;
 - в) плавленням.
11. Доменні флюси – це:
- а) матеріали, які вводять у доменну піч для зниження температури плавлення пустої породи;
 - б) матеріали, які вводять у доменну піч для підвищення температури плавлення пустої породи;
 - в) матеріали, які вводять у доменну піч для зниження температури плавлення пустої породи і для перетворення пустої породи на шлак.
12. Основним видом відновлювача і водночас паливом у доменних печах є:
- а) оксид вуглецю;
 - б) кокс;
 - в) водень.

13. Вихідними матеріалами для виробництва сталі є:
- а) переробний чавун;
 - б) залізна руда;
 - в) кокс;
 - г) ливарний чавун;
 - д) спеціальні чавуни.
14. Найбільш економічним методом виплавки сталі є:
- а) мартенівський;
 - б) киснево-конверторний;
 - в) в електропечах.
15. Мідні руди:
- а) багаті на мідь;
 - б) бідні на мідь;
 - в) комплексні.
16. Методи збагачення мідних руд:
- а) магнітна сепарація;
 - б) флотація;
 - в) агломерація.
17. Назвіть шкідливі домішки чавуну:
- а) марганець і сірка;
 - б) марганець і фосфор;
 - в) сіра і фосфор.
18. Мідь отримують:
- а) пірометалургійним способом;
 - б) електролізом;
 - в) обидві відповіді правильні.
19. Доменний процес є:
- а) дискретним технологічним процесом;
 - б) безперервним процесом;
 - в) комбінованим технологічним процесом.
20. Сплави на основі міді:
- а) бронза;
 - б) латунь;
 - в) обидві відповіді правильні.
21. Алюміній отримують:
- а) пірометалургійним способом;
 - б) шляхом відновлення з оксидів руди;

- в) електролізом;
 - г) всі відповіді правильні.
22. Дюралюміні – це:
- а) ливарні алюмінієві сплави;
 - б) ливарні мідні сплави;
 - в) алюмінієві сплави, що деформуються.
23. Вихідними даними для доменного виробництва є:
- а) флюси;
 - б) паливо;
 - в) повітря;
 - г) залізна руда, флюси, паливо, повітря.
24. Інтенсивність плавлення – це:
- а) кількість коксу (К), спаленого за добу на 1 т^3 корисного об'єму печі;
 - б) кількість чавуну, отриманого за добу;
 - в) відношення кількості чавуну, отриманого за добу, на 1 т^3 корисного об'єму печі.
25. Коефіцієнт виходу речовини – це:
- а) відношення кількості речовини практично отриманої до теоретично розрахованої;
 - б) відношення кількості речовини теоретично розрахованої до практично отриманої;
 - в) добуток кількості речовини практично отриманої та теоретично розрахованої.

Задачі

1. Продуктивність доменної печі становить 3 520 т/добу. Якою буде добова продуктивність домни, якщо коефіцієнт використання корисного об'єму зменшився у 1,5 раза?
2. Яка домна ефективніша: продуктивністю 1 250 т/добу і корисним об'ємом 950 м^3 чи продуктивністю 1 540 т/добу і корисним об'ємом 780 м^3 ?
3. Визначте річну продуктивність мартенівської печі з 1 м^2 поду, якщо за добу виплавляють 1 050 т сталі, площа поду печі – 80 м^2 . У році 335 робочих днів.

4. Визначте інтенсивність плавки, якщо вміст вуглецю у коксі й вуглецевих домішках змінити відповідно з 80 до 82 % та з 10 до 12 %. Початкова інтенсивність плавки становила 0,61 т/м³ на добу.

Література: 6, 9, 11–13, 15, 19, 21, 27, 34, 43, 50, 53, 57, 58, 63.

Тема 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ МАШИНОБУДУВАННЯ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

При вивченні даної теми важливо мати загальне уявлення про сучасний стан і перспективи розвитку галузі машинобудування в Україні взагалі та технології механічної обробки різанням зокрема.

Розгляд теми слід почати з розгляду основних особливостей машинобудування. Необхідно відзначити, що сьогодні машинобудування є провідною галуззю промисловості. Від рівня розвитку машинобудування залежить технічний прогрес усіх інших галузей. Основними галузями машинобудування є: важке машинобудування, верстатобудування, енергетичне, сільськогосподарське, медичне, автотранспортне тощо.

Сировиною для виробництва продукції машинобудування є метали, сплави, пластмаси, гума та інші конструкційні матеріали, з яких виготовляють деталі, тобто найпростіші складові частини машин, обладнання тощо.

Складові частини машин виготовляють литтям, застосуванням тиску (кування, штампування тощо), зварюванням, різанням.

Зверніть увагу на те, що в машинобудуванні важливе значення належить технології виготовлення окремих деталей і складанню їх у вузли, механізми та вироби. Виготовлення деталей, машин і виробів з конструкційних матеріалів полягає в наданні їм певної форми, точності розмірів і шорсткості поверхні. Під час складання деталі закріплюють, щоб забезпечити відповідне положення, встановлене кресленням, та якість з'єднання.

Далі слід дати визначення *технологічного процесу, технологічної операції, робочого ходу та допоміжного ходу*. Так, стосовно умов машинобудівного виробництва *технологічний процес* – це частина виробничого процесу, що включає послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього вигляду або внутрішніх властивостей предмета виробництва та їх контроль.

Технологічна операція (ТО) – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці над одним або декількома одночасно оброблюваними виробами або виробами, що збираються одним або декількома робітниками.

Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування й обліку. На основі операцій:

- визначається трудомісткість виготовлення виробів і встановлюються норми часу і розцінки;
- задається необхідна кількість робітників, устаткування, пристосувань та інструментів;
- визначається собівартість обробки;
- виробляється календарне планування виробництва;
- здійснюється контроль якості та термінів виконання робіт.

Робочий хід – це закінчена частина технологічного переходу, що складається з одноразового переміщення інструмента щодо заготівки, в результаті чого змінюється форма, розміри, якість поверхні та властивості заготівки.

Допоміжний хід – це закінчена частина технологічного процесу, що складається з одноразового переміщення інструмента щодо заготівки, що не приводить до зміни форми, якості поверхні та властивостей заготівки, але необхідного для підготовки робочого ходу.

Далі, вивчаючи технологічні процеси машинобудування, слід зупинитися на розгляді технологічних процесів виготовлення заготовок.

Заготівки – напівфабрикати, за формою і розмірами близькі до деталі. Заготівки одержують шляхом лиття, кування, штампування, пресування, прокатування, зварювання та іншими способами. Вибір способу виготовлення заготовок залежить від складності конструкції деталі, вимог до її якості, матеріалу, з якого вона виготовляється, а також його ефективності. За допомогою деяких способів (наприклад, точне лиття) отримують заготівки, дуже близькі до готових деталей, які вимагають лише незначної (чистої) подальшої обробки.

Сьогодні близько 40 % заготовок для машин (за масою) виготовляють за допомогою лиття. Для окремих машин цей показник значно вищий (для тракторів – 60 %, текстильних машин – 78 %, металорізальних верстатів – 80–85 %).

Суть ливарного виробництва полягає в тому, що фасонні заготівки, (іноді деталі) виготовляють шляхом заливання розплаву в ливарні форми, порожнини яких за розмірами і конфігурацією відповідають цим заготівкам.

Литтям виготовляють заготівки різних конфігурацій, розмірів і маси з різних металів і сплавів (чавуну, сталі, міді, алюмінію, сплавів цих металів), пластмас, кераміки, скла, гуми та інших матеріалів. Зверніть увагу та те, що лиття є простим, дешевим, інколи навіть єдиним способом формоутворення, а точні способи лиття дають змогу одержувати

заготівки дуже точних розмірів і малої шорсткості поверхні, іноді вже готові деталі.

У машинобудуванні застосовують різні способи виготовлення заготівок литтям: лиття в піщано-глиняні форми, кокіль та оболонкові форми, відцентрове лиття, електрошлакове лиття під тиском та ін.

Загальна технологія виготовлення відливок охоплює такі процеси: підготовку ливарних матеріалів і виплавляння ливарних сплавів; виготовлення форм та їх підготовку; заливання форм розплавом; звільнення відливок від форм; очищення відливок та їх контроль.

Зважте, щоб отримати якісні відливки треба мати такі ливарні сплави, які б відповідали таким властивостям: добра рідкотекучість (здатність добре заповнювати форму), невелика усадка, незначна ліквация (неоднорідність хімічного складу в різних частинах відливка). Для виплавляння ливарних сплавів використовують ливарні печі (для чавуну – вагранки; для сталі – конвертери, мартенівські, електричні печі; для кольорових металів та їх сплавів – електричні печі). Іноді використовують попередньо виплавлені метали і сплави: їх переплавають і використовують для заливання.

Далі, розглядаючи це питання, ознайомтесь з технологією лиття в піщано-глиняні форми, лиття в кокіль, лиття під тиском і відцентрового лиття. Зверніть увагу на їх особливості та техніко-економічні показники.

До способів виготовлення заготівок і виробів під тиском належать технологічні процеси одержання заготівок, напівфабрикатів і готових виробів (деталей) із чорних і кольорових металів та сплавів шляхом деформування в холодному або гарячому стані. Обробляють тиском і неметалеві матеріали (пластмаси, склопластики, порошки металів, керамічні матеріали тощо). Цей спосіб ґрунтується на пластичності матеріалів, тобто на їх здатності за певних умов набувати під дією зовнішніх сил залишкових деформацій. При цьому тіло змінює свою форму і зберігає її надалі.

Основними способами обробки металів тиском є *прокатування, волочіння, пресування, вільне кування і штампування*.

Прокатуванням називається процес, при якому виліток або заготівка деформується обертовими валками прокатного стану. При цьому довжина і ширина заготівки збільшується, а товщина зменшується. Внаслідок цього одержують готові вироби або заготівки для подальшої обробки вільним куванням, штампуванням, волочінням, пресуванням або різанням. Прокатують близько 80 % сталі та більше половини кольорових металів і сплавів. Для одержання потрібного профілю заготівки прокатування здійснюють багаторазово.

Інструментом для прокатування є валки. Вони можуть мати гладку, ступінчасту, рівчакову (калібровану) поверхню (рис. 1 додатка Ф). Обладнанням для прокатування є *прокатний стан*.

У процесі *волочіння* заготівки протягують через отвір, внаслідок чого збільшується довжина і зменшується поперечний переріз виробу (рис. 2 додатка Ф). Заготівками для волочіння є прокат (прутки, труби, дріт) і пресовані вироби (прутки, труби). Зверніть увагу, що заготівки у процесі волочіння перебувають найчастіше в холодному, рідше – гарячому стані. При волочінні також зменшується діаметр цих заготівок, поліпшується їх якість.

Інструментом для волочіння є волочильна дошка (волока, матриця), в якій зроблено один або декілька отворів, їх ще називають вічками або фільерами (рис. 3 додатка Ф).

У процесі *пресування* метал або конструкційний матеріал (заготівка) під тиском пуансоном переміщається з контейнера через отвір певного поперечного перерізу в матриці. Отвори в матриці можуть мати форму, яка відповідає поперечному перерізу виробів. Заготівками для пресування є прокатні заготівки, нарізані зі сталі, кольорових металів і сплавів. Усі метали і сплави, крім свинцевих, мають пресуватися гарячими. Обладнанням для пресування є горизонтальні та вертикальні гідравлічні *преси*.

Пресуванням виготовляють дріт з найменшим діаметром 5 мм, прутки діаметром 5–250 мм, труби із зовнішнім діаметром 200–400 мм і найменшою товщиною стінки 1,25 мм, кутники, швелери та багато інших складних спеціальних профілів і інші вироби. Пресуванням виготовляють вироби з міді, алюмінію, цинку, свинцю, магнію та їх сплавів, а також сталі.

Одним з найдавніших способів обробки тиском, за якого обробка пластичних металевих матеріалів здійснюється статичним або динамічним тиском, називається вільним куванням. При куванні заготівка формується під дією молота або преса.

Вихідними заготівками при куванні є виливки, прокат, пресовані вироби. Вироби після кування називають *поковками*, вони мають різні форми, розміри і масу – від дрібних до дуже великих (турбінні диски, вали гідрогенераторів, деталі гідротурбін, колінчасті вали судових двигунів, валки прокатних станів тощо).

Основними *операціями* вільного кування є осаджування, висаджування, протягування (з оправкою і без оправки), прошивання отворів, рубання, гнуття, скручування, зварювання тощо.

Кування заготівок у сталевих формах (штампах) називають штампуванням. Штампування буває двох видів: гаряче і холодне. При застосуванні гарячого методу заготівки перед штампуванням нагрівають,

холодного – їх штампують без нагрівання. Крім того, штампування поділяють на об'ємне і листове

Об'ємне штампування дає змогу деформувати заготовку по всьому об'єму. Метал тече в порожнині штампа, утворюючи заготовку потрібної форми. Таким способом можна виготовляти дуже складні вироби.

Листове штампування – процес одержання виробів або заготовок з листового матеріалу. Листовим штампуванням одержують деталі автомобілів, літаків, вагонів, мотоциклів та ін. Це високопродуктивний і прогресивний процес.

Інструментом для штампування є *штамп*. Він придатний лише для однакових поковок (одного профілерозміру чи однієї операції). Штampi виготовляють з високоякісних інструментальних сталей. Вони складаються з двох частин – рухомої та нерухомої, в котрих є порожнини (рівчаки).

Обладнанням для штампування є молоти, преси, кувальні машини. Гаряче штампування здійснюють на пароповітряних фрикційних молотах, кривошипних, фрикційних і гідравлічних пресах, горизонтально-кувальних машинах, листове – на гідравлічних і механічних пресах.

Вивчаючи технології виготовлення заготовок і виробів тиском, зверніть увагу на їх техніко-економічні показники, переваги та недоліки, а також шляхи вдосконалення цих технологічних процесів.

Обробка заготовок. Важливим питанням при вивченні даної теми є технологічні процеси обробки заготовок.

Обробка заготовок – важливий етап у процесі виготовлення машин, адже до деталей ставлять високі вимоги щодо їх якості (точності розмірів і шорсткості поверхонь). Для обробки заготовок найчастіше застосовують механічну обробку (різанням і пластичним деформуванням), електрофізичні та електрохімічні способи обробки. З метою надання деталям відповідних якісних характеристик їх часто піддають термічній і хіміко-термічній обробці, захищають від корозії.

Для обробки заготовок деталей машин застосовують: механічну обробку різанням, обробку пластичним деформуванням без зняття стружки, обробку з використанням хімічної, електричної, променевої, світлової та інших видів енергії. Доволі прогресивними є комбіновані способи.

З усіх способів обробки найпоширенішими є способи обробки заготовок різанням. Сьогодні на машинобудівних підприємствах метало-різальні верстати становлять 50–80 % від загальної кількості обладнання. Частка обробки виробів цим способом становить близько 35 %, а отже, такі показники впливають на темпи розвитку машинобудування.

Вивчаючи різні способи обробки заготовок, акцентуйте увагу на технології обробки заготовок різанням.

Обробка різанням – процес, при якому із заготовки (відливки, поковки) зрізують шар металу з метою одержання деталі певної геометричної форми, точності розмірів і шорсткості поверхонь. Шар металу, що зрізується, називають припуском на механічну обробку.

Припуск на обробку має бути оптимальним, оскільки впливає як на якість деталі, так і на її собівартість.

Механічну обробку різанням проводять на металорізальних верстатах за допомогою металорізальних інструментів.

Розглядаючи технології різання, слід насамперед зупинитися на особливостях основних способів різання: точіння, свердління, фрезування, стругання, протягування, шліфування (рис. 5.1).

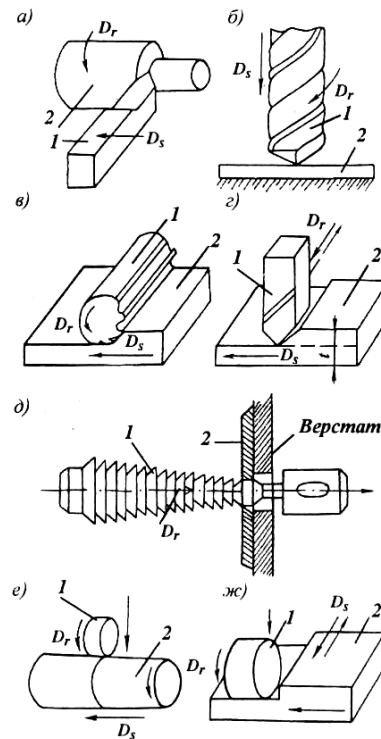


Рис. 5.1. Схеми основних способів різання

Різання проводять на верстатах за допомогою різальних інструментів (різці, свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, фрези, протяжки, шліфувальні круги тощо), а також використовують нові способи: електроіскровий, анодно-механічний, хіміко-механічний, електрохімічний, ультразвуковий тощо. У процесі різання із заготовки зрізують шар матеріалу у вигляді стружки.

Фрезування застосовується тоді, коли заготовку подають у напрямі обертання фрези. При цьому кожний зубець фрези зрізує стружку,

товщина якої зменшується від найбільшої до нуля. Цей спосіб забезпечує більшу стійкість фрези, меншу шорсткість поверхні та затрати енергії (рис. 5.1б).

Струганням називають спосіб оброблення плоских поверхонь заготовки за допомогою різця. Головним рухом за цього способу (рис. 5.1г) є зворотно-поступальне переміщення інструмента або заготовки.

Протягуванням називають спосіб оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовки за допомогою протяжки. Це дуже продуктивний спосіб різання, який забезпечує високу точність розміру та малу шорсткість обробленої поверхні (рис. 5.1д). Головним рухом є поздовжнє переміщення інструмента, а рух подачі відсутній.

Шліфуванням називають спосіб оброблення поверхонь заготовки за допомогою шліфувальних кругів з метою досягнення точніших розмірів і зменшення шорсткості поверхні. Найпоширеніші способи шліфування: *кругле зовнішнє* (рис. 5.1е), *кругле внутрішнє* для оброблення отворів і *пласке* (рис. 5.1ж) для оброблення площин.

Головним рухом у ході шліфування є обертання інструмента. Рух подання переважно комбінований і складається з кількох рухів. Наприклад, у процесі круглого зовнішнього шліфування – це обертання заготовки навколо своєї осі, поздовжнє переміщення заготовки щодо інструмента та поперечне переміщення інструмента щодо заготовки.

До основних елементів режиму різання належать глибина різання, величина подачі та швидкість різання. Розгляньте їх на прикладі точіння.

При розгляді цього питання зверніть увагу на те, що в процесі різання металів близько 95 % механічної роботи, деформації та тертя перетворюється на теплоту, яка розподіляється між стружкою, заготовкою та інструментом. Чим більше теплоти поглине стружка, тим менше залишиться для заготовки та інструмента. Відповідно розміри деталі будуть більш точними, а інструмент довговічнішим.

Щоб зменшити температуру в зоні різання, використовують мастильно-охолодні рідини (МОР). Використання МОР дає змогу збільшити швидкість різання та зменшити шорсткість обробленої поверхні. Мастильно-охолодні рідини поділяють на дві основні групи: *охолодні та мастильні*.

До *охолодних рідин* належать водні та мастильні емульсії тощо. Найкращу охолодну здатність мають водні емульсії, які виготовляють розчиненням у воді мила, кальцинованої соди, бури, нітрату натрію тощо. Вони поліпшують змочення поверхні заготовки водою і сприяють утворенню оксидних плівок на поверхні виробів, які захищають останні від корозії.

Мастильні емульсії отримують додаванням до води 1,5–10 % мінеральних мастил. Щоб запобігти злиттю крапель мастил у суцільний шар-плівку на поверхні води, до мастильних емульсій додають емульгатори. Мастильні емульсії є проміжними між охолодними та мастильними рідинами.

Найчастіше на машинобудівних підприємствах використовують *мастильні рідини* і мінеральні мастила з додаванням до 30 % олії. Для покращення мастильних властивостей замість олії додають олеїнову кислоту, сірку, гас тощо. Мастильні рідини мають добру мастильну здатність, але погану охолодну.

Сьогодні на деяких підприємствах у технологічних процесах різання для охолодження, крім рідин, використовують газу (азот, стиснене повітря, вуглекислоту тощо).

Продовжуючи розгляд цього питання, необхідно розглянути сучасні технології різання, які застосовуються у сучасному машинобудуванні та інших галузях промисловості при обробці твердих і надтвердих сплавів, напівпровідникових матеріалів, скла, кварцу, рубіну, алмазів тощо. Виготовляти вироби (деталі) з цих матеріалів механічним різанням дуже важко, а іноді неможливо внаслідок їх значної твердості та крихкості. Для виготовлення деталей з цих матеріалів використовують хімічні, електричні, ультразвуковий, плазмовий, лазерний та інші способи різання. Ці способи різання ґрунтуються на використанні електричної, хімічної, звукової, світлової та інших видів енергії. У разі застосування цих способів різання інструмент не тисне на заготовку, а це дуже важливо в процесі оброблення крихких матеріалів. Крім того, їх легко автоматизувати. Зазвичай ці способи використовують у процесі виробництва штампів, прес-форм, лопатей турбін, електронної апаратури, отворів у волоках тощо.

Крім вищезазначених способів обробки заготовок різанням, варто ознайомитися з термічною і хіміко-термічною обробкою заготовок і деталей, технологією одержання зварних з'єднань і технологічними процесами паяння, клепаання, клеєння. Особливу увагу зверніть на сутність цих технологічних процесів, їх ролі в машинобудуванні, техніко-економічних показниках, шляхах вдосконалення технологій обробки заготовок і деталей.

Важливою складовою в технології машинобудування є технологічний процес складання машин.

Складання є кінцевою стадією у виробничому процесі. Обсяг складальних робіт значний і характеризується великою трудомісткістю, яка для великих машин становить 40–60 % від загальної трудомісткості машини. Час на складальні роботи порівняно з часом механічної обробки

для різних типів виробництв різних: для одиничного і дрібносерійного виробництва – 40–50 %, для середньосерійного – 30–35 %, для великосерійного – 20–25 %, для масового – менше 20 %.

Технологічний процес складання полягає у з'єднанні деталей у вузли, вузлів і окремих деталей – у механізми, а все разом – у машину. У результаті цього всі роботи складального процесу розподіляють на окремі послідовні стадії: складання вузлів, агрегатів, механізмів і загальне складання. На кожній стадії технологічний процес складання розподіляють на окремі послідовно виконувані операції.

Технологічний процес складання (як і механічної обробки) проектується. Основою для цього є: складальні та загальні креслення вузлів і виробів; технічні умови на прийняття і випробування виробів; виробнича програма підприємства; специфікація вузлів і деталей, що надходять для складання. Після виконання проектних робіт оформляють відповідну документацію – технологічні карти, схеми, графіки, карти норм часу та ін.

Попередньо вивчають конструкцію машини, технічні умови на її прийняття і випробування, потім розробляють схему складання, що визначає взаємозв'язок і послідовність з'єднання окремих елементів, вузлів, механізмів машини. Розробляють графічну схему (для наглядного уявлення і виконання процесу).

Усі роботи складального процесу розбивають на окремі послідовні стадії: складання вузлів, механізмів, агрегатів, машини. Загалом складання розподіляють на два типи: вузлове і загальне.

У процесі складання виконують слюсарні, складальні, випробувальні та малярні роботи. Якість складальних робіт значною мірою відбивається на продуктивності, надійності та довговічності машин. Роботи, пов'язані із складанням машин, проводять у складальних, частково механічних цехах, які визначають темп і напрямок роботи всіх оброблювальних і заготівельних цехів заводу, особливо в потоковому і автоматизованому виробництвах.

Продовжуючи розгляд процесу складання машин, акцентуйте увагу на способах складання машин і формах їх організації. Сьогодні в технологічних процесах складання машини застосовують три способи: повної взаємозамінності, неповної взаємозамінності та індивідуального підганяння. В основі вибору способу складання лежить точність виготовлення складових елементів машин: деталей, вузлів тощо.

Так, наприклад, у процесі складання *способом повної взаємозамінності* використовують деталі, виготовлені з відповідною точністю, а тому вони не потребують додаткового оброблення перед з'єднанням

у вузли. Такий спосіб складання застосовують у великосерійному та масовому виробництвах.

Складання *способом неповної взаємозамінності* здійснюється шляхом з'єднання з необхідною підгонкою деталей або вузлів за рахунок попереднього підбирання їх за розмірами. Якщо деталі чи вузли, призначені для складання, групують за розмірами, то такий спосіб складання називають складанням за способом групового підбирання. У разі індивідуального підбирання за розміром місця розміщення деталі шукають деталь відповідного розміру.

За способом індивідуального підганяння складання полягає в тому, що для досягнення відповідної посадки деталі після виготовлення дооброблюють ручним способом для отримання певної форми, розмірів і шорсткості поверхні. Цього досягають шліфуванням, розвертанням, притиранням тощо. Такий спосіб складання застосовують в одиничному та малосерійному виробництвах.

За формами організації складання розподіляють на *стаціонарне* і *рухоме*.

Стаціонарне складання проводиться в експериментальних цехах бригадою фахівців, які виконують різні операції. До місця складання подають усі деталі, вузли та інструменти, необхідні для складання та доведення деталей до необхідного розміру. У процесі стаціонарного складання деталі не обов'язково мають бути взаємозамінними. Цей вид складання малопродуктивний. Його застосовують при одиничному і малосерійному виробництвах.

У ході *рухомого складання* основна деталь майбутнього виробу послідовно переміщується від одного місця праці до іншого. На кожному місці виконують певну складальну операцію. Місця праці оснащені пристроями та інструментами, необхідними для виконання цих операцій. Виріб, який складають, переміщується за допомогою транспортних засобів – роликів конвеєрів, візків, транспортерів тощо. Вибір транспортного засобу залежить від виду виробу, який складають. Рухоме складання застосовують у масовому та великосерійному виробництві.

Слід відзначити, що для здійснення рухомого складання повинні виконуватись такі умови: повна взаємозамінність деталей, вузлів; певна кількість робітників, інструментів і деталей на місці праці. Без виконання цих вимог не можна організувати рухомого складання.

Крім того, слід пам'ятати, що рухоме складання *потокове*. Технологічний процес цього виду складання розподіляють на операції, для виконання яких потрібний приблизно однаковий час, що відповідає такту

складання. Переміщення виробу на конвеєрі може бути *періодичним* або *безперервним*.

У ході *періодичного переміщення* виробу складальну операцію виконують під час зупинки конвеєра. Конвеєр зупиняється на час виконання операції. Такт складання дорівнює тривалості зупинки конвеєра на виконання операції та часу, протягом якого виріб переміщується від одного місця праці до іншого.

У разі *безперервного переміщення* виробів робітник виконує операцію в процесі переміщення транспортного засобу, наприклад, конвеєра. Швидкість руху конвеєра має бути такою, щоб робітник зміг виконати операцію на місці праці, тобто такт складання має дорівнювати часу виконання операції.

У ході рухомого складання переміщення виробів можна сполучати з виконанням інших операцій, наприклад з миттям, висушуванням, фарбуванням тощо.

Продукція, отримана внаслідок рухомого складання, є якіснішою і має меншу собівартість. Продуктивність складальних цехів і дільниць вища порівняно зі стаціонарним складанням. Крім того, скорочується планування, облік і керування виробництвом.

Далі при вивченні цих виробництв зупиняться на розгляді питань механізації та автоматизації технологічних процесів. Сьогодні в машинобудуванні більшість складальних робіт (60–80 %), на жаль, виконуються ручним способом. Для зменшення його частки потрібно підвищити ступінь взаємозамінності; уніфікувати елементи та конструкції деталей машин і вузлів; механізувати й автоматизувати процеси складання. Взаємозамінність і уніфікація дають значний ефект під час складання. Крім того, вони є передумовою для впровадження механізації окремих операцій та автоматизації всього складального процесу.

Наприклад, у серійному виробництві для механізації окремих операцій застосовують пневматичні та електричні дрилі для виготовлення невеликих отворів на місці, механічні терпуги, переносні полірувальні машини тощо. При великосерійному та масовому виробництві широко застосовують муфтозакручувачі (муфтоверти).

Для транспортування великих деталей і вузлів застосовують мостові крани тощо. До місць складання деталі подають на підвісних конвеєрах, у деяких випадках з автоматичним адресуванням вантажів. При потоковому складанні застосовують ланцюгові конвеєри.

Автоматизація окремих операцій і технологічних процесів дає можливість значно збільшити продуктивність праці, забезпечити належну якість продукції, ліквідувати важку малопродуктивну ручну працю. У наш час уже застосовують автоматичні складальні лінії на

автомобільних заводах, підприємствах радіотехнічної промисловості, точної механіки, сільськогосподарського машинобудування. Проте рівень автоматизації складання відстає від рівня автоматизації інших технологічних процесів.

Перспективним напрямком удосконалення складання є створення та впровадження на підприємствах роботів-складальників, особливо під час виконання монотонних робіт.

Кінцевою стадією складання машин є контроль і випробування виробів. Контроль проводять у процесі складання окремих вузлів і після складання всього виробу. На машинобудівних підприємствах виконують вибірковий і обов'язковий контроль. Відповідальні вузли підлягають обов'язковому контролю. Від якості їх складання залежать основні експлуатаційні показники виробів (продуктивність, надійність, довговічність тощо).

Після перевірення окремих з'єднань і вузлів машина проходить випробування. Перевіряють роботу машини та взаємодію всіх механізмів, а також потужність, продуктивність і точність. Отже, *випробуванням машин* є перевірка параметрів, які отримала машина в процесі виготовлення. Випробування проводять з навантаженням і без нього. Вибір способу випробування залежить від виду, призначення та обсягу випуску машин.

Випробування без навантаження проводять з метою перевірки роботи механізмів. Випробування з навантаженням проводять для з'ясування роботи машини за умов експлуатації. При цьому способі випробування для машини створюють умови, близькі до умов експлуатації.

Машини спеціального призначення або дослідні зразки випробовують на продуктивність. У процесі випробовування з'ясовується, чи відповідає продуктивність виготовленої машини вимогам замовника.

За результатами випробувань виписують паспорт і роблять висновок про якість виробу.

Для фахівців-економістів, що працюють у галузі машинобудування, важливо вміти економічно обґрунтовано вибрати раціональні способи виготовлення деталей машин, які можна зробити на підставі техніко-економічних розрахунків шляхом порівняння різних варіантів технологічних процесів. Тому, вивчаючи дану тему, зупиніться на розгляді основних принципів техніко-економічної оцінки ефективності різних технологічних процесів шляхом порівняння найбільш загальних показників, таких як: коефіцієнт використання матеріалів, питомі втрати матеріалів (кг) на одиницю продукції, собівартість виробу (деталей), трудомісткість окремих складальних операцій і трудомісткість складання виробів; коефіцієнт трудомісткості складального процесу тощо.

Термінологічний словник

Абразивна обробка – механічна обробка виробів з металу, деревини, пластмаси, скла, шкіри та інших матеріалів абразивним інструментом.

Автоматична лінія – це система автоматично діючих станків, пов'язаних транспортними засобами, що мають єдиний управляючий пристрій.

Адсорбція – поглинання поверхнею деталі активних атомів.

Вальцювання (прокатка) – такий вид обробки металів тиском, коли заготовка силами тертя втягується у проміжок між: обертальними валками, які її пластично деформують, зменшуючи площу поперечного перерізу і збільшуючи довжину.

Верстати – машини, призначені для оброблення різанням заготовок, виготовлених з конструкційних матеріалів, з метою надання їм певної форми, розмірів і шорсткості поверхні.

Виливниці – це чавунні, рідше сталеві форми.

Волочіння – спосіб обробки металів тиском, що полягає у протягуванні вальцюваних або пресованих заготовок крізь отвір, поперечний переріз якого менший за поперечний переріз заготовки, а конфігурація отвору формує заданий профіль виробу.

Вузол – складова частина виробу, який отримують з'єднанням деталей.

Деталь – виріб, виготовлений без застосування складальних операцій.

Дифузія – проникнення активних атомів у поверхневий шар деталі.

Допуск – відхилення кількісної характеристики будь-якого параметра (наприклад, розмірів деталей машин і механізмів, фізико-хімічних властивостей матеріалів), що допускаються від його номінального (розрахункового) значення відповідно до заданого квалітету точності. У машинобудуванні допуски забезпечують взаємозамінність деталей і вузлів.

Заготовки – напівфабрикати, за формою і розмірами близькі до деталі.

Зварювання – технологічний процес одержання нероз'ємних з'єднань внаслідок міжатомної взаємодії, що відбувається при місцевому сплавленні або спільному пластичному деформуванні з'єднаних частин.

Ливарне виробництво – процес виготовлення фасонних відливок під час заповнення рідкими металами і сплавами спеціальних фасонних форм, в яких метал твердіє.

Литво – виготовлення заготовок для виробів заповненням свідомо виготовлених ливарних форм розплавленим металом, сплавом або іншим конструкційним матеріалом.

Машина – механізм або поєднання механізмів, які здійснюють певні рухи для перетворення одного виду енергії на інший або виконання певного технологічного процесу (операції).

Обробка різанням – процес, при якому із заготовки (відливка, поковки) зрізують шар металу з метою надання деталі певної геометричної форми, точності розмірів і шорсткості поверхонь.

Промисловий робот – це автоматично-функціонуюча машина (автомат), призначена для відтворення деяких рухових і розумових функцій людини при виконанні основних і допоміжних виробничих операцій без безпосередньої участі людини.

Протягування – спосіб оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовки за допомогою протяжки. Головним рухом є поздовжнє переміщення інструмента, а рух подачі відсутній.

Розточування – операція металообробки, яка полягає у збільшенні діаметра вже існуючих отворів.

Складання машин – технологічний процес поєднання, координування і фіксації деталей у вузли, а вузлів у машину.

Собівартість машини – сума усіх витрат на її виготовлення та реалізацію. Для зниження собівартості потрібно при конструюванні машин передбачати їх найменшу матеріаломісткість, серійність випуску, технологічність конструкції та ін.

Стійкість інструмента – час його роботи від загострення до загострення при певному режимі різання.

Стругання – спосіб оброблення плоских поверхонь заготовки за допомогою різця. Головним рухом за цього способу є зворотно-поступальне переміщення інструмента або заготовки.

Ступінь автоматизації машини – відношення автоматизованих циклів роботи машини до загальної кількості робочих циклів. Від ступеня автоматизації залежить продуктивність машини, її економічність.

Технологічність конструкції – відповідність конструкції машини вимогам економічної технології її виготовлення. Окремі елементи машини повинні мати такі форми і розміри, щоб одночасно задовольняти вимоги міцності, стійкості, надійності та низької собівартості.

Фрезування – спосіб оброблення плоских і криволінійних поверхонь заготовки за допомогою фрези. Головним рухом є обертання інструмента, а рухом подання – поступальне переміщення заготовки.

Шорсткість – сукупність почергових виступів (гребенів) і западин на поверхнях виробів.

Шліфування – спосіб оброблення поверхонь заготовки за допомогою шліфувальних кругів з метою досягнення точніших розмірів і зменшення шорсткості поверхні. Головним рухом у ході шліфування є обертання інструмента.

Штамування – процес обробки матеріалів тиском – пластичне деформування заготовки в штампах.

Питання для поточного контролю знань

1. Що слід мати на увазі під виробом, деталлю, складальною одиницею, комплектуючим виробом?
2. Структура технологічного процесу в машинобудуванні.
3. Типи виробництва та їх характеристика.
4. Дані для проектування технологічного процесу. Види технологічної документації.
5. Класифікація технологічних процесів.
6. У чому полягає технологія лиття? Назвіть основні способи лиття.
7. Назвіть технічні фактори, які визначають досконалість способів формоутворення заготовок, деталей.
8. Які економічні показники визначають досконалість технологічних процесів при виробництві заготовок?
9. Який показник характеризує ефективність використання матеріалів при формоутворенні заготовок?
10. Назвіть основні рекомендації, які доцільно використовувати, вибираючи спосіб виготовлення заготовок залежно від будови матеріалів і складності форми заготовки.
11. У чому полягає технологія різання? Назвіть основні способи різання.
12. У чому полягає сутність процесів точіння, свердління, фрезування, стругання, протягування та шліфування?
13. Мастильно-охолодні рідини, технологія їх застосування.
14. Нові способи різання: хімічні, електричні, ультразвуковий, плазмовий, лазерний. Їх сутність.
15. Продукція машинобудівної промисловості, її види.
16. Дайте визначення машини та зробіть класифікацію машин залежно від основних функцій робочого процесу.
17. Технологічні процеси складання машин, їх характеристика.

Теми рефератів

1. Технологічна характеристика різних типів виробництва.
2. Методи волочіння, пресування, кування, шліфування та штампування.
3. Виготовлення виробів різанням. Нові способи різання.
4. Нормування технологічного процесу.
5. Способи складання машин.
6. Техніко-економічні показники складання та шляхи їх поліпшення.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Чинники, що впливають на вибір методу виготовлення заготовок:
 - а) тип виробництва;
 - б) конфігурація і розміри;
 - в) матеріал заготовки;
 - г) всі відповіді правильні.

2. Автоматичні лінії економічно вигідно застосовувати в такому виробництві:
 - а) одиничному;
 - б) серійному;
 - в) масовому.

3. Чинники, що впливають на вибір методу виготовлення заготовок:
 - а) тип виробництва;
 - б) конфігурація і розміри;
 - в) матеріал заготовки;
 - г) всі відповіді правильні.

4. Взаємозамінність при збірці:
 - а) підвищує продуктивність;
 - б) знижує продуктивність;
 - в) не змінює продуктивності.

5. Хімічне фрезерування застосовують:
 - а) для обробки фасонних поверхонь, які неможливо отримати іншими способами обробки;
 - б) для зменшення товщини деталей або ребер деталей, які не економічно обробляти або отримувати іншими способами;
 - в) обидві відповіді правильні.

6. Головним рухом при фрезеруванні служить:
 - а) обертальний рух заготовки;
 - б) обертальний рух фрези;
 - в) поступальне переміщення фрези.

7. Втрати робочого часу на здійснення допоміжних ходів спостерігаються у:
 - а) безперервних технологічних процесах;
 - б) дискретних технологічних процесах;
 - в) обидві відповіді правильні.

8. При великосерійному та масовому виробництвах застосовують:
- а) спосіб повної взаємозамінності;
 - б) спосіб неповної взаємозамінності;
 - в) спосіб індивідуального підганяння.
9. Для здійснення рухомого складання повинні виконуватись такі умови:
- а) повна взаємозамінність деталей;
 - б) періодичного переміщення виробу;
 - в) стійкість інструмента.
10. На машинобудівних підприємствах виконують такі види контролю:
- а) квартальний;
 - б) обов'язковий;
 - в) вибірковий;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.

Задачі

1. На машинобудівельному заводі А виробляють 10 000 шт. деталей за рік із сталі чистою масою 150 кг методами лиття в разові піщано-глиняні форми, коефіцієнт використання металу становить 0,7. Плавають сталь в електродуговій печі. На заводі Б виробляють такі самі деталі із сталі з чистою масою 150 кг тієї ж кількості методами лиття в разові форми з рідкорухомої формувальної суміші. Норма витрат сталі на заводі Б на одну деталь становить 210 кг.

Виплавку сталі здійснюють у мартенівській печі. Візьміть вартість 1 т лиття за 400 ум. од.; вартість 1 т ум. п. = 100 ум. од.; 1 кВт/год. = 1,0 ум. од.

Визначте:

- а) норму витрат сталі на одну деталь на заводі А;
- б) загальну річну потребу сталі на заводі А і Б;
- в) витрати умовного палива й електроенергії на заводі А і Б;
- г) коефіцієнт використання металу на заводі Б;
- д) на якому заводі економічно доцільно виробляти деталі.

2. Чиста маса виробу – 400 кг, величина фактичних відходів при обробці виробу становить 98 кг. За результатами удосконалення технології виготовлення виробу відходи планується зменшити.

Визначте коефіцієнт використання матеріалу і частку відходів до і після зміни технології.

Література: 2, 6, 8, 13, 15, 19, 21, 22, 31, 32, 35, 47, 57, 62.

Тема 5. ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОДУКЦІЯ ХІМІЧНОЇ ТА НАФТОХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

На підставі матеріалу з попередніх розділів можемо дійти висновку, що більшість процесів біосфери і технологій виробництва, а також забруднення навколишнього середовища – хімічні.

Хімічна промисловість дала людству тисячі нових речовин, які в природі не існують і за допомогою яких людство отримало нові конструкційні матеріали. Це стало поштовхом для розвитку усіх інших галузей виробництва.

Без хімії ми б не мали сучасного автомобільного і авіаційного транспорту (шини, паливо), будівництва (нові будівельні матеріали), легкої промисловості (тканини), фармакології (ліки), побутових виробів (парфуми, миючі засоби) тощо.

Сировиною для хімічної промисловості є продукція гірничодобувної промисловості, а також сировина біологічного походження (рослини, тварини).

Умовно всю хімічну промисловість, як і хімію, можна розподілити на дві великі частини:

- хімічна промисловість на базі неорганічної сировини;
- хімічна промисловість на базі органічної сировини.

Деякі галузі хімічного виробництва настільки розвинулись, що набули статусу самостійних галузей, наприклад: паливна та нафтопереробна галузі, гумотехнічна галузь, виробництво синтетичних волокон, виробництво мінеральних добрив та інші. У кожній з цих галузей існує своя сировина, своя техніка і своя технологія, які дуже відрізняються між собою.

Далі слід зупинитися на способах класифікації хіміко-технологічних процесів та управління ними. Зокрема, розгляньте класифікацію хіміко-технологічних процесів за способом організації, агрегатним і фазовим станом, тепловим ефектом, визначальними параметрами тощо.

Слід звернути увагу на те, що будь-який хіміко-технологічний процес складається з трьох стадій: 1) *підведення реагентів у зону реакції*; 2) *хімічна реакція*; 3) *виведення реагентів із зони реакції*.

Щоб управляти таким процесом, потрібно знати, яка з вищезначених стадій є найповільнішою, бо саме від швидкості її проходження залежатиме загальна швидкість процесу. Якщо найповільнішими стадіями будуть перша або третя (процеси, що знаходяться в дифузійній галузі), то їх прискорення визначатиметься швидкістю перемішування, способами гомогенізації та іншими засобами, які використовують для

дифузних процесів. Якщо ж швидкість процесу визначатиметься швидкістю хімічної реакції, потрібно знати залежність останньої від зміни тиску, температури та концентрації, бо саме зміною цих параметрів можна впливати на перебіг технологічних процесів хімічної промисловості.

Величезне значення для хімічної промисловості мають каталітичні процеси, оскільки близько 90 % всіх виробництв цієї галузі використовують каталіз. Тому зверніть увагу на відміну дії каталізу на прискорення хімічних реакцій, яке відрізняється від дії зміни температури, тиску або концентрацій тим, що каталіз однаково впливає як на швидкість прямої, так і зворотної реакцій. Суттєвий вииграш полягає у зменшенні часу настання рівноваги та селективності дії каталізаторів. Згідно з класифікацією каталітичні процеси бувають *гомогенні* та *гетерогенні*. Пам'ятайте, якщо для перших апаратурне оформлення просте, то для других (які значно частіше використовуються в промисловості) – значно складніше та різноманітніше. Каталітичні процеси використовуються у виробництві кислот, аміаку, органічних речовин тощо.

Продовжуючи вивчення даної теми, необхідно зупинитись на розгляді деяких основних хіміко-технологічних процесів, зокрема, виробництві кислот, соди, мінеральних добрив, гуми, нафтопродуктів тощо.

Слід зазначити, що серед хімічних продуктів головне місце посідає *сірчана кислота*. Завдячуючи її властивостям, а також у зв'язку з тим, що вона значно дешевша за інші кислоти, сірчану кислоту широко використовують як у хімічній промисловості, так і в металообробній, нафтопереробній і в інших галузях промисловості (виробництво мінеральних добрив, синтез барвників і лікарських речовин, металургія, виробництво солей і кислот та ін.). Сірчану кислоту справедливо називають фундаментом хімічної промисловості.

Зверніть увагу на те, що сірчана кислота – рідина, яка не має кольору, важка (майже вдвічі важча за воду) і в'язка, як олія. При кімнатній температурі вона нелетка, тому не має запаху. Під час контакту з водою відбувається дуже сильне розігрівання. Концентрована сірчана кислота поглинає з повітря водяні пари. Тому її використовують для висушування речовин. Гази осушають шляхом пропускання їх через промивні склянки з концентрованою сірчаною кислотою. При потрапленні на шкіру викликає сильні опіки.

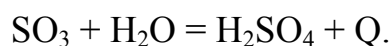
Виробництво сірчаної кислоти. Сировиною для виробництва сірчаної кислоти є сірка, сірковий колчедан і сірководень, спалюючи які, одержують оксид сірки (IV) SO_2 . Сировиною служать також відходи (оксид сірки) виробництва багатьох відомих металів, коксу (коксівий газ) та інші.

Технологічний процес виробництва сірчаної кислоти складається з двох стадій. На першій стадії отримують окис сірки SO_2 , а на другій – окислення оксиду сірки (IV) в окис сірки (VI):

1. $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + \text{Q}$.
2. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + \text{Q}$.

Для прискорення цієї реакції використовують як каталізатор (для найбільш ефективного окислення) окис ванадію (V).

Окис сірки (VI), який утворився в контактному апараті, витягують з газової суміші, в якій його об'ємна частка становить 7 %, і отримують концентровану H_2SO_4 або розчин окису сірки (VI) в сірчаній кислоті – олеум.



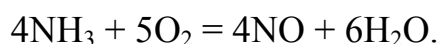
Реакція відбувається при температурі 300 °С. Як реакційний апарат використовують башту з насадкою з протитечійним рухом газової суміші та поглинаючою окис сірки (VI) рідиною. При цьому миттєво утворюється пара сірчаної кислоти. Газова суміш виявляється перенасиченою пароподібною H_2SO_4 , яка конденсується на стінках башти, а потім виводиться з неї.

Виробництво азотної кислоти. Для виробництва розбавленої азотної кислоти з аміаку використовують такі системи:

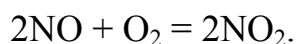
1. Синтез при атмосферному тиску.
2. Синтез під тиском.
3. Комбінований синтез (окислення аміаку до оксиду азоту проводиться при атмосферному тиску, а окислення оксиду азоту до діоксиду та абсорбція діоксиду водою проводиться при підвищеному тиску).

В основі синтезу розбавленої азотної кислоти лежать такі реакції:

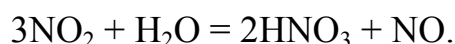
1. Контактне окислення аміаку до оксиду азоту:



2. Окислення оксиду до діоксиду:



3. Абсорбція діоксиду азоту водою:



Оксид азоту, що при цьому виділяється, знову окислюється.

Ці реакції практично незворотні, і напрямок процесу визначається співвідношенням швидкостей. Через це для виробництва азотної кислоти використовують каталізатори, які вибірково прискорюють ці реакції. На практиці ступінь окислення аміаку досягається майже на 98 %. Процес окислення проходить тільки при високих температурах (до 900 °С).

У лабораторній практиці використовують кислоту, що містить приблизно 65 % HNO_3 (густина – 1,40). У промисловості отримали розповсюдження два сорти кислоти: розбавлена (50–60 % HNO_3) і концентрована (96–98 %).

Виробництво фосфорної кислоти. Розчин фосфорної кислоти отримують після відокремлення фільтрацією фосфогіпсу, забрудненого домішками, що потрапляють у розчин з фосфату: кремнезем, сульфати та фосфати заліза і алюмінію.

Оптимальні умови екстракції визначаються бажанням отримати найбільш висококонцентровану кислоту, великі кристали фосфогіпсу (полегшує процес фільтрації) та прискорити процес екстракції. Великі кристали фосфогіпсу отримують при температурі 70–80 °С і невисокій концентрації сірчаної кислоти. Для отримання концентрованої фосфорної кислоти та прискорення процесу екстракції використовують 75 %-ну баштову сірчану кислоту (іноді купоросне масло 72,5 %) і більш високу температуру на початку екстракції.

Екстракційна фосфорна кислота містить не більше 36 % H_3PO_4 . Для виробництва подвійного суперфосфату та інших добрив необхідно упарювати кислоту до концентрації 50–80 %.

Концентрування фосфорної кислоти ускладнене процесами корозії апаратів і випаданням осадів сульфату кальцію та інших домішок на гріючих поверхнях.

Виробництво добрив. Виробництво добрив є однією з найважливіших галузей сучасної хімічної промисловості. Промисловість України випускає близько 50 найменувань мінеральних добрив, але найбільшого поширення набули саме азотні, фосфорні та калійні. Розглянемо найбільш поширені з них:

- *азотні:* безводний аміак – 82,3 % азоту; карбамід (сечовина) – 46,6 % азоту; аміачна селітра – 35 % азоту; сульфат амонію – 21 % азоту;
- *фосфорні:* подвійний суперфосфат – 48 % P_2O_5 ; преципітат – 36 % P_2O_5 ; знефторений фосфат – 38 % P_2O_5 ; фосфоритна мука – 22 % P_2O_5 ;
- *калійні:* сульфат калію; сильвініт; каїніт; хлористий калій.

Більше половини мінеральних добрив випускається у концентрованому вигляді. Більше 80 % – складні, комплексні. Серед комплексних відрізняють:

- *змішані (комплексні)* – такі, що утворюються перемішуванням декількох простих добрив. Найчастіше, наприклад, використовують таку суміш: суперфосфат + аміачна селітра;
- *хімічно пов'язані* – це відомі вам амофос, нітрофос і нітрофоска, які продаються у розфасованому вигляді для дачників.

Мікродобрива – це хімічні з'єднання з елементами бору, міді, марганцю, молібдену, цинку та ін. Усього хімічна промисловість випускає близько 20 найменувань мікродобрив. Іноді мікродобрива додають як складовий компонент до комплексних добрив.

На прикладі виробництва калійних мінеральних добрив ознайомтеся з перебігом технологічних процесів, характерних для сольових технологій, де використовуються типові фізичні методи, зокрема подрібнення, класифікація, збагачення, сушка та ін. Важливими є стадії процесу, що містять у собі розчинення, фільтрацію, відстоювання, випаровування, кристалізацію, висушування тощо. Отримання власне калійних добрив пов'язано із застосуванням флотаційного та галургічного методів. Ознайомтеся більш детально з цими методами.

Так, **флотаційний метод** отримання хлориду калію із сильвініту засновано на *флотаційному розділенні водорозчинних мінералів калійної руди в середовищі насиченого сольового розчину за рахунок селективної гідрофобізації поверхні часток калійних мінералів за допомогою флотореагентів.*

Галургічний метод отримання хлориду калію із сильвініту (метод вибіркової розчинності та розділеної кристалізації) засновано на *різній розчинності хлоридів калію та натрію при зміні температури при їхній спільній наявності в системі “KCl – NaCl – H₂O”*. Позитивні та негативні характеристики кожного з названих методів зумовлюють використання обох. Вибір методу визначається бажаними характеристиками продуктів, необхідних споживачу.

Власне утворення мінеральних солей, якими є мінеральні добрива, відбувається із застосуванням хімічних процесів: обпалювання, вилуговування, реакції обмінного розкладу, реакції нейтралізації тощо. Саме ці процеси знаходяться в основі отримання аміачної селітри, карбаміду, подвійного суперфосфату, рідких і складних добрив.

Під час вивчення сукупності технологічних процесів отримання азотних добрив, способів їх використання та зберігання зверніть увагу на вплив хімічних властивостей на фізичні та експлуатаційні характеристики. При отриманні аміачної селітри важливим є енергозберігаючий

аспект, коли теплота реакції нейтралізації аміаку азотною кислотою використовується для випарювання та отримання суміші цієї речовини. Це спрощує та здешевлює вартість отриманого продукту.

Розглядаючи технологічні процеси виробництва мінеральних добрив, зверніть увагу на подвійний суперфосфат, його властивості та особливості виробництва. Як відомо, технологія його отримання містить хімічні (взаємодія середньої солі з кислотою) та фізичні методи – подрібнення, розбризкування, нашаровування тощо.

Технологія виготовлення хімічних волокон. Почніть розгляд цього питання з визначення та класифікації волокна, його якості та використання. Зверніть увагу на переваги хімічного волокна над натуральним.

Вихідним матеріалом при виготовленні штучних хімічних волокон є целюлоза, яку виготовляють з деревини, а при виготовленні синтетичних волокон використовують полімерні смоли, що знаходяться у розтопленому стані. Технологія виготовлення як штучних, так і синтетичних волокон багато в чому збігається.

Виробництво будь-яких хімічних волокон можна умовно розподілити на чотири стадії.

Перша стадія полягає в синтезі полімерів. *Друга стадія* – приготування прядильної маси, тобто розчинів або розплавів та їх ретельне очищення від нерозчинних часток і бульбашок повітря. *Третя стадія* – формування волокна. Слід звернути увагу на те, що це основна і найбільш відповідальна операція, яка відбувається шляхом продавлювання через філь'єру надтонких струмочків прядильної маси. У процесі формування волокна лінійні макромолекули орієнтуються вздовж усього струмка.

Формування волокна закінчується затвердінням елементарних волокон, при якому зберігається орієнтація мікромолекул. Часто для підвищення ступеня орієнтації молекул ще не зовсім затверділі волокна піддають витягуванню шляхом багаторазового перемотування при певному натягуванні.

Далі розгляньте мокрий і сухий способи формування волокна, звернувши увагу на їх сутність. Так, мокрий спосіб використовується у випадку прядіння волокна з розчину, який подається прядильним насосом, проходить через фільтр, продавлюється через отвори філь'єри і потрапляє в розчин, що знаходиться в осадовій ванні. Далі утворені нитки намотуються на бобіну.

При сухому формуванні нагрітій прядильний розчин або полімерна смола після проходження через філь'єру потрапляє у вигляді струмків у шахту прядильної машини, до якої подається нагріте повітря.

При температурі 80 °С відбувається випаровування розчину, струмочки утворюють пучок волокон, який при виході з шахти з'єднується в нитку, підкручується і намотується на бобіну.

Остання, *четверта стадія*, – це оздоблення волокна: очищення від домішок і обробка жировими розчинами, щоб надати йому більшої слизькості для полегшення виготовлення тканини на текстильних підприємствах. Завершують виробництво волокон сушінням і намотуванням їх у вигляді ниток на шпулі й котушки.

Продовжуючи вивчення даної теми, розгляньте *технологію виробництва каучуку і гуми*. Каучук і гума знайшли дуже широкого застосування у промисловості. Сучасна гумовотехнічна промисловість виготовляє приблизно 40 тисяч найменувань виробів.

Зверніть увагу на те, що каучук буває натуральний і синтетичний. *Натуральний каучук* виготовляють з латексу – молочного соку дерева гевеї, яке росте в Бразилії, В'єтнамі, Індонезії та на Цейлоні. Для виділення каучуку до латексу додають оцет. При цьому відбувається коагуляція – виділення каучуку у вигляді пухкого об'ємистого згустку.

Синтетичний каучук – це високополімерний матеріал, який отримують з етилового спирту або нафтопродуктів – етилену, пропилену, бутилену, бензолу, а також з газових продуктів – ацетилену, бутану, пентану, ізобутану. Виробництво синтетичного каучуку складається з двох стадій: отримання мономера і отримання полімеру.

Каучук у чистому вигляді майже ніде не використовується. Він є сировиною для виготовлення гуми.

Виготовлення гуми та гумових виробів. При вивченні цього питання зверніть увагу на класифікацію гуми, її якість і застосування. Слід зазначити, що гумові вироби виготовляють з гумових сумішей (каучуку з інгредієнтами). Як інгредієнти використовують різні наповнювачі, пластифікатори, прискорювачі пластифікації, вулканізатори, прискорювачі вулканізації, фарбники. Конкретно – це сірка, сажа, мазут, гудрон, мастильні масла, каніфоль, смоли та інші. У різних видах гуми знаходиться від 10 до 98 % каучуку. Решту становлять інгредієнти, регенерати та армуючі елементи – натуральні або хімічні волокна у вигляді тканин, ниток, шнурів.

Технологія виготовлення гуми складається з чотирьох стадій:

- 1) різання каучуку на куски і приготування інгредієнтів (подрібнення, просіювання, сортування, зважування);
- 2) приготування гумової суміші в герметичних гумозмішувачах і на каландрах (валках);
- 3) формування (на валках для листової гуми або в пресформах для штучних виробів);

4) вулканізація – завершальна і дуже відповідальна операція, яка може відбуватися в пресах, котлах і автоклавах при температурі 130–160 °С і тиску 18-20 МПа, але може відбуватись і при тиску 3–6 МПа.

Як вулканізуючу речовину застосовують сірку. Для вулканізації відформовані напівфабрикати із сирової гуми нагрівають до температури близько 140 °С. При цьому сіра вступає у реакцію з каучуком, напівфабрикат утрачає пластичність і стає еластичним. Саме при вулканізації гума набуває основної якості – можливості подовжуватись.

Для підвищення твердості та міцності гумових виробів до сировини додають наповнювачі. До них належать сажа, окис цинку, крейда, каолін та ін., а також рукавні, кордові тканини (бавовняні, віскозні, капронові, нейлонові), застосовується також корд зі сталевих дротиків.

Гумові вироби отримують за допомогою спеціальних машин і пристроїв (каландри, різальні машини, вирубні преси, ливарні прес-форми тощо).

Продовжуючи розгляд даної теми, необхідно розглянути **технологію переробки нафти та отримання нафтопродуктів**. Спочатку слід звернути увагу на властивості нафти та підготовки її до перероблення, основні характеристики нафтопродуктів, а потім розглянути технологічні процеси переробки нафти.

Нафтою називають маслянисту рідину від жовтого до чорного кольору з характерним запахом і густиною 185–1 040 кг/V.

Щойно добута (сира) нафта складається із суміші різних вуглеводнів (від пентану до важких вуглеводнів), мінеральних і механічних домішок (піску, глини), органічних сполук, що містять сірку, кисень, азот тощо.

За вмістом сірки нафти поділяють на *малосірчисті* (0,1–0,5 % сірки), *сірчисті* (0,5–3 %) і *багатосірчисті* (3–5 % сірки). Перед тим як подати нафту на перероблення, з неї вилучають гази, воду, мінеральні солі, механічні домішки та сірку.

Гази відділяють у резервуарах з пониженим тиском. Відокремлені гази спрямовують на перероблення, внаслідок чого отримують газовий бензин, етан, пропан, бутан. Потім з нафти вилучають пісок і глину. Для цього до нафти додають деемульгатори. Знесолюють нафту за допомогою електричного струму. Сірку та сірководень вилучають за допомогою розчинів лугів або амоніаку. Очищену від домішок нафту переробляють для отримання пального, мастил, розчинників, окремих вуглеводнів (полімерів), бітумів, пеки, кислоти, парафіну, вазеліну тощо.

Сьогодні в технологічних процесах нафтопереробки застосовують фізичний і хімічний способи. До них належать: *дистиляція* (фізичний спосіб) і *крекінг* (хімічний спосіб).

Дистиляція нафти полягає в поділі нафти на пальні та мастильні фракції (складові). Цей поділ ґрунтується на різній температурі кипіння окремих фракцій. Дистилують нафту за умов запобігання розкладанню вуглеводнів. За такого способу перероблення нафти кількість отриманого бензину становить лише 5–20 % від кількості перероблюваної нафти (рис. 1 додатка Ш).

Для більш глибокого розділення багатокомпонентної суміші, якою є нафта, на окремі фракції використовують ректифікацію.

Крекінгом називають перероблення нафтопродуктів, під час якого великі молекули вуглеводнів розщеплюються на малі.

Наприклад, $C_{14}H_{30} \geq C_{17}H_{16} + C_7H_{14} - O$.

У нафтовій промисловості використовують різні види крекінгу. До них належать *термічний, піролізний, каталізний* тощо.

Термічний крекінг проводять за температури 470–540 °С і тиску 2–7 МПа. Вуглеводні починають розщеплюватися при температурі 380–400 °С. Із підвищенням температури швидкість розщеплення зростає. Підвищення температури крекінгу при постійному тиску спричиняє збільшення виходу легких компонентів і зменшення важких і коксу. У разі збільшення тиску підвищується температура кипіння сировини. Змінюючи тиск, можна впливати на фазовий стан і проводити крекінг у паровій, рідинній і мішаній фазах.

Зверніть увагу на те, що у паровій фазі проводять крекінг газово-газойлевих фракцій, у рідинній – мазуту та гудрону. Під час крекінгу в мішаній фазі тиск сприяє гомогенізації сировини – газ частково розчиняється в рідині, зменшуючи її густину.

Рідинний крекінг проходить у двофазній системі “рідина – пара”. Сировиною є мазут. У процесі нагрівання молекули мазуту розщеплюються з утворенням бензину, газу, коксу та залишку.

Крекінг мазуту проводять за дві стадії. Спочатку при температурі 450–470 °С і тиску 2,5 МПа отримують бензин і газово-солярові фракції. На другій стадії проводять крекінг газово-солярових фракцій. Для цього збільшують тиск до 4,5 МПа і підвищують температуру до 500–520 °С. Унаслідок розщеплення важких молекул отримують легкі фракції бензинів. Якщо на першій стадії розщеплення вихід бензину становить 10 %, то на другій за рахунок більш глибокого розщеплення отримують 30–35 % бензину. Октанове число крекінг-бензину (=70) більше, ніж бензину, отриманого дистиляцією. Крім бензину, отримують

до 55 % крекінг-залишку і 10–15 % крекінг-газів, які складаються з водню, метану, етану, пропану, бутану, етилену, пропілену та бутилену. Після розділення крекінг-газів на складові їх використовують для синтезу полімерів, різних органічних сполук, отримання високооктанового бензину.

Крекінг-залишок використовують для виробництва пального або як паливо на теплових електростанціях, морських суднах чи у промислових печах.

Технологічна система термічного крекінгу нафтопродуктів залежить від виду сировини. А це – всі нафтопродукти, отримані дистиляцією, та важкі фракції каталізного крекінгу і коксування. У сучасних технологічних системах термічного крекінгу застосовують рециркуляцію (наявність зворотного потоку сировини в системі), внаслідок чого максимально використовуються сировина й обладнання.

Піролізний крекінг. Піролізом називають розщеплення великих молекул вуглеводнів на простіші при високій температурі.

Піроліз нафтопродуктів проводять для отримання газів і рідинних ароматичних вуглеводнів. Піроліз нафтопродуктів проводять за температури 700–1 000 °С і тиску, близького до атмосферного. Внаслідок розщеплення молекул гасу або легкого газойлю отримують до 50 % газу, ароматичні вуглеводні та смолу.

Зверніть увагу на те, що гази піролізу відрізняються від газів крекінгу більшою кількістю етилену, пропілену, бутилену, які є сировиною для виробництва продукції органічного синтезу (етиловий і метиловий спирт, оцтова кислота, барвники, лікарські препарати) і особливо для виробництва синтетичних волокон, пластмас, каучуків тощо.

Сьогодні відомо багато нових видів піролізу: із застосуванням каталізаторів, у присутності водню (гідропіроліз) тощо.

Далі розгляньте процес *коксування нафтопродуктів*, який полягає в розкладанні нафтових залишків (мазуту, гудрону, крекінг-залишку) при нагріванні без доступу повітря.

Цей процес проводять для отримання додаткової кількості рідинного пального та коксу, який згоряє без твердого залишку (жужелиці). Отриманий кокс використовують для виробництва електродів, необхідних металургії, карбідів для авіаційної та ракетної техніки, ядерної енергетики тощо. Чистий вуглець використовують як уповільнювач нейтронів в атомних реакторах.

Каталізний крекінг. Розглядаючи це питання, слід зазначити, що сьогодні термічні способи переробки нафтових фракцій швидко витискаються менш енергомісткими та більш ефективними – каталізними, які порівняно з термічними проходять з більшою швидкістю при нижчих

температурах і тиску. Крім того, вони дають можливість переробляти нафтопродукти з великим вмістом сірки (рис. 2 додатка Ш).

Каталічний крекінг нафтопродуктів проводять за участі каталізаторів, якими можуть бути платина, оксиди молібдену, хрому, алюмосилікати тощо. Використання каталізаторів для крекінгу нафтопродуктів зменшує затрати палива, збільшує продуктивність реакторів. Крім того, поліпшується якість і збільшується кількість отриманого бензину та інших нафтопродуктів.

Каталічні процеси, які використовують при переробленні нафтопродуктів, поділяють на каталічний крекінг і каталічний риформінг. Для крекінгу каталізатори виготовляють з твердих високопористих алюмосилікатів. Цей вид крекінгу нафтопродуктів проводять у контактному апараті з рухомим каталізатором за температури 450 °С і тиску 0,1–0,2 МПа.

У процесі розщеплення вуглеводнів на поверхні каталізатора осідає кокс (вуглець), який осідає на поверхню каталізатора і спричиняє зниження його активності. Для відновлення активності каталізатор регенерують. Відновлений каталізатор під тиском повітря знову повертається до бункера, а звідси – до реактора (контактного апарата). Цей процес безперервний. Продукти крекінгу з реактора надходять до ректифікаційної колони, де розподіляються на фракції: газ, бензин, газойль, кокс.

У процесі каталічного крекінгу гасо-солярових фракцій отримують близько 12–15 % газу, який містить цінні для органічного синтезу пропан-пропіленову і бутан-бутиленову фракції, до 10 % газойлю (дизельне пальне), 4–5 % коксу та до 70 % бензину з октановим числом 77–78.

Далі слід звернути увагу на переваги каталічного крекінгу порівняно з термічним. Однією з переваг є порівняно великий вихід бензину з високими антидетонаційними (противибуховими) властивостями, а другою – отримання бензину з малим вмістом сірки незалежно від її кількості в сировині. А це дуже важливо, оскільки добування нафти, яка містить незначну кількість сірки, скорочується, а зростає добування нафти з великим вмістом сірки.

Щоб покращити якість бензину та збільшити його октанове число, впроваджують каталічний риформінг.

Каталічний риформінг. На відміну від крекінгу, риформінг проводять за участі водню у присутності каталізаторів платини, оксиду молібдену тощо.

Найчастіше застосовують каталічний риформінг з використанням платинового каталізатора (платина нанесена на поверхню оксиду

алюмінію) в середовищі водню при температурі 470–540 °С і тиску 2–4 МПа. Цей процес називають *платформінгом*. Переробляють легкі нафтові фракції – малооктанові бензини, які отримують у процесі дистиляції нафти або бензино-легроїнової суміші. У результаті такого перероблення отримують бензин з високим октановим числом або ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилол). Якщо платформінг проводять при тиску 1,5–3,0 МПа, то отримують бензол, толуол, ксилол; при тиску 5 МПа утворюється дуже якісний бензин з октановим числом 98. Отриманий бензин має незначний вміст сірки, є стійким під час зберігання та використання.

Незалежно від умов процесу у ході риформінгу паралельно з рідиною продукцією отримують 5–15 % газової продукції (водень, метан, етан, пропан, бутан та ізобутан), яку використовують у виробництві метанолу, формальдегіду тощо, та додають до бензину.

Далі зверніть увагу на технологію очищення нафтопродуктів, оскільки отримані нафтопродукти в більшості випадків не готові до використання, бо містять різні домішки, які впливають на стабільність їхніх властивостей. Щоб позбутися цих домішок, використовують хімічні та фізико-хімічні способи очищення. Нафтопродукти очищають лугом, сірчаною кислотою (H_2SO_4), проводять адсорбцію, екстракцію тощо. Очищення нафтопродуктів робить їх дорожчими, але якіснішими.

Продовжуючи розгляд цього питання, зверніть увагу на класифікацію, призначення, характеристику і маркування рідкого палива (додаток X).

Процеси полімеризації. Важливе місце серед технологічних процесів хімічної галузі посідають процеси полімеризації.

Полімерами називаються природні та штучні сполуки, молекули яких складаються з великого числа повторюваних однакових або різних за будовою атомних групувань, з'єднаних між собою хімічними або координаційними зв'язками. Отже, полімери складаються з макромолекул, до яких входять від двох до декількох тисяч простих молекул.

Залежно від побудови макромолекул полімери поділяються на лінійні, розгалужені та просторові.

У лінійних полімерів ланцюг макромолекули розташований у вигляді лінії. Вони гарно розтоплюються і розчиняються.

У розгалужених полімерів є декілька ланцюгів, розташованих в одній площині. Вони погано розтоплюються і розчиняються.

У просторових полімерів ланцюги молекул розростаються у різні боки, утворюючи певний об'єм. Вони не розтоплюються і не розчиняються (гума).

Залежно від поведінки при нагріванні полімери поділяються на термопластичні та терморективні.

Термопластичні полімери мають лінійну або розгалужену структуру. Вони можуть багаторазово розтоплюватись і затвердівати без зміни своїх властивостей.

Терморективні полімери при нагріванні не розтоплюються, але змінюють свою структуру і властивості.

За походженням полімери розподіляються на природні – полісахариди (целюлоза, крохмаль, білки, натуральний каучук) і синтетичні (смоли, пластмаси, волокна, каучуки, лаки).

Синтетичні полімери отримують полімеризацією або поліконденсацією.

Полімеризація – процес утворення під високим тиском високомолекулярних сполук з ненасичених низькомолекулярних речовин (мономерів) шляхом приєднання, за якого не утворюється жодних побічних продуктів. При цьому елементи складу полімерів і мономерів однакові.

Поліконденсація – процес утворення високомолекулярних сполук (полімерів) із низькомолекулярних (мономерів), що супроводжується виділенням побічних речовин (води, водню, хлору спирту та ін.). При цьому елементи складу полімерів і мономерів відрізняються.

На відміну від полімеризації, поліконденсація є ступінчастим процесом, в якому послідовно приєднуються одна молекула до іншої.

За агрегатним станом полімери можуть бути *рідинними* (розчини, емульсії, в'язкі маси) і *твердими* (гранули, порошки, куски).

Виробництво полімерів є високоавтоматизованим і безвідходним, тобто повністю відповідає сучасним вимогам до виробництва.

Полімери широко застосовують як вихідний матеріал при виготовленні пластичних мас, плівок, волокон, каучуку, клеїв, лаків та ін.

Виробництво пластмас. Пластичні маси (пластики) – це матеріали, які вміщують як основний компонент полімер, який за певної температури і тиску набуває пластичності, а потім затвердіває, зберігаючи форму при експлуатації.

Слід звернути увагу на те, що в одних випадках пластмаси складаються тільки з полімеру, в інших – містять складні композиції, в яких, окрім полімеру, є наповнювачі. При цьому основою завжди є полімер, властивості якого зумовлюють технологію виготовлення деталі в цілому. Наповнювачі лише надають виробу певних властивостей: колір, міцність, твердість, теплопровідність та ін.

Широке застосування пластичних мас визначається їх позитивними властивостями:

- низька густина ($0,9-1,2 \text{ г/см}^3$);
- висока стійкість до агресивних середовищ;
- високі діелектричні властивості (діелектрики);
- низька теплопровідність (теплоізолятори);
- високі антифрикційні властивості (низький коефіцієнт тертя);
- можливість зміни властивостей у широкому діапазоні (за рахунок наповнювачів);
- простота формоутворення складних за формою заготовок при порівняно низьких температурах;
- відмінна оброблюваність різанням та ін.

До недоліків пластмас слід віднести:

- невисока міцність, зокрема контактна;
- обмеженість розмірів деталей;
- невисокий температурний режим експлуатації (до $60-100 \text{ }^\circ\text{C}$);
- порівняно висока вартість багатьох із них.

Проте слід зазначити, що сьогодні пластмаси знайшли широке застосування в різних сферах економіки: машинобудуванні, приладобудуванні, електро- і радіотехнічній промисловості, засобах зв'язку, капітальному будівництві, легкій, харчовій, хімічній промисловості, сільському господарстві, а також у побуті.

Далі, продовжуючи розгляд цього питання, необхідно звернути увагу на класифікацію пластмас та техніку і технологію виготовлення виробів з пластмас.

Загальна кількість видів пластмас – декілька сотень найменувань. *За походженням* вони поділяються на полімеризаційні та поліконденсаційні. Найбільш дешеві та найбільш поширені пластмаси отримані полімеризацією. Серед них найбільшого поширення набули термопласти: поліетилен, полівінілхлорид, полістирол.

Пластмаси, які отримують поліконденсацією, більш дорогі, але вироби з них мають більш естетичний вигляд. Значного поширення набули фенопласт, амінопласт, поліаміди, поліуретан та ін. Їх випускають у вигляді прес-порошків, текстолітів, склотекстолітів, слоїстих пластиків. Із них виготовляють продукцію для побутової техніки: корпуси фенів, електробритв, авторучок, телефонних апаратів, телевізорів, мікрокалькуляторів, фотоапаратів та ін.

За призначенням пластмаси розподіляють на три великі групи: загального призначення, конструкційні (машинобудівні), спеціальні, або пластмаси спеціального призначення, наприклад, пластмаси-діелектрики, хімічно стійкі та антифрикційні.

Розглядаючи технологію виготовлення виробів з пластмас, слід відзначити, що нині існує кілька методів їх виготовлення. Усі вони потребують спеціального дорогого оснащення. Розглянемо найбільш поширені методи.

1. *Лиття під тиском.* Це найпродуктивніший метод. Використовується у масовому виробництві. Виконується на спеціальних машинах, призначених для розплавлення матеріалу і подавання його під поршнем (тиск 50–250 МПа) в закрити охолоджувану прес-форму, при розкритті якої виріб автоматично виштовхується. Прес-форма являє собою збірний металевий пристрій, всередині якого знаходиться порожнина, яка за формою відповідає формі майбутньої деталі. Наступна операція – обрізання ливника, який знов іде на переплавку. Далі – механічна обробка, якщо вона потрібна. Для кожного виробу необхідно виготовляти свою прес-форму.

2. *Пресування* полягає в тому, що вихідний матеріал у вигляді гранул або волокон укладається у прес-форму, підігріту до температури 130–180 °С. Потім укладена маса стискається пуансоном на гідравлічних пресах зусиллям від 10 до 1 000 т. Пластмаса при цьому сплющується і стає однорідним матеріалом, який повністю заповнює порожнину прес-форми. Після відходу пуансону деталь виштовхується, оскільки вона розігріта, але тверда. Ливника у цьому випадку немає, тобто матеріал використовується більш економно, ніж при виготовленні деталі литтям під тиском.

3. *Пневматичне формування.* Здійснюється на спеціальних машинах, які можуть утворювати повітряний тиск або вакуум. Застосовується для виготовлення деталей з листового матеріалу, який підігрівають до пластичного стану. Товщина листа – 1,5–4 мм. Підогрів матеріалу теж здійснює машина. Формування заготовки відбувається у прес-формі під дією стислого повітря. Після формування заготовку обрізають за контуром в обрізному штампі під пресом. Отже, у цьому випадку, окрім прес-форми, використовують ще й штамп.

4. *Екструзія* – це видавлювання пластмаси з порожнини через отвір під тиском. Пластмаса знаходиться у розплавленому стані, але після виходу через отвір миттєво твердіє і набуває форми отвору при необмеженій довжині. Здійснюють на спеціальних шнекових машинах, призначених для виготовлення пластмасових труб, а також для нанесення ізоляції на дрот (точно так наносять на дрот і гумову ізоляцію).

Лиття під тиском і пресування дозволяють виготовляти заготовки, армовані металевими елементами, які підвищують міцність деталей, але прес-форма і технологія при цьому ускладнюються.

Окрім перелічених методів, з листової пластмаси товщиною до 6,5 мм можна одержувати заготівки штампуванням, гнуттям, пробиванням, відборткуванням та ін.

При невисоких вимогах до точності виробів усі способи виготовлення пластмасових виробів дають змогу отримувати готову деталь. Лише для деяких точних деталей, наприклад втулок, необхідна подальша обробка різанням.

Далі, розглядаючи технологічні процеси хімічної промисловості, ознайомтеся з особливостями технологічних процесів виробництва целюлози, хлору, водню та їдкового натру.

Термінологічний словник

Абсорбційна колона – масотеплообмінний апарат для розділення газових сумішей шляхом вибіркового вбирання їх окремих компонентів рідким абсорбентом. Застосовується для осушування і очищення природних газів під час виробництва сірчаної кислоти, хлору, аміаку та ін.

Абсорбція – вибіркоче поглинання речовини з газового чи рідкого середовища усім об'ємом твердого тіла чи рідини.

Антифрикційні пластмаси – пластмаси, які використовують для виготовлення підшипників ковзання.

Вулканізація – процес перетворення сирого каучуку на гуму шляхом нагрівання його із сіркою.

Газифікація – штучне перетворення твердого або рідкого палива на гази.

Гума – матеріал, необхідний для виробництва різноманітних виробів – від автомобільних шин до хірургічних рукавичок.

Десорбція – процес видалення адсорбованої (адсорбату) або абсорбованої (абсорбату) речовини з поверхні адсорбенту або з об'єму адсорбенту. Протилежне – сорбція, адсорбція або абсорбція.

Електроліз – хімічні процеси, що відбуваються при пропусканні постійного електричного струму на електродах, розташованих у розчинах, розплавах або твердих електролітах. Позитивно заряджені іони (катіони) рухаються до катода та відновлюються на ньому, а негативно заряджені (аніони) – до анода, де відбувається їх окислення. Маса утворених на електродах речовин і кількість пропущеної електричної енергії пов'язані відомим законом Фарадея.

Ендотермічна реакція – хімічна реакція, яка відбувається з поглинанням енергії (теплоти) із середовища.

Каталіз – зміна швидкості хімічної реакції під дією деяких речовин (каталізаторів), які беруть участь у ній, але не входять до складу кінцевих продуктів. Для каталізу є характерним зниження енергії активації,

що приводить до різкого прискорення швидкості реакції та можливості проведення процесів при більш низьких температурах.

Каталізатор – речовина, яка змінює швидкість хімічних реакцій, а сама після реакції залишається хімічно незмінною і в тій же кількості, що й до реакції. Каталізатори, що прискорюють реакції (в сотні та навіть тисячі разів), називаються *позитивними*. Ті ж, що уповільнюють реакції, називають *негативними* (інгібітор).

Нафта – горюча корисна копалина, складна суміш вуглеводнів різних класів з невеликою кількістю органічних кисневих, сірчистих і азотних сполук, що являє собою густу маслянисту рідину від темно-бурого до чорного кольору. Елементарний склад, %: вуглець 80–88, водень 11–14,5, сірка 0,01–5, кисень 0,05–0,7, азот 0,01–0,6. Густина – 760–990 кг/м³. Теплота згоряння – 43,7–46,2 МДж/кг.

Піроліз – розщеплення складних органічних сполук на більш прості при високій температурі. Характерні реакції при піролізі – розщеплення вуглець-вуглецевих зв'язків, дегідрогенізація, полімеризація, ізомеризація, конденсація. До піролізу належать коксування, крекінг тощо.

Пластичні маси (пластики) – це матеріали, що вміщують як основний компонент полімер, який за певної температури і тиску набуває пластичності, а потім твердіє, зберігаючи форму при експлуатації.

Полімеризація – метод синтезу полімерних матеріалів, основою якого є сполучення кількох або багатьох молекул мономерів і однієї складної молекули – полімеру, що не супроводжується виділенням побічних низькомолекулярних продуктів (наприклад, синтез поліетилену).

Целюлоза – природний полімер, який виготовляють з деревинної або рослинної сировини.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягають особливості хімічної промисловості, які відрізняють її від інших видів матеріальних виробництв?
2. Які техніко-економічні показники використовуються під час аналізу виробництв у хімічній промисловості?
3. Назвіть основні принципи класифікації хіміко-технологічних процесів.
4. З яких елементарних стадій складається хіміко-технологічний процес? Охарактеризуйте їх.
5. Поясніть залежність швидкості хімічних реакцій від концентрації реагуючих речовин, тиску та температури.
6. Як зміною тиску, температури та концентрації речовин вивести хіміко-технологічний процес зі стану рівноваги?

7. Поясніть дію каталізу на швидкість перебігу хіміко-технологічних процесів.
8. Охарактеризуйте загальну схему отримання сірчаної кислоти.
9. Охарактеризуйте загальну схему отримання азотної кислоти з аміаку та визначте особливості кожної стадії.
10. Екстракційний та електрохімічний методи отримання фосфорної кислоти.
11. Охарактеризуйте технологічну схему отримання подвійного суперфосфату поточним методом. Які фізичні процеси при цьому використовуються?
12. Полімери. Де і для чого вони використовуються?
13. У чому полягає сутність полімеризації та поліконденсації?
14. Пластмаси. Позитивні та негативні властивості пластмас. Пластмаси спеціального призначення.
15. Назвіть і охарактеризуйте основні методи виготовлення деталей з пластмас.
16. Хімічні волокна. Етапи виготовлення хімічних волокон.
17. У чому полягає прядіння сухим і мокрим способами?
18. Каучук. Як він поділяється за походженням?
19. Вихідна сировина для виготовлення натурального і синтетичного каучуків?
20. Технологія виготовлення гумових виробів.
21. У чому полягає процес вулканізації?
22. Нафта. Які продукти виробляють з нафти?
23. Технологія переробки нафти методом перегонки і ректифікації.
24. Які різновиди крекінг-процесу вам відомі? Охарактеризуйте їх.
25. Чим каталітичний крекінг відрізняється від теплового? Що є спільного у цих процесах?
26. Дайте визначення риформінгу і піролізу.
27. Назвіть і охарактеризуйте основні нафтопродукти.

Теми рефератів

1. Технологія виробництва кислот (за вибором).
2. Технологія виробництва содових продуктів.
3. Техніка і технологія виробництва мінеральних добрив.
4. Техніка і технологія перегонки нафти.
5. Хімічні способи переробки нафти.
6. Полімери в хімічній промисловості. Виробництво і використання пластмас.
7. Техніка і технологія виготовлення синтетичних волокон.
8. Техніка і технологія виготовлення гуми, гумових виробів.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Сировиною для отримання сірчаної кислоти є:
 - а) пірит;
 - б) самородна сірка;
 - в) сильвініт;
 - г) фосфорит.
2. До полімерних матеріалів належать:
 - а) пластмаси;
 - б) гума;
 - в) обидві відповіді правильні.
3. Каталізом називається:
 - а) процес, що приводить до прискорення хімічної реакції в результаті введення додаткових речовин – каталізаторів;
 - б) процес зміни швидкості хімічної реакції в результаті введення додаткових речовин – каталізаторів;
 - в) процес, що призводить до уповільнення хімічної реакції.
4. Полімерні смоли служать сировиною для виробництва:
 - а) синтетичних волокон;
 - б) пластмас;
 - в) обидві відповіді правильні.
5. Процесом вулканізації отримують:
 - а) пластмаси;
 - б) гуму;
 - в) каучук.
6. Початковою сировиною для виробництва гуми є:
 - а) каучук;
 - б) синтетичні смоли;
 - в) обидві відповіді правильні.
7. Сірчану кислоту отримують:
 - а) контактним способом;
 - б) нітрозним способом;
 - в) обидві відповіді правильні.
8. Сировиною для виробництва азотної кислоти є:
 - а) сірчистий газ;
 - б) аміак;
 - в) окисел азоту.

9. Застосування каталізатора в хіміко-технологічних процесах:
- підвищує якість продукції;
 - знижує якість продукції;
 - не змінює якість продукції.
10. Методи переробки нафти:
- пряма перегонка;
 - суха перегонка;
 - газифікація.
11. Каталітичний крекінг нафтопродуктів:
- збільшує глибину переробки сировини;
 - знижує глибину переробки сировини;
 - не змінює глибину переробки сировини.
12. Розташуйте за порядком стадії отримання сірчаної кислоти:
- контактне окислення SO_2 ;
 - абсорбція SO_3 ;
 - очищення SO_2 ;
 - отримання SO_2 .
13. Найбільш економічно доцільним є метод отримання азотної кислоти, за якого:
- використовують атмосферний тиск;
 - використовують високий тиск;
 - використовують комбіновану схему тиску.
14. Головною особливістю електротермічного методу отримання фосфорної кислоти є:
- можливість переробки фосфатної сировини з низьким вмістом фосфору;
 - можливість отримання кислоти високої концентрації;
 - можливість отримання кислоти високого ступеня чистоти;
 - можливість отримання більш дешевої кислоти такої ж концентрації.
15. Головною особливістю плазмохімічних процесів є:
- велика швидкість хімічних реакцій внаслідок дії високих температур (Так/Ні);
 - утворення таких реакційноздатних часток, які можуть утворюватися лише в умовах плазми, що веде до появи нових типів хімічних реакцій та утворення нових продуктів (Так/Ні);
 - велика чутливість реакції до домішок у сировині (Так/Ні).

16. На швидкість хімічної реакції впливає:
- а) концентрація реагентів (Так/Ні);
 - б) температура (Так/Ні);
 - в) не впливає тиск (Так/Ні).

Задачі

1. Скільки карбаміду можна добути з 1 т аміаку за один прохід у колоні синтезу, якщо вихід становить всього 35 %?
2. Скільки 50 %-ї сірчаної кислоти можна добути з 40 м³ діоксиду сірки, якщо окислення відбувається на 95 %, а при поглинанні водою 3 % отриманого триоксиду сірки втрачається?
3. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу отримання сірчаної кислоти.
4. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу отримання хімічних волокон.
5. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу переробки нафти крекінгом.
6. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу отримання гуми.

Література: 6–8, 13–15, 21, 24, 29, 30, 33, 35, 42, 44, 45, 51, 54–57, 59, 64–68.

Тема 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА ДЕЯКИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування всієї системи господарювання в країні. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити таким чином: капітальне будівництво, напевне, як жодна інша галузь економіки, створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох галузей народного господарства. Економічний ефект від розвитку цієї галузі полягає у мультиплікаційному ефекті коштів, укладених у будівництво. Адже з розвитком будівельної галузі розвиваються: виробництво будівельних матеріалів і відповідного обладнання, машинобудівна галузь, металургія і металообробка, нафтохімія, виробництво скла, деревообробна і фарфоро-фаянсова промисловість, транспорт, енергетика тощо. І вочевидь, як жодна інша галузь економіки, будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і ремонтних роботах, виробництві та встановленні вбудованих меблів тощо.

ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”

Крім того, будівництво є споживачем продукції, яку виробляє гірничодобувна, лісова, деревообробна та хімічна промисловості, а також чорна та кольорова металургія.

Будівельна індустрія – це індустрія монтажу будівельних виробів і конструкцій, які виготовляються на спеціалізованих підприємствах.

При вивченні технологій будівельної індустрії необхідно відзначити, що будівельна індустрія поділяється на дві стадії: виробництво будівельних матеріалів і виробів та безпосередньо будівництво. Тому при розгляді цього питання особливу увагу слід спочатку звернути на технології виробництва будівельних матеріалів і виробів, а потім розглянути безпосередньо технологію будівництва.

Дуже важливим при розгляді даної теми є питання класифікації будівельних матеріалів. Як відомо, усі будівельні матеріали розподіляються на *природні* та *штучні*. При цьому природні матеріали можуть бути як у вигляді матеріалів (цемент), так і у вигляді конкретних виробів (бетонна балка, цегла, черепиця, шифер, металоконструкція).

Природні будівельні матеріали. За походженням природні будівельні матеріали розподіляють на *рослинні* та *мінеральні*. До рослинних належить деревина, солома, очерет тощо. У будівництві в основному використовують деревину хвойних порід: сосну, ялину, модрина, ялицю тощо. Із листяних порід використовують дуб, бук, ясен та інші менш цінні породи дерев. З деревини виготовляють колоди, бруси, дошки тощо.

За вмістом вологи деревину розподіляють на *мокру* (вологістю 30–40 %), *щойно зрубану* (25–30 %), *повітряно-суху* (15–25 %) та *кімнатно-суху* з вмістом вологи 8–15 %.

Позитивні якості деревинних матеріалів: мала об'ємна вага, висока транспортабельність різними видами транспорту, низька теплопровідність, легкість механічної обробки.

Негативні якості: нерівноміцність, схильність до загнивання, усихання, розтріскування, згоряння та руйнування жуками-коріодами.

Мінеральні будівельні матеріали. До них належать природні неорганічні матеріали, які називають також нерудною сировиною, тому що їх, як і рудну сировину, добувають з надр землі, але тільки відкритим способом, тобто в кар'єрах. Це – бутовий камінь, щебінь, гравій, галька, пісок, глина, піщаник, вапняк, туф, мармур, пемза тощо. Сюди також відносять кварцит – пусту породу з рудних кар'єрів і шахт.

Штучні будівельні матеріали. Цей вид будівельних матеріалів виготовляють з природних. Залежно від умов виготовлення штучні будівельні матеріали розподіляють на *невипалювальні* та *випалювальні*.

Невипалювальні будівельні матеріали виготовляють з природних і штучних речовин. До них належать: дошки, бруси, саман, будівельні розчини, бетон, залізобетон тощо.

Випалювальні будівельні матеріали. Їх виготовляють з глини, крейди, вапняку, піску та інших речовин. До випалювальних будівельних матеріалів належать керамічні вироби, вапно, цемент, керамзит тощо. При їх виготовленні використовують термічні процеси, які потребують великої кількості палива та енергії. Зверніть увагу на те, що необхідних властивостей виготовлені матеріали набувають у процесі випалення за високої температури.

Розгляд технологічних процесів виготовлення будівельних матеріалів слід розпочати з технології виготовлення керамічних виробів. До них належать такі штучні матеріали, як цегла, керамічні блоки, черепиця, керамічні каналізаційні труби, унітази, раковини та ін.

Переваги керамічних виробів: висока міцність, морозостійкість, водостійкість, вогнестійкість і, як результат, – довговічність.

Недолік – неможливість виготовлення деталей великих розмірів. Наприклад, розміри звичайної червоної цеглини 250x120x65, полуторної 250x120x88 мм. Маса – 2,75–3 кг.

Виготовлення керамічних виробів – тривалий процес. Він складається з таких стадій:

1. *Підготовки* сировини та глиняної маси до формування (сировину подрібнюють і змішують).

2. *Формування виробів.* Здійснюють це по-різному залежно від способу формування. При виготовленні керамічних виробів використовують пластичний, напівсухий і сухий способи формування. У ході *пластичного* формування виробів подрібнені компоненти сировини змішують, зволожують і розмішують до вигляду тіста. Для *напівсухого* формування компоненти сировини підсушують до вологості, що становить 8–16 %, а для *сухого* – до повного зневоднення вологи. У сучасних способах формування вміст вологи у глиняній масі становить 4–40 %. Вироби формують на формувальних пресах (механічних або гідравлічних). Тонку та спеціальну кераміку формують литтям (глиняну масу заливають у спеціальні форми).

3. *Висушування.* Сформовані вироби висушують у камерних, черевих і тунельних сушарнях періодичної та безперервної дії.

4. *Випалювання* – найважливіша складова технології виготовлення керамічних виробів. Керамічні вироби випалюють у печах періодичної або безперервної дії. Найчастіше використовують тунельні та кільцеві печі безперервної дії. Довжина тунельної печі – 100 м, усередині неї прокладено вузькоколіяку, якою рухаються вагонетки з виробами.

Випалювання проводять за різних температур. Вибір температури випалювання залежить від виду керамічних виробів. Так, будівельну цеглу випалюють за температури 1 050–1 100 °С, вогнетривку – >1 350 °С.

Зверніть увагу на те, що на якість кераміки впливає процес випалювання. Це пов'язано з тим, що під час випалювання відбуваються складні фізико-хімічні процеси, внаслідок яких глиняна маса перетворюється на монолітний твердий черепок. Для цього внутрішню частину печі поділено на три зони: нагрівання, випалювання й охолодження.

5. *Охолодження.* Випалені вироби охолоджують спочатку в печі (в зоні охолодження), а потім на повітрі. На деякі вироби наносять малюнок або поливу.

Далі при розгляді цього питання ознайомтеся з особливостями технологічних процесів виробництва цегли, керамзиту, керамічних блоків, унітазів, раковин та інших виробів.

Продовжуючи розгляд виробництва будівельних матеріалів, слід звернути увагу на *в'язучі будівельні матеріали*, які за походженням бувають мінеральними й органічними.

Мінеральні – це порошкові неорганічні речовини, які у суміші з водою утворюють в'язке пластичне тісто, що з часом затвердіває, втрачаючи пластичність. Сюди належать: вапно, рідинне скло, глина, силікатний клей, замазки, що затвердівають на повітрі, та ті, що затвердівають на повітрі і в воді – цемент, який виготовляють на основі портландцементного клінкеру або глиноземного клінкеру.

Органічні в'язучі матеріали – це бітуми та бітумні матеріали (бітуми з різними наповнювачами, частіше за все, – пісок). Бітум – це побічний продукт при перегонці вугілля і нафти. Використовують бітуми при спорудженні дахів як захисний шар, що не пропускає вологи. До органічних в'язучих матеріалів відносять також смоляні та дьогтьові матеріали і мастики.

Технологію виготовлення в'язучих матеріалів слід розглянути на прикладі виробництва цементу та гіпсу.

Технологія виготовлення цементу. Цемент належить до гідралічних зв'язувальних речовин. Промисловість будівельних матеріалів виробляє різні види цементу, найбільше портландцементу (назва походить від міста Портленд, що знаходиться у Великобританії). Крім портландцементу, виробляють шлаковий, глиноземний цемент тощо.

Портландцементом називають порошок помеленого цементного клінкеру, який отримують випалюванням аж до спеченого стану суміші вапняку (75–78 %) і глини (22–25 %) або їх природної суміші – мегрелів.

Технологія виготовлення портландцементу складається з трьох основних стадій:

1. Підготовки вапняку, глини, а потім їх суміші.
2. Випалювання суміші для отримання цементного клінкеру.
3. Подрібнення цементного клінкеру на порошок і додавання домішок.

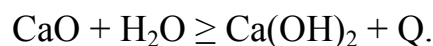
1. *Підготовки сировини* до випалювання проводять двома способами: сухим і мокрим. Відповідно способи виробництва портландцементу поділяють на сухий і мокрий.

У ході *сухого способу* сировину (вапняк і глину) вологістю до 10 % після попереднього подрібнення на вальцях решетують на решетах і розмелюють у кульових млинах. Отримані порошки ретельно перемішують у змішувачі та після відстоювання у відстійниках для вирівнювання хімічного складу подають у піч для випалювання.

У ході *мокрого способу* подрібнену глину (3–5 мм) перемішують з водою в залізобетонних резервуарах для отримання суспензії. Глиняну суспензію та подрібнений вапняк (3–5 мм) подають у трубковий млин, де за допомогою сталевих куль суміш розмелюють і перемішують. Потім розмелену суміш подають до відстійника для відстоювання (вирівнювання хімічного складу суміші). Після відстоювання суміш подають у піч для випалювання.

2. *Випалюють* вапняково-глиняні суміші в обертових печах безперервної дії. Сировину подають у трохи підняту частину печі, паливо спалюють в опущеній частині печі. Газові речовини, які утворилися у процесі горіння палива, і випалювальна вапняково-глиняна суміш рухаються назустріч одна одній. Під час зустрічі цих потоків спочатку випаровується волога і висушується сировина. Потім розкладаються гідрати, карбонати й утворюються оксиди. Ці реакції відбуваються в зоні печі, нагрітій до температури 700–1 100 °С. За цих умов вапняк розкладається на CaO і CO₂, а глинисті мінерали – на оксиди SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, які вступають у реакцію з CaO при температурі 1 100–1 300 °С і утворюються мінерали: 2CaO–SiO₂, 3CaAl₂O₃, 4CaO–Al₂O₃*Fe₂O₃ і, нарешті, при температурі 1 300–1 450 °С утворюється основний мінерал майбутнього цементу – *аліт* (3CaO*SiO₂).

У процесі спікання мінералів утворюється *клінкер* – штучний камінь великої міцності у вигляді кульок розміром 15 мм, які викочуються з печі в її опущеній частині та надходять до холодильника для охолодження, а звідти – на склад для вилежування. На складі клінкер вилежується протягом двох тижнів. За цей час надлишок вапна, що міститься в клінкері, гаситься вологою, яка є в атмосфері складу:



У процесі гасіння виділяється велика кількість теплоти (Q), клінкер стає крихким, що полегшує його розмелювання.

3. *Подрібнення цементного клінкеру.* Цю операцію здійснюють у кульових млинах, де цементний клінкер разом з допоміжною сировиною розмелюють у порошок. Далі отриману суміш (готовий портландцемент) зсипають у залізобетонні силосо-сховища для охолодження. Потім його фасують у тару. Транспортують цемент у закритій тарі, зберігають у сухих складах.

Виробництво цементу містке. На виготовлення 1 т цементу витрачається 240 кг твердого палива. До 40 % електроенергії витрачається на розмелювання клінкеру.

Зверніть увагу на те, що властивості цементу залежать від співвідношення основних мінералів клінкеру, а також від наявності у клінкері оксидів магнію, калію та натрію. Так, наприклад, міцність і швидкість твердіння цементу залежить від мінералогічного складу клінкеру, ступеня подрібнення, температури та середовища.

Собівартість цементу залежить від виду сировини, палива, способу виготовлення (мокрый чи сухий) тощо.

Затрати на сировину становлять 25 % собівартості цементу. Використання відходів і побічної продукції промислових підприємств (жу-желиці, шлаків тощо) зменшує собівартість цементу на 35–40 %.

Необхідно пам'ятати, що активність цементу з часом зменшується. Так, за три місяці зберігання вона зменшується майже на 20 %, за півроку – на 30 %, за рік – на 40 %.

Далі, розглядаючи питання використання цементу, зверніть увагу на процеси, які відбуваються при твердінні портландцементу (реакцію гідратації), а також на технологічні процеси отримання *бетону* та *залізобетону*.

Продовжуючи розгляд теми, розгляньте технологію виготовлення вапна, гіпсу, а також виробництва силікатних матеріалів, їх види та властивості.

Виробництво скла. Сьогодні в технологічних процесах будівництва будівель і споруд набули широкої популярності склометалеві конструкції, які різко знижують масу будівель, зменшують витрати на фундаменти і покращують естетичний вигляд. Із скла виготовляють волокна і тканини для технічних потреб, а також склоблоки, склопакети, склопрофіліти, плитки облицювальні, піноскло, труби тощо. Освоєно випуск склокристалічних матеріалів-силітів, які порівняно зі склом мають більшу міцність. З них виготовляють електричні ізолятори, посуд тощо.

Взагалі скло – це аморфна, тверда густа маса, непроникна для рідин і газів, нерозчинна у кислотах. Скло являє собою поєднання кремнезему з рядом окислів (натрію, калію, кальцію та інших), яке утворюється при дуже високій температурі.

Основною сировиною для скла є кварцовий пісок з високим вмістом кремнезему, кальцинована сода, сульфат, поташ, крейда, вапняний камінь, доломіт, доломітові вапняки. Для того, щоб надати склу спеціальних якостей, додають окис свинцю, окис цинку, барит або вуглекислий барій, фосфорну кислоту або її солі.

Далі розгляньте технологію скловаріння, яка складається з 5 стадій:

1. *Шлакоутворення*. Сирі матеріали подрібнюються, просіюються та змішуються у визначених для кожного сорту скла вагових співвідношеннях.
2. *Склоутворення*. Ця суміш (шихта) засипається у спеціальні скловарні печі та при високій температурі (близько 1 450 °С) піддається плавленню.
3. *Просвітлення*. Отримана розплавлена скломаса, очищена від сторонніх домішок, набуває в'язкості за певної температури.
4. *Виготовлення виробу*. Виготовлення скла відбувається або за допомогою склоробних машин, або ручним способом.
5. *Охолодження виробів* (вистигання). Здійснюється у спеціальних охолоджуючих печах. Завдяки цьому вони стають стійкими до зміни температури і менш крихкими.

Зверніть увагу на особливості отримання віконного, фарбованого та непрозорого скла, позитивні та негативні якості скла.

Важливою складовою в технології скловаріння є конструкції скловарних печей. Тому ознайомтеся з їх будовою та особливостями їх роботи.

Технології будівельних робіт. При вивченні технології будівельних робіт зверніть увагу на принципи організації будівництва та сучасні методи виконання основних будівельних робіт.

Технологія будівельного виробництва – це сукупність методів і послідовність виконання робіт на будівничому об'єкті. Під будівничою продукцією мають на увазі готові будинки і споруди. При їх зведенні виконують загальнобудівельні та спеціалізовані монтажні роботи.

Як відомо, будівництво будинків і споруд будь-якого призначення здійснюється тільки за відповідними проектами. Під проектом мають на увазі технічний документ, що складається з двох частин: графічної та розрахунково-текстової (креслень, розрахункових і пояснювальних записок, кошторисів).

Будівництво – це виробничий процес на будівельному майданчику, в результаті якого одержують готову продукцію – будинки і споруди. Залежно від характеру робіт будівельні процеси розподіляють на підготовчі, транспортні, основні, допоміжні та точні. За ступенем механізації розподіляють процеси на механізовані, напівмеханізовані та ручні.

Важливою складовою технології будівельного виробництва є організація будівельного виробництва. Організація будівельного виробництва передбачає насамперед раціональне забезпечення робочих місць. *Робоче місце* – зона застосування праці, в межах якої знаходяться і переміщуються робітники, будівельні машини та матеріали у процесі будівництва. Робоче місце для працюючих називають ділянкою. Для всієї бригади – захватка, а частина об'єкта, що виділяється для їхньої роботи, – фронтом роботи.

У процесі будівництва робочі місця переміщуються не тільки по горизонталі уздовж фронту робіт, але і по вертикалі – по ярусах при зведенні багатоповерхових будинків.

Поточний метод організації будівництва забезпечує безперервність і ритмічність виконання робіт, рівномірність споживання ресурсів, випуску готової продукції у вигляді готових будинків і споруджень. Якщо, наприклад, будується декілька корпусів, то бригада, що виконала земляні роботи на одному корпусі, передає фронт бригаді з устрою фундаментів, а сама переходить на інший корпус. Бригада бетонників після устрою фундаментів передає фронт робіт бригаді із зведення стін, а сама переходить на корпус, де закінчені земляні роботи, і т.д.

При потоковому методі будівництва розмір захватки називають кроком потоку, а проміжок часу, через який бригади змінюються на даній захватці, ритмом потоку. Темп потоку в цілому характеризується кількістю готової продукції.

Сучасні методи виробництва основних будівельних робіт. До основних будівельних робіт належать земляні, кам'яні, бетонні та монтажні.

Земляні роботи пов'язані з розробкою, переміщенням і укладкою ґрунтів. Розробку ґрунту ведуть механічним, гідромеханічним, вибуховим або комбінованим способами. За механічного способу ґрунти розробляють екскаваторами (одно- або багатоковшовими) і землерийно-транспортними машинами (скреперами, бульдозерами, грейдерами). Більше 80 % обсягу земельних робіт виконуються таким способом.

Гідромеханічний спосіб розробки полягає в руйнації земляного шару струменем води з гідромоніторної установки, а пульпа, що утворюється, відсмоктується землесосним снарядом і за напірними проводами транспортується у відвал. Цей засіб доцільний за наявності ґрунтів, що легко розмиваються, і наявності джерела води.

Вибуховий спосіб розробки полягає в руйнації земляного масиву і переміщенні зруйнованої породи за рахунок енергії вибуху. Цей спосіб застосовується при устрої котлованів і траншей у скельних і мерзлих ґрунтах, при руйнації старих будинків і споруджень.

Кам'яні роботи ведуть при облаштуванні фундаментів, стін тощо. Залежно від матеріалів кам'яні кладки поділяють на бутову (з природних каменів неправильної форми), тесову (з природних обтесаних або пиляних каменів), цегельну (з глиняної або силікатної цегли), дрібноблочну (з дрібних керамічних і бетонних блоків), великоблочну (з крупних керамічних і бетонних блоків). Кладку ведуть рядами, зв'язуючи камені розчином. Зазори між суміжними каменями, заповнені розчином, називають швами, процес кладки складається з основних операцій (подання, розкладка каменів, розрівнювання розчину, укладка каменів) і допоміжних (установка порядовок – рейок з різноманітними по висоті рядами кладки, причалок – шнура між двома порядовками, переливання розчину, перевірка правильності кладки за рівнем і відвісом). Кам'яну кладку виконує ланка мулярів (2–6 чол.) або бригада (за наявності великого фронту робіт).

Бетонні роботи проводяться при влаштуванні бетонних і залізобетонних (збірних і монолітних) конструкцій. Процес зведення будинків і споруд з монолітного залізобетону складається з взаємозалежних заготівельних (виготовлення опалубки, арматурних каркасів, готування бетонної суміші) та будівельних процесів (установка опалубки, монтаж арматури, транспортування, укладення й ущільнення бетонної суміші, догляд за бетоном, розбирання опалубки).

Опалубка (форма) повинна відповідати проектним обрисам елемента, що бетонується. Вона буває дерев'яною, металевою, дерев'яно-металевою, залізобетонною та ін. За конструктивно-функціональними ознаками опалубку розділяють на розбірно-переставну, ковзну, підйомно-переставну, блоки-форми, невилучну.

Арматурні вироби (сітки, плоскі та просторові каркаси) виготовляють на спеціалізованих заводах або в арматурних цехах заводів збірного залізобетону і збирають у каркаси безпосередньо на будівельному майданчику, а потім за допомогою кранів встановлюють у конструкцію. Бетонну суміш виготовляють на бетонних заводах, транспортують до місця укладки автосамоскидами або автобетоновозами і вивантажують безпосередньо на місце укладення або в особливих пристосуваннях (бадді), що подаються кранами до місця укладання. У даний час для подання бетону до місця укладення застосовують бетононасоси.

Ущільнення бетонної суміші виконується шарами глибинними шланговими вібраторами протягом 30–40 с до появи на поверхні цементного молока. Забетоновану конструкцію необхідно якийсь час охороняти від впливу вітру і прямих сонячних променів, укривати мішковиною, тирсою, систематично поливати, підтримуючи поверхню вологою.

Монтажні роботи – це індустріальний механізований комплексний процес зведення будинків і споруд з готових бетонних, залізобетонних, азбестоцементних, дерев'яних, металевих конструкцій, блоків або об'ємних елементів. Удосконалення монтажних процесів пов'язано із застосуванням нових прогресивних конструкцій (трьохшарових стінових і покрівельних, сталевих і алюмінієвих панелей з ефективними утеплювачами, трубчастих конструкційних покриттів, нових синтетичних герметиків для замазування стиків), а також з підвищенням рівня їхньої технологічності.

Технологічний процес монтажу будинків і споруд складається з транспортних (доставка і завантаження, складування конструкцій), підготовчих (перевірка якості конструкцій, такелажних засобів і пристосувань, збільшувальне складання конструкцій і підготування їх до монтажу) і власне монтажних процесів (стропування, підйом, установка, закріплення конструкцій і замазування стиків). Засоби монтажу залежать від проектних рішень, типу і вантажопідйомності монтажних машин і ступеня технологічності будівельних конструкцій.

Розрізняють такі засоби монтажу: дрібноелементний (конструкцію збирають з окремих елементів); поелементний (складання ведуть з конструктивних елементів); блоковий (складання ведуть з плоских і просторових блоків). Широке застосування одержали засоби блокового і поелементного монтажу.

Устаткування для монтажних робіт поділяють на такелажне (канати, стропи, траверси й інші захватні пристосування, талі, домкрати, лебідки) і кранове (баштові, козлові, стрілові, самохідні крани тощо).

Продовжуючи розгляд теми, слід звернути увагу на металеві матеріали і конструкції, які сучасне будівництво широко застосовує як будівельні матеріали. Так, близько 20 % чорних металів і 4 % кольорових використовується при виготовленні залізобетонних конструкцій (арматура) та металевих конструкцій і споруд (металеві мости, металеві кріплення тунелів, лінії електромереж, залізниці та ін.). Серед чорних металів найбільшого поширення у будівництві набули маловуглецеві конструкційні сталі, які мають гарну зварюваність. Іноді застосовують також високовуглецеві сталі.

Особливого значення останнім часом набули кольорові метали при виготовленні житлових та адміністративних будівель, які розташовані в зонах з теплим кліматом. Це так звані склометалеві будівлі, які у 2–3 рази легші за традиційні цегляні та бетонні будівлі та потребують набагато менших витрат на спорудження фундаментів. Серед кольорових металів найчастіше застосовують прокатні профілі з алюмінію, міді та латуні.

Термінологічний словник

Азбоцемент – цемент, зміцнений азбестовим волокном. Він легкий, вогнестійкий, атмосферостійкий, легко формується. Його міцність вища порівняно з бетоном.

Бетон – це штучний кам'яний матеріал, який отримують у результаті формування і твердіння бетонної суміші. Суміш містить у собі мінеральний в'язучий матеріал (цемент – 16 %), заповнювач (пісок, щебінь, гравій – 75 %) і воду (9 %).

Вапно (оксид кальцію – CaO) – в'язуча мінеральна кристалічна тугоплавка речовина.

Вогнетривкі матеріали – матеріали, що мають вогнетривкість вище 1 580 °С і відповідають таким вимогам, як вогнетривкість, висока міцність на стискання та згинання, термостійкість, газонепроникність, шлакостійкість, сталість об'єму.

Карбонізація – процес поглинання вуглекислого газу оксидами та гідроксидами металів з утворенням карбонатів. Такий процес відбувається, зокрема, при твердінні вапна.

Керамзит – легкий пористий керамічний матеріал чарункової будови із закритими порами. Основне призначення – заповнювач для легких бетонів.

Кераміка – вироби і матеріали, що одержують спіканням глини і їхніх сумішей з мінеральними добавками, а також окислів і їхніх сполук.

Клінкер цементний – напівпродукт, який отримують при спіканні тонко розмеленої суміші вапняку та глини.

Механічні властивості – характеризують зміну форми, розмірів і суцільність матеріалу під дією механічних навантажень, які створюються в результаті дії природних або штучних факторів. Виділяють такі механічні властивості: пружність, пластичність, міцність, розмокання, твердість.

Монтажні роботи – це індустріальний механізований комплексний процес зведення будинків і споруд з готових бетонних, залізобетонних, азбестоцементних, дерев'яних, металевих конструкцій, блоків або об'ємних елементів.

Опока – тверда, легка, тонкопориста кремениста гірська порода, що містить до 97 % аморфного кремнезему, а також домішки піску та глинистих часток. Використовується як сировинна добавка при виготовленні клінкеру. Сильний абсорбент.

Портландцемент – порошок помеленого цементного клінкеру, який отримують випалюванням аж до спеченого стану суміші вапняку (75–78 %) і глини (22–25 %) або їх природної суміші – мергелів.

Реакція гідратації – приєднання молекул води до молекул або іонів. Відбувається без утворення іонів водню та гідроксиду.

Реакція гідролізу – реакція обмінного розпаду між водою різними сполуками: солями, вуглеводами, білками тощо.

Саман (тюрк. – солома) – це стіновий будівельний матеріал, його виготовляють із суміші глини, соломи, піску та інших речовин.

Термопласти – полімери, здатні багаторазово розм'якшуватися при нагріванні та тверднути при охолодженні.

Фаянс – керамічний матеріал, схожий на порцеляну, покритий тонкою склоподібною плівкою – поливою. В основному складається із SiO_2 , Al_2O_3 і K_2O .

Шамот – вогнетривка **глина** або **каолін**, випалена до втрати пластичності, видалення хімічно зв'язаної води і має певний ступінь спікання. Іноді шамотом називають суміш піщано-глинистих і високовогнетривких матеріалів (**шамот**, азбест тощо) зі сполучниками, що використовуються для виготовлення вогнетривів.

Питання для самоконтролю

1. Мінеральна сировина, що використовується для виробництва будівельних матеріалів, та її властивості,
2. Охарактеризуйте фізичні, механічні та хімічні властивості будівельних матеріалів.
3. Наведіть приклади вогнетривких і вогнестійких матеріалів. Прокоментуйте ці властивості матеріалів і наведіть приклади їх використання.
4. Що характеризує технологічні властивості матеріалу? Наведіть приклади.
5. Що є сировиною для отримання вапна? Напишіть рівняння, яке є в основі технологічного процесу отримання негашеного вапна.
6. У чому полягає процес отримання гашеного вапна? Наведіть схему його отримання. Які технологічні особливості цього процесу?
7. Що таке будівельний гіпс? Яка сировина використовується для його отримання?
8. Накресліть схему процесу отримання будівельного гіпсу.

9. Охарактеризуйте сировину для отримання портландцементу. Які є шляхи зниження собівартості портландцементу за рахунок сировини?
10. Які процеси відбуваються під час отримання клінкеру?
11. Від яких показників залежать властивості цементу? На що вказує марка цементу?
12. Значення бетону та залізобетону як будівельних матеріалів.
13. Які бетони називають легкими? Де вони використовуються? У чому полягає економічна ефективність їх використання?
14. Пористі бетони, їх характеристика. Особливості їх отримання та використання. У чому полягає економічна ефективність їхнього використання?
15. Що таке композиційні матеріали? Наведіть приклади.
16. Керамічні вироби. Загальна технологічна схема виробництва керамічних виробів.
17. Асортимент керамічних будівельних матеріалів і сфери їхнього використання.
18. Техніко-економічні показники використання будівельних матеріалів з кераміки.
19. Розкрийте сутність принципів організації будівництва.
20. Охарактеризуйте сучасні методи основних будівельних робіт.

Теми рефератів

1. Будівельні матеріали, їх властивості.
2. Технологія отримання вапна.
3. Будівельний гіпс, технологія його виробництва.
4. Виробництво портландцементу та його використання в будівництві.
5. Керамічні будівельні матеріали.
6. Скломатеріали, їх використання в будівництві.
7. Полімерні будівельні матеріали.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Сировиною для виготовлення керамічних будівельних матеріалів може бути:
 - а) глина + пісок;
 - б) пісок + вапняк;
 - в) вапняк + глина;
 - г) глина + шамот.
2. До керамічних будівельних матеріалів належать:
 - а) цегла керамічна;
 - в) керамзит;

- б) цегла силікатна;
 - г) плитка фаянсова.
3. До природних будівельних матеріалів належать:
- а) бетон, шифер, деревина, щебінь;
 - б) пісок, цегла, дошка, керамзит;
 - в) всі варіанти відповідей правильні.
4. Розмістіть стадії технологічного процесу отримання керамічних виробів у порядку їх здійснення:
- а) підготовка сировини;
 - б) висушування виробів;
 - в) оздоблення виробів;
 - г) випалювання виробів.
5. До в'язучих будівельних матеріалів належать:
- а) бетон;
 - б) пісок;
 - в) гіпс;
 - г) нафта;
 - д) цемент;
 - е) бітум;
 - є) вапно.
6. Розмістіть технологічні процеси отримання цементу в порядку їх здійснення:
- а) отримання клінкеру;
 - б) підготовка сировини;
 - в) дозрівання;
 - г) випалювання.
7. Клінкер – це:
- а) тонко змелена суміш мінералів природного походження;
 - б) суміш мінералів, утворених у процесі випалювання;
 - в) проміжний продукт у процесі отримання портландцементу;
 - г) один з різновидів портландцементу.
8. Механічними властивостями будівельних матеріалів є:
- а) міцність;
 - б) твердість;
 - в) морозостійкість;
 - г) теплоісткість.

9. Критерієм економічної ефективності розвитку виробництва будівельних матеріалів і конструкцій є:
- а) ступінь зниження витрат праці на їхнє виготовлення;
 - б) зниження витрат праці на спорудження будівель з цих будівельних матеріалів;
 - в) зниження витрат праці на сировину;
 - г) порівняльна характеристика експлуатаційних властивостей;
 - д) галузь використання будівельних матеріалів.
10. Основними статтями витрат у собівартості будівельних матеріалів є:
- а) вартість сировини;
 - б) вартість палива;
 - в) транспортні витрати;
 - г) витрати на експлуатацію обладнання.
11. У собівартості керамічних виробів основною статтею витрат є:
- а) заробітна плата;
 - б) паливо та енергія;
 - в) сировина;
 - г) експлуатація обладнання.
12. До повітряних в'язучих сумішей належать:
- а) цемент;
 - б) гіпс;
 - в) вапно;
 - г) глина.
13. Найбільш енергомістким є виробництво:
- а) цементу;
 - б) цегли керамічної;
 - в) вапна гашеного;
 - г) гіпсу будівельного.
14. В останні 5 років в Україні намітилася тенденція:
- а) до збільшення випуску будівельних матеріалів;
 - б) до різкого зниження випуску будівельних матеріалів;
 - в) до стабілізації з незначним збільшенням випуску;
 - г) до стабілізації з незначним коливаннями з року в рік.
15. Цементна промисловість як сировину може використовувати такі відходи, як:
- а) доменні шлаки;
 - б) відходи нафтової промисловості;

- в) вугільний пил;
- г) нефеліновий шлак.

16. Розмістіть технологічні процеси отримання скла в порядку їх здійснення:
- а) просвітлення;
 - б) шлакоутворення;
 - в) виготовлення виробу;
 - г) склоутворення;
 - д) вистигання.
17. Переваги керамічної будівельної цегли полягають у:
- а) доступності сировини;
 - б) високій теплопровідності;
 - в) низькому рівні витрат у процесі експлуатації споруд;
 - г) високій об'ємній масі виробів.

Дайте відповіді “так” або “ні”, відповідь “ні” обтрунтуйте.

18. Властивості будівельних матеріалів визначаються їхнім складом і структурою.
19. Теплопровідність – це здатність матеріалів поглинати тепло під час нагрівання та віддавати його під час охолодження.
20. Основою технологічного процесу отримання будівельного гіпсу є подрібнення природного гіпсу.
21. Процес твердіння будівельного гіпсу зворотний процесу його отримання.
22. Гіпс, вапно та цемент – гідралічні в'язучі.
23. Випалювання керамічних виробів здійснюють у печах періодичної та безперервної дії при температурі 500–700 °С.
24. Економічно вигідним способом отримання цементу є мокрий.
25. Основним видом сировини для виробництва керамічних будівельних матеріалів є глини.

Задачі

1. Визначте масу 4 500 літрів бетонного замісу, якщо його щільність $\rho = 3\,500 \text{ Кг/м}^3$.
2. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу виробництва скла.
3. Визначте об'єм замісу бетонної суміші, щільність якої $\rho = 3\,200 \text{ кг/м}^3$. Для замісу використовують 500 кг цементу, 150 кг води, 75 кг піску, 200 кг щебілки.

4. Ваша фірма отримала замовлення на виробництво 1 000 т негашеного вапна. Розрахуйте витрати на сировину та паливо (ум. п), якщо 1 т CaCO_3 (10 % глинистих домішок) коштує 5 ум. од., 1 т ум. п. коштує 40 ум. од.
5. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу отримання портландцементу.
6. Складіть схему руху матеріальних потоків технологічного процесу виробництва гашеного та негашеного вапна.
7. Складіть класифікаційну таблицю керамічних будівельних матеріалів і сфери їх використання.
8. Визначте водоцементне відношення замісу, якщо для його приготування використовують 500 кг цементу і 200 кг води.

Література: 2, 4–6, 8, 13, 15, 17, 19–21, 28, 36, 38, 49, 57.

Тема 7. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ. НОВІ ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ. НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Сучасні досягнення науки, рівень розвитку техніки і створення принципово нових її зразків забезпечують можливість розробки і широкого впровадження у виробництво найновіших технологій: електронно-променевих, плазмових, імпульсних, біологічних, радіаційних, мембранних, хімічних тощо. Такі технології дають можливість багаторазово підвищити продуктивність праці, підняти ефективність використання ресурсів і знизити енерго- і матеріаломісткість виробництва.

У розвитку сучасних технологій і на перспективу серед великої їх різноманітності виділяють чотири основні напрями.

Перший напрям передбачає повсюдний перехід від періодичних до безперервних технологічних процесів.

Як відомо, періодичні процеси характеризуються надмірними матеріало-, енерго- і трудовитратами, простоями або періодичним зниженням продуктивності обладнання, вони також погано пристосовані для комплексної автоматизації та застосування ЕОМ. Ось чому поступова ліквідація періодичних процесів із заміною їх безперервними – головна тенденція в удосконаленні технології сучасного промислового виробництва.

Характерними прикладами безперервних процесів є розливання сталі, видалення соку з цукрових буряків, варіння целюлози та напівцелюлози тощо.

Другим напрямом розвитку технологічних процесів є застосування замкнених циркуляційних схем і перехід до безвідходної технології, яка забезпечує комплексне використання сировини.

Замкнені циркуляційні процеси і побудовані на них технологічні схеми надають змогу повторно використовувати сировину, допоміжні матеріали та енергію. Наприклад, відходи переробки термопластичних полімерів, брухт і стружка металів унаслідок повторної переплавки перетворюються на вихідні промислові матеріали; відходи деревообробної промисловості можуть стати як технологічною сировиною, так і основою для створення конструкційних матеріалів; відпрацьовані мастила після регенерації стають високоякісними.

Третім напрямом розвитку технологічних процесів є освоєння нових методів дії на речовини і матеріали, застосовуючи нейтронне та лазерне опромінювання, надвисокі температури і тиски, дію плазми тощо. Результатом цього може стати отримання нових матеріалів з наперед заданими властивостями, які раніше були недосяжними.

Четвертий напрям передбачає заміну багатостадійних і енергомістких процесів одностадійними. Це один з шляхів створення малоопераційної технології, яка забезпечує економію ресурсів виробництва. До нових методів такої технології належить, наприклад, прогресивний спосіб видобування металу з руд, який виключає доменний процес.

Важливим питанням при вивченні даної теми є питання, пов'язані з розвитком сучасних прогресивних технологій, покликаних суттєво вплинути на ефективність багатьох галузей виробництва. До найбільш вагомих з них відносять технології, які характеризуються сукупністю основних ознак (наукомісткість, системність, фізичне і математичне моделювання з метою структурно-параметричної оптимізації, комп'ютерне технологічне середовище і автоматизація всіх етапів розробки і реалізації, стійкість і надійність, екологічна чистота), при відповідному технічному і кадровому забезпеченні (прецизійне устаткування, оснащення й інструмент, певний характер робочого технологічного середовища, система діагностики, комп'ютерна мережа управління і спеціалізована підготовка персонажа), гарантують отримання виробів з новим рівнем функціональних, естетичних і екологічних властивостей. Усі ці технології об'єктивно є складовими єдиного самостійного напрямку в рамках новітніх наукових знань, суть яких більш повно відображається в понятті "високі технології".

Високі технології (ВТ) (англ. *high technology, high tech, hi-tech*) – найновіші та найпрогресивніші технології сучасності. Технології, розроблені на основі новітніх наукових знань, за своїм технічним рівнем перевищують кращі вітчизняні та іноземні аналоги і спроможні забезпечити передові позиції на світовому ринку наукомісткої продукції.

Зверніть увагу на головну ознаку високих технологій, якою, безумовно, є *робочий процес*. Він домінує у всій технологічній системі та повинен відповідати найрізноманітнішим вимогам, але насамперед бути потенційно здатним забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробу. Тут великі можливості мають ті стійкі та надійні робочі процеси, в яких ефективно використовуються фізичні, хімічні, електрохімічні та інші явища в поєднанні із спеціальними властивостями інструменту, технологічного середовища, наприклад, криогенне різання, дифузійне формоутворення виробів з алмазів тощо.

Поза сумнівом, істотною ознакою ВТ є *автоматизація*, що базується на комп'ютерному управлінні всіма процесами проектування, виготовлення і складання, на фізичному, геометричному і математичному моделюванні, всебічному аналізі моделей процесу або його складових.

До високих технологій належать найбільш наукомісткі галузі промисловості, такі як: мікроелектроніка, інформаційні технології, обчислювальна техніка, програмування, робототехніка, нанотехнології, атомна енергетика, космічна техніка, біотехнології, генна інженерія.

Далі зупиніться на розгляді деяких високих технологій, наприклад, космічних, генної інженерії, біотехнології та ін.

Системи космічних технологій. Досягнення космонавтики відкрили перед людством великі можливості не тільки для наукового пізнання навколишнього світу, але і для багатьох практичних завдань. Використання штучних супутників Землі для зв'язку, телебачення, метеорології, картографії, навігації, сільського і лісового господарств, розвідки рибних ресурсів міцно увійшло до повсякденної діяльності людства.

Використання космічного простору дозволяє зняти екологічні, сировинні й енергетичні обмеження у виробництві в умовах Землі. Безперервне вдосконалення космічних апаратів відкриває все нові та нові можливості їх застосування в науці та виробництві.

Одним з перспективних напрямів розвитку космонавтики є космічна технологія.

Змістом космічної технології є сукупність науково-технічних знань про реалізацію технологічних процесів в умовах космічного простору.

Передумовою розвитку космічної технології можна вважати успіхи, досягнуті в галузі космічної науки і техніки.

Неминучість виникнення космічної технології можна пояснити таким:

1. Космічний простір має унікальні властивості, такі як: тривала невагомість, глибокий вакуум, високі та низькі температури, потоки проникаючої радіації й ін. Вакуум, високі та наднизькі температури, могутня радіаційна техніка широко використовуються в земному

виробництві. Проте необхідно відзначити, що використання цих екстремальних технологій у наземних умовах надзвичайно дороге і дуже часто лімітоване часом. Комплексні пристрої, реалізуючи декілька чинників космічного простору, завжди є унікальними розробками.

2. Маса і габаритні розміри об'єктів, що виводяться в космос, обмежені зараз і будуть обмежені надалі технічними можливостями ракет-носіїв і їх впливом на екологію Землі. Проте є тенденція до укрупнення об'єктів, які експлуатуватимуться в космосі. Наприклад, перспективна міжнародна космічна станція “Альфа” повинна мати масу декілька сотень тонн. Створення таких об'єктів на орбіті вимагає організації складальних, монтажних, випробувальних і контрольних технологічних робіт, які можуть здійснюватися в незвичайних для Землі умовах.
3. Час безперервної експлуатації космічних об'єктів досягає вже зараз десятків років, наприклад, російський орбітальний комплекс “Мир” експлуатується в даний час більше одинадцяти років. Таке тривале технічне використання об'єктів вимагає добре розвинутої та матеріально забезпеченої системи проведення регламентних, ремонтних і відновлювальних робіт.
4. У процесі розвитку суспільства виникає необхідність винесення в космос, наприклад на орбіти штучних супутників Землі, частини технологічних комплексів, що мають велике значення. Це – космічні системи зв'язку, метеорології, навігації, геодезії, вивчення природних ресурсів Землі, моніторингу її поверхні та ін.

Сьогодні у космічній технології сформувалися два актуальні напрями досліджень. Перший напрям – це дослідження і розробки технологічних процесів на користь експлуатації космічних літальних апаратів, що реалізуються безпосередньо в умовах польоту силами і засобами екіпажу. Цей напрям має назву “технологічна діяльність космонавта” (ТДК).

Другий напрям – це дослідження і розробки з метою отримання речовин і матеріалів з використанням унікальних властивостей космічного простору, організація економічно виправданого їх промислового виготовлення, яке отримало назву “космічне виробництво”.

З огляду на загальну спрямованість прогресу космонавтики відкриваються широкі можливості і для розвитку космічних технологій. Так, наприклад, на пілотованих космічних станціях уже тривалий час проводяться експерименти з метою одержання в космосі нових матеріалів і таких технологічних процесів, що принципово неможливі на

Землі (створення надчистих металів, багатокомпонентних напівпровідникових матеріалів, наприклад, композицій “кадмій – ртуть і телур”, спеціальних сплавів, вивчення процесів дифузії й кристалізації в умовах мікрогравітації). Причому це вдається виконувати не тільки за участі космонавтів, а і в автономному режимі польоту.

В умовах космічної мікрогравітації проведені експерименти з одержання пінометалів, зокрема піноалюмінію. Причому характеристики пінометалів помітно відрізняються від земних, що дає змогу сподіватися на появу виробів з високою питомою стійкістю, гарними демпферними параметрами (властивостями, які зменшують коливання) і більш низькою теплопровідністю, ніж у звичайних металів.

В умовах мікрогравітації вдається також одержувати скло з особливими властивостями, які потрібні для створення волоконно-оптичних ліній зв'язку, а також високоактивовані лазерні та покращені фотохромні й магнітооптичні види скла. Можливе також створення двофазних композиційних оптичних матеріалів.

Вивчаючи дану тему, зверніть увагу на використання космічних технологій для дистанційного вивчення природних явищ і процесів, що відбуваються на земній кулі. Наприклад, використання системи метеорологічних супутників, картографування та дистанційного зондування різноманітних районів Землі з космосу з метою розробки проектів раціонального використання земель, запобігання ерозії ґрунтів, осушення заболочених угідь, обводнення полів, виявлення пасовищних угідь тощо.

Космічні технології стали надійними помічниками геологів. Супутникова інформація внаслідок свого багатоцільового характеру спроможна стати основою, на базі якої можна проводити комплексні взаємоузгоджені дослідження, що стосуються геології, сільського, лісового, водного господарств, стану навколишнього середовища. Кінцева мета таких досліджень – виявлення додаткових ресурсів, природно-економічного потенціалу й екосистеми певного регіону України, а також вирішення подібних проблем у масштабах планети.

У найближчому майбутньому слід чекати освоєння і реалізації в умовах космічного польоту складних технологічних процесів, пов'язаних зі створенням унікальних матеріалів і виробництвом принципово нових приладів або апаратів для радіотехнічної, приладобудівної, авіаційної, космічної та медичної промисловостей.

Генна інженерія. Іншим дуже перспективним напрямом у технології вважають використання здійсненого у 1953 році Д. Д. Уотсоном і Ф. Х. Кріком відкриття структури дезоксирибонуклеїнової кислоти

(ДНК) та розшифрування у 1963 році М. Ніренбергом генетичного коду, що ознаменувалось виникненням нової генетичної, або генної інженерії, метою якої стало керування генетичною основою живих організмів шляхом введення або вилучення з ДНК специфічних генів.

Так була започаткована генна інженерія – спрямоване конструювання генетичних систем. З'явилася можливість створювати організми з потрібними людині ознаками, наприклад мікроорганізми, що мають рекордну продуктивність. Ними і стали продуценти антибіотиків або кормового білка з поліпшеним амінокислотним складом. Для рослинництва це означало одержання принципово нових гібридів з високою врожайністю і максимальною стійкістю до несприятливих чинників середовища. З'явилася можливість ліквідації спадкових дефектів у тварин і людини.

При розкритті даного питання зверніть увагу на прикладне використання генної інженерії, особливо на виникнення так званої генної індустрії ДНК – виробництва фізіологічно активних речовин білкової й іншої природи для медичних і сільськогосподарських потреб. Нині в активі нової галузі є низка унікальних досягнень, передусім, одержання промислових партій ефективного медичного препарату інтерферону – природного противірусного агента, що виробляється організмом у відповідь на зараження вірусом. Цей лікарський препарат одержували до недавня тільки з лейкоцитів донорської крові. Але для лікування людей, що страждають вірусними інфекціями, потрібно стільки інтерферону, що його виготовлення таким методом є неможливим.

Далі ознайомтесь з використанням досягнень генної інженерії у виробництві інсулінових препаратів, створенні та промислового використанні гормону росту (наприклад, для лікування опіків і кісткових переломів).

Дуже ефективно застосування ідей і методів клітинної інженерії в рослинництві. Річ у тім, що рослини мають чудову властивість: одна клітина у певних умовах може розвинути так, що починає давати біомасу. Традиційним методом з однієї рослини одержують 50–100 нових, а ґрунтуючись на клітинній технології – до мільйона. Це дає змогу істотно прискорити селекційний процес і створювати нові високоврожайні та стійкі до хвороб і шкідників сорти. Застосовуючи методи клітинної технології, вже вирощують женьшень й інші лікарські рослини, створюють міжвидові гібриди сільськогосподарських рослин, наприклад, картоплі й томату, які неможливо одержати традиційним шляхом. Велике майбутнє обіцяє розшифрування і пересадка генів азотфіксації. Як відомо, цю здатність мають тільки мікроорганізми, що живуть у ґрунті, або

ті, що є в бульбах бобових рослин. Дуже привабливо підсилити процес азотфіксації або надати таких властивостей рослинам, що не мають подібної особливості, наприклад, соняшнику або буряку. Це дозволить швидко підвищити врожайність деяких сільськогосподарських культур.

Таким чином, можна зазначити, що генна інженерія – розділ молекулярної генетики, що дозволяє створювати генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах, змінювати їх генетичну програму та здійснювати синтез сполук з певними заданими властивостями. Як наука вона виникла на основі досягнень біохімії, молекулярної біології, мікробіології та інших наук.

Суть генних інженерних досліджень полягає в такому:

- одержання методом хімічного або ферментативного синтезу відповідного гена, фрагмента ДНК, на якому закодовано первинну структуру певного біополімера;
- одержання рекомбінатної ДНК шляхом введення та сполучення даного гена з векторною молекулою, здатною забезпечити реплікацію його в клітині реципієнта;
- введення рекомбінатних молекул ДНК у відповідне середовище;
- клонування генів – розмноження та відбір однорідного генетичного матеріалу, який забезпечує синтез необхідних речовин.

Генна інженерія створює основи пізнання шляхів і способів “конструювання” нових або спрямованої зміни існуючих організмів, сприяє розв’язку проблеми добування біологічно активних сполук, лікарських препаратів. Генна інженерія, разом з клітинною, є основою сучасної біотехнології.

Незважаючи на різні інструменти (електронні мікроскопи в нанотехнологіях, ферменти в генній інженерії), у них одна спільна мета – “конструювання” нових речовин і рослин з новими властивостями з існуючих нативних речовин.

Біотехнології. Біотехнологічний процес – це технічне застосування біохімічних процесів, які відбуваються у живій клітині.

Більшість біохімічних реакцій в організмі є каталітичними. Процеси в живих клітинах відбуваються не в оптимальних умовах, тобто за відсутності високих температур, тисків тощо. Щоб біохімічні реакції в організмі відбувалися з більшою (необхідною) швидкістю, потрібні біологічні каталізatori. Такі каталізatori характеризуються високою активністю й ефективністю, великою швидкістю перетворень, порівняно низькою температурою протікання процесів (20–40 °С) в умовах атмосферного тиску. Застосування у промислових масштабах принципів біологічного каталізу, який здійснюється природою, дає можливість абсолютно по-новому перебудувати цілі галузі промисловості.

При цьому нові промислові технології, що ґрунтуються на біокаталізі, стають практично безвідходними й екологічно чистими.

На сьогодні у промисловості біологічні процеси здійснюються в основному за допомогою мікроорганізмів. Унаслідок цього використовується активність не ізольованих ферментів, а ферментів, які є у складі живих клітин мікроорганізмів.

Ефективність технологічних процесів, що ґрунтуються на використанні мікроорганізмів як технічних каталізаторів, досить висока. Наприклад, за добу з кожного 1 м³ апарата (біохімічного реактора) отримують 30 кг білків. Щоб одержати за добу таку саму кількість тваринних білків, потрібно утримувати 100 корів, а для виробництва такої маси рослинних білків необхідно було б 18 га посівів, наприклад, гороху.

Мікробіологічні процеси набувають поширення у виробництві лікарських препаратів, органічних кислот, спиртів, розчинників тощо.

Так у фармакології з'являється можливість з її допомогою створювати велику кількість нових, ще не існуючих ліків. У хімічній промисловості, за деякими оцінками, за рахунок застосування біотехнології можна виробляти значну частину всієї продукції. Вже нині за допомогою біотехнологічних процесів одержують 10–12 % органічної сировини. Створення нових мікроорганізмів дозволить організувати масштабне виробництво пластмас з природних цукрів, збагачувати руди цінних металів, перетворювати азот повітря у сполуки, що засвоюватимуться рослинами.

У сільськогосподарському виробництві перспективним є генетичне поліпшення рослин, що значно підвищить врожайність. Згідно з прогнозами у найближчі 10–20 років за допомогою генної інженерії вироблятиметься понад тисячу найменувань різноманітних продуктів.

Розбудова сучасної біотехнології – яскравий приклад того, як багато дають людству відкриття фундаментальних наук і теоретичні дослідження.

Нанотехнологія. *Нанотехнологія*ми (рос. *нанотехнологии*, англ. *nanotechnologies*, нім. *Nanotechnologien f pl*) у широкому значенні слова прийнято називати міждисциплінарну галузь фундаментальної та прикладної науки, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра (нанометр – це одна мільярдна частка метра або, що те ж саме, одна мільйонна частка міліметра (діаметр людської волосини становить близько 80 тис. нанометрів)).

Вужче значення цього терміна прив'язує нанотехнології до розробки матеріалів, приладів й інших механічних і немеханічних пристроїв, в яких застосовуються подібні закономірності. Нанотехнології пов'язані з процесами, які протікають у просторових областях нанометрових розмірів.

Тобто нанотехнології можна позначити як технології, засновані на маніпуляції окремими атомами і молекулами для побудови структур із наперед заданими властивостями.

Щоб краще зрозуміти сутність нанотехнологій, зупиніться на розгляді їх властивостей. Як відомо, властивості наносистем багато в чому відрізняються від властивостей крупніших об'єктів, що складаються з тих же самих атомів і молекул. Наприклад, наночастинки платини набагато ефективніше очищають автомобільні вихлопи від токсичних забруднювачів, ніж звичні платинові *каталізатори*. Одношарові та багатшарові графітні циліндри нанометрової товщини, так звані вуглецеві нанотрубки, прекрасно проводять електрику та тому можуть стати заміною мідним дротам. Нанотрубки також дозволяють створювати композитні матеріали виняткової міцності та принципово нові напівпровідникові й оптоелектронні пристрої. На сучасному етапі нанотехнології використовують під час виробництва особливих сортів скла, на яких не осідає бруд (застосовується в автомобіле- і авіабудуванні), тощо.

Нанотехнології розвиваються за такими основними напрямками:

- створення матеріалів з ексклюзивними, наперед заданими властивостями шляхом оперування окремими молекулами;
- конструювання нанокомп'ютерів, які використовують замість звичайних мікросхем набори логічних елементів з окремих молекул;
- збирання нанороботів – систем, що саморозмножуються і призначені для будівництва на молекулярному рівні.

Далі розгляньте перспективи використання нанотехнологій у різних галузях промисловості, наприклад, гірничій промисловості, медицині, архітектурі, машинобудуванні та ін. Так, наприклад, застосування нанотехнологій у гірничій промисловості дозволить, по-перше, створювати нові види ресурсів, які можна буде використовувати, а по-друге – здешевити процеси їх видобутку і перероблення. Також можна буде перетворювати одні ресурси на інші. Однак найбільш вражаючим застосуванням нанотехнологій в добувній промисловості стане освоєння автоматичними фабриками ресурсів Місяця.

Грандіозні перспективи нанотехнології в архітектурі. Розвиток виробництва нанотрубок і нанокомпозитів зробить реальними багатопверхові дороги і кілометрові хмарочоси. Матеріали, що самоочищаються,

зроблять будь-яке місто чистішим, а тонкоплівкові сонячні батареї скоротять витрати на електроенергію. Електронний ніс почує щонайменші витоки газу, а оболонки трубопроводів, що самовідновлюються, звільнять місто від необхідності утримувати житлово-комунальні організації. Ультрагідрофобні покриття каналізаційних труб зроблять їх надслизькими, перешкоджаючи засміченню. Біодеградовані пластмаси зроблять огидні звалища надбаням історії.

Дешеві, легкі та міцні наноматеріали з часом витіснять більшість металів і пластмас. Так, наприклад, вуглецеві нанотрубки будуть у сто разів міцніші за сталь, вдесятеро легші за неї і в тисячі разів мати вищу електропровідність.

У медицині нанотехнології забезпечать прискорення розроблення нових ліків, створення нанопрепаратів і способів доставки лікарських засобів до уражених органів, нановипромінювачів для знищення злоякісних пухлин; наноматеріалів, необхідних при лікуванні опіків і ран; у стоматології та косметології. Широкі перспективи відкриваються і у сфері медичної техніки (розроблення засобів діагностики, проведення безболісних операцій, створення штучних органів). За прогнозами вчених вже в найближчому майбутньому з'являться медичні пристрої розміром з поштову марку. Їх досить буде накласти на рану і цей пристрій самостійно проведе аналіз крові, визначить, які медикаменти необхідно використовувати і впорсне їх у кров.

Зверніть увагу на використання нанотехнологій у сільському господарстві. Як свідчать численні дослідження, нанотехнології спроможні зробити революцію в сільському господарстві. Молекулярні роботи здатні будуть готувати їжу, замінивши сільськогосподарські рослини і тварин. Наприклад, теоретично можливо виробляти молоко безпосередньо з трави, минаючи проміжну ланку – корову. Таке “сільське господарство” не залежатиме від погодних умов і не потребуватиме важкої фізичної праці, а продуктивності його вистачить, щоб розв'язати продовольчу проблему раз і назавжди.

Нанотехнології здатні також стабілізувати екологію планети. По-перше, за рахунок насичення екосфери молекулярними роботами-санітарами, що перетворюють відходи діяльності людини на початкову сировину, а по-друге, за рахунок переходу промисловості та сільського господарства на безвідходні нанотехнологічні методи.

Особливі надії на нанотехнології покладають фахівці у галузі електроніки та інформаційних технологій. Нанороботи здатні втілити в життя мрію фантастів про колонізацію інших планет – ці пристрої зможуть створити на них середовище, придатне для життя людини.

Ряд нанотехнологій використовується на практиці – наприклад, при виготовленні цифрових відеодисків (DVD).

Очікується, що вже 2025 року з'являться перші роботи, створені на основі нанотехнологій. Теоретично можливо, що вони зможуть конструювати з готових атомів будь-який предмет.

Вивчаючи дане питання, зверніть увагу на позитивні та негативні сторони нанотехнологій.

Позитивні сторони: нанотехнології дозволили розробити нанодвигун, який працює на хімічному пальному; створити ротаксан – молекулярну машину, яка дозволяє “обійти” другий закон термодинаміки; створити нові, стійкі до забруднень та ушкоджень матеріали; наділити інтелектом найзвичніші предмети побуту.

Новітні технології обіцяють подолати нові й поки що невиліковні хвороби. Передбачається, що наночастинки використовуватимуться для доставки до потрібних органів корисних речовин і ліків.

За оцінками експертів, уже до 2010 року 50 % медикаментів вироблятимуться за допомогою нанотехнологій.

Люди носитимуть одяг, який змінює колір, обмінюватимуться візитними картками з нанесеною на них відеорекламою, передаватимуть свої емоції за допомогою імплантатів, що відображають настрої.

Жінки милуватимуться собою у комп'ютеризованих дзеркалах, котрі коригуватимуть зображення до ідеального, а на своїх нігтях матимуть манікюр із запрограмованим кольором і візерунками.

Світ майбутнього буде різнобарвним, насиченим життям. Він переїде на наступний рівень, де багато сучасних проблем будуть розв'язані.

Негативні сторони: у 1987 році американський вчений Ерік Деркслер висунув теорію “сірого слизу”. За його прогнозом у майбутньому з'являться нанороботи завбільшки з бактерію, здатні самостійно компонувати молекули в певних комбінаціях. Вихід таких систем з ладу – катастрофа. Самовідтворюючі роботи в разі програмного збою почнуть продукувати нові й нові організми, беручи за матеріал усю доступну біомасу. Внаслідок нанохаосу планету вкриє однорідний шар липких елементів.

Ще одна оцінка перспектив нанотехнологій, що шокує, полягає в тому, що використання нанороботів у медицині стане початком переходу людини з еволюційно-біологічної форми *Homo Sapiens* у технологічну істоту, що саморозвивається – *Nano Sapiens*. Розумне життя на Землі завершить свій еволюційний етап і надалі розвиватиметься в наноформі за законами саморегуляції. Можливості нанороботів, а також недосконалість людського тіла приведуть до його радикальної “перебудови”. *Nano Sapiens* будуть набагато пристосованішими до життя.

У них не буде статі, статевого розмноження, інстинктів. Їм не потрібні будуть сьогоднішні технічні пристосування – частина з них буде інтегрована в їхні організми. Спільне у *Nano Sapiens* і людини лише одне – здатність мислити. У перспективі “людство”, що складеться з індивідів *Nano Sapiens*, інтегруючись на інформаційному рівні, зіллється в єдину особистість – *Megasapiens*, “плоть” яка може бути загалом не визначена у просторі.

Також проблемою є складність розроблення наноречовин, мається на увазі те, що їхній вплив залежатиме більше ніж просто від хімії. Одна тільки мікроскопічна величина наночастинок могла б дозволяти їм легше проникати й вражати людські органи. Речовини наномасштабу можуть мати надзвичайні властивості, котрі не узгоджуються з “прописними” фізикою та хімією, – це може являти собою потенційну загрозу.

Очікують, що нанотехнології приведуть до революційного зрушення в технології, якісної зміни існуючих виробництв, підвищення точності, надійності контролю і безпеки, а також значного зрушення в суспільстві.

Термінологічний словник

Автоматизація – широко розповсюджене використання саморегульованих машин у промисловості. Автоматизація включає застосування керованих пристроїв, які використовують електронні датчики і комп’ютерну техніку.

Автоматизація виробництва – напрям науково-технічного прогресу, який забезпечує повне усунення і заміщення фізичної праці робітників системою машин, обладнання, апаратів і приладів, включаючи ЕОМ.

Азотфіксація (фіксація азоту, або діазотрофія) – процес зв’язування молекулярного азоту атмосфери у своїй відносно інертній молекулярній формі (N_2) у хімічні сполуки, корисні для інших хімічних процесів (наприклад, аміак, нітрати і діоксид азоту).

Біополімери (біо... та полімери) – високомолекулярні природні сполуки, які є структурною основою всіх живих організмів і зумовлюють найважливіші життєві процеси в них.

Біотехнологічний процес – це технічне застосування біохімічних процесів, які відбуваються у живій клітині.

Високі технології – технології, розроблені на основі новітніх наукових знань, за своїм технічним рівнем перевищують кращі вітчизняні та іноземні аналоги і спроможні забезпечити передові позиції на світовому ринку наукомісткої продукції.

Генна інженерія – розділ молекулярної генетики, що дозволяє створювати генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах, змінювати їх генетичну програму та здійснювати синтез сполук з певними заданими властивостями.

Дистанційне зондування – (англ. *Remote Sensing*) – технологія отримання даних про навколишнє середовище та поверхню Землі з використанням літаків або супутників.

Інтенсифікація виробництва – збільшення розмірів виробництва за рахунок застосування більш ефективних засобів виробництва, досконалих форм організації праці та технологічних процесів, які втілюють останні досягнення науково-технічного прогресу, а також кращого використання наявного виробничого потенціалу.

Комп'ютеризація – процес все більш широкого застосування ЕОМ у народному господарстві, галузях, на підприємствах (об'єднаннях) і в організаціях.

Космічні технології – сукупність науково-технічних знань про реалізацію технологічних процесів в умовах космічного простору.

Механізація виробництва – напрям науково-технічного прогресу, заснований на заміні ручних виробничих операцій машинами і механізмами.

Мікрогравітація – стан, в якому прискорення, викликане гравітацією, надто незначне, сама сила гравітації не змінюється. Існує три способи досягнення такого стану – такі, як і для досягнення невагомості: видалення тіла достатньо далеко у відкритий космос для послаблення гравітаційного впливу інших тіл, падіння тіла та обертання тіла навколо планети.

Нанотехнологія – міждисциплінарна галузь фундаментальної та прикладної науки, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем довжиною порядку декількох нанометрів або часток нанометра (нанометр – це одна мільярдна частка метра або, що те ж саме, одна мільйонна частка міліметра).

Наукомісткість – показник, що характеризує ступінь наукової забезпеченості та використання у виробничих процесах, підприємницькій і іншій діяльності науково-дослідних, проектно-конструкторських, інжинірингових розробок і винаходів. Він визначається питомою вагою витрат, вкладених у науково-технічні проекти чи інші розробки у вартості продукції (сумі послуг).

Пінометали – новий клас надлегких високопористих матеріалів з пористістю до 95–97 %, які характеризуються унікальним поєднанням фізичних, механічних, термічних, електричних та акустичних властивостей. Отримують шляхом спінювання рідкого металу газом, а потім

оохолоджують. Склад: 12 % сталі та 88 % газу. Цей матеріал плаває у воді.

Ресурсозберігаюча технологія – узагальнена назва технологій, за яких виробничий процес забезпечується мінімальною витратою ресурсів і енергії, матеріалів тощо при заданій кількості щодо випуску продукції та необхідній продуктивності.

Робототехніка (від робот і техніка; англ. *robotics*) – прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем (роботів). Орієнтована на створення роботів і робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, зокрема таких, що виконуються в недетермінованих умовах, для заміни людини при виконанні важких, монотонних і небезпечних робіт.

Технічна підготовка виробництва – сукупність робіт, пов'язаних зі створенням і впровадженням у виробництво нових і вдосконаленням раніше освоєних видів продукції та технологічних процесів.

Технологія безвідходна і маловідходна – система технологічних процесів, що забезпечує комплексне використання природної сировини проміжних продуктів і відходів.

Фундаментальні дослідження – вид наукових досліджень, головне призначення яких – одержання нових знань, виявлення законів розвитку природи, суспільства, мислення. Їх результати є основою проведення прикладних досліджень.

Питання для самоконтролю

1. Яке спрямування мають перспективи розвитку технологічних процесів?
2. У чому полягають перспективи переходу від періодичних до безперервних технологічних процесів?
3. Які переваги безвідходних технологій?
4. Револьюційні зрушення в технології та їх вплив на розвиток суспільства.
5. Нові види технології та їх майбутнє.
6. Розкрийте сутність терміна “нанотехнологія”.
7. Завдання, які розв'язує нанотехнологія.
8. Генна інженерія, її значення та можливості розвитку.
9. Технології, що діють на основі підвищеного тиску.
10. Мембранні технології. На чому ґрунтується їх дія?
11. У чому полягає практичне застосування мембранних технологій?

12. Охарактеризуйте внесок космічних технологій у розвиток виробництва.
13. Що лежить в основі біотехнологій?
14. В яких галузях господарства використовують біотехнології?

Теми рефератів

1. Застосування технічного інтелекту в технології виготовлення машин.
2. Космічна металургія.
3. Космічне виробництво.
4. Екологічно орієнтовані технології та виробництва.
5. Нанотехнологія – революція майбутнього.

Тестові завдання для перевірки знань

1. Нанотехнологія займається дослідженням процесів:
 - а) які здійснюються над частинками розміром 10–9 см;
 - б) які здійснюються над частинками розміром 10–9 м;
 - в) які здійснюються над частинками розміром 10–3 м;
2. Основними напрямками розвитку нанотехнологій є:
 - а) створення матеріалів з наперед заданими властивостями;
 - б) конструювання нанокомп'ютерів;
 - в) збирання систем, що саморозмножуються;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
3. Генна інженерія:
 - а) здійснює управління генетичною основою живих організмів;
 - б) створює генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах;
 - в) сприяє розв'язанню проблеми добування біологічно активних сполук;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
4. Космічна технологія – це:
 - а) сукупність науково-технічних знань про реалізацію технологічних процесів в умовах космічного простору;
 - б) сукупність космічних технологічних процесів, які застосовують у народному господарстві країни;
 - в) технологія використання космосу для науково-технічних досліджень;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.

5. До високих технологій належать такі галузі:
- а) комерційна інфраструктура;
 - б) програмування;
 - в) інформаційні технології;
 - г) легка промисловість;
 - д) машинобудування;
 - е) атомна енергетика.
6. Високі технології – це:
- а) технології, розроблені на основі новітніх наукових знань, які за своїм технічним рівнем перевищують кращі вітчизняні та іноземні аналоги і спроможні забезпечити передові позиції на світовому ринку наукомісткої продукції;
 - б) технології, які мають сукупність основних ознак – наукомісткість, системність, фізичне і математичне моделювання;
 - в) технології, які дозволяють отримувати вироби, що володіють новим рівнем функціональних, естетичних і екологічних властивостей;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.
7. До основних напрямків розвитку сучасних технологій належать:
- а) створення малоопераційних технологій;
 - б) застосування замкнених циркуляційних схем;
 - в) повсюдний перехід від періодичних до безперервних технологічних процесів;
 - г) всі варіанти відповідей правильні.

Література: 13, 15, 19, 21, 32, 35, 46, 48.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Бажан, Ю. М. Економічна теорія технологічних змін [Текст] / Ю. М. Бажан. – К. : Заповіт, 1996. – 240 с.
2. Бондаренко, А. Д. Современная технология: теория и практика [Текст] / А. Д. Бондаренко. – Киев ; Донецк : Высшая школа, 1985. – 172 с.
3. Васильева, И. Н. Экономические основы технологического развития [Текст] : учебн. пособ. / И. Н. Васильева. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995.
4. Волков, В. И. Производство керамических изделий [Текст] / В. И. Волков, М. А. Устинов. – М. : Высшая школа, 1986.
5. Вяжущие вещества, бетоны и изделия из них [Текст] / под ред. Г. И. Горчакова. – М. : Высшая школа, 1996.
6. Дичковська, О. В. Системи технологій промисловості [Текст] : навч. посіб. / О. В. Дичковська. – К. : Знання, 2007. – 270 с.
7. Заздлина, З. А. Основы технологии химических волокон [Текст] : учебник для вузов / З. А. Заздлина. – М. : Высшая школа, 1985.
8. Збожна, О. М. Основы технологий [Текст] : учебн. пособ. / О. М. Збожна, 2001. – 385 с.
9. Линчевский, Б. В. Metallургия чёрных металлов [Текст] : учебник / под ред. Б. В. Линчевского. – М. : Высшая школа, 1986.
10. Маслов, В. П. Інформаційні системи і технології в економіці [Текст] : навч. посібн. / В. П. Маслов. – К. : Слово, 2003. – 264 с.
11. Матвеев, Ю. Н. Технология металлургического производства цветных металлов [Текст] : учебник / Ю. Н. Матвеев, В. С. Стрижко. – М. : Высшая школа, 1986.
12. Metallургия благородных металлов [Текст] : учебник / под ред. Л. В. Чугаева. – М. : Высшая школа, 1987.
13. Основы технологии важнейших отраслей промышленности [Текст] : учебник / под ред. И. А. Сидорова. – М. : Высшая школа, 1991.
14. Основы химической технологии [Текст / под ред. проф. И. П. Мухлекова. – М. : Высшая школа, 1991. – 590 с.
15. Остапчук, М. В. Системи технологій (за видами діяльності) [Текст] : навч. посібн. / М. В. Остапчук, А. І. Рибак. – К. : ЦНЛ, 2003. – 888 с.
16. Паничев, М. Г. Организация и технология отрасли [Текст] : учебн. пособ. / М. Г. Паничев, С. В. Мурадян. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2001. – 448 с.
17. Рыбкин, В. А. Строительные материалы [Текст] / В. А. Рыбкин. – К. : Высшая школа, 1993.

18. Системи технологій [Текст] : методичні вказівки / [уклад. Г. І. Андреева]. – Суми : УАБС, 2004. – 36 с.
19. Системы технологий [Текст] : учебн. пособ. / под ред. проф. П. Д. Дудка. – Харків : Бурун Книга, 2003. – 336 с.
20. Строительные материалы [Текст] / под ред. Г. И. Гончарова. – М. : Высшая школа, 1982.
21. Технология важнейших отраслей промышленности [Текст] : учебн. для эконом. спец. вузов / А. М. Гинберг, Б. А. Хохлов. – М. : Высшая школа, 1985. – 496 с.
22. Тимофеев, Ю. В. Технологічність виробів у машинобудуванні [Текст] : навч. посіб. / Ю. В. Тимофеев, М. В. Захаров, О. А. Мельніченко, В. А. Хворост. – К. : ІСДО, 1995.

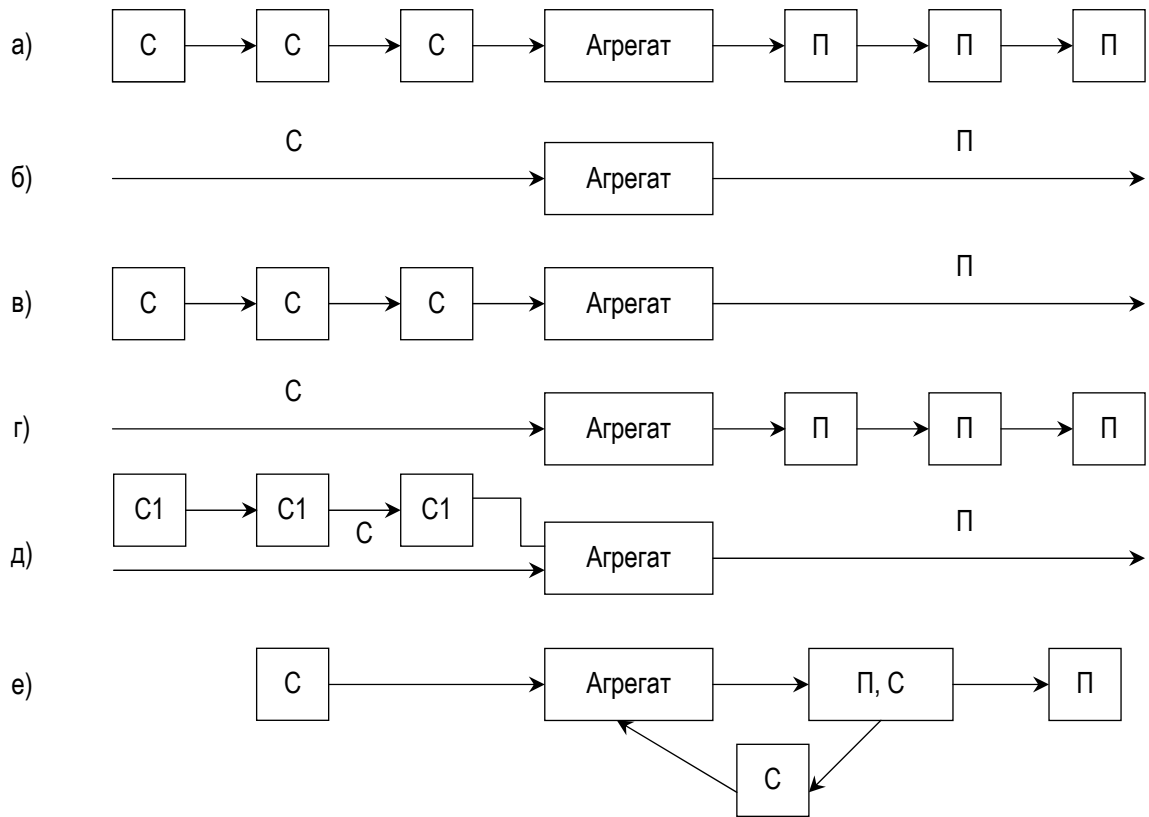
Додаткова

23. Абдулин, Ф. С. Добыча нефти и газа [Текст] / Ф. С. Абдулин. – М. : Высшая школа, 1983.
24. Архангельский, Б. П. Пластические массы [Текст] : справочное пособие / Б. П. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1981.
25. Багров, Н. М. Экономические основы технологического развития [Текст] : учебн. пособ. / [Н. М. Багров, Г. П. Овчарова, В. Ф. Тульверт, Г. А. Трофисов] ; под ред. проф. С. А. Уварова. – СПб. : СПбГУЭФ, 2001.
26. Бараз, В. И. Добыча, подготовка и транспорт нефтяного газа [Текст] / В. И. Бараз. – М. : Высшая школа, 1995.
27. Безымянский, В. И. Конверторные процессы производства стали [Текст] / под ред. В. И. Безымянского. – К. : Вища школа, 1984.
28. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Текст] : учебник / Б. Ф. Белецкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 752 с.
29. Богданов, В. В. Удивительный мир резины [Текст] / В. В. Богданов. – М., 1989.
30. Братичак, М. Технологія нафти та газу [Текст] : навч. посібн. / М. Братичак. – К. : ЦНЛ, 2000. – 186 с.
31. Бурцев, В. М. Технология машиностроения [Текст] : в 2-х т. / В. М. Бурцев. – М. : МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2001. – 564 с.
32. Гавриш, А. П. Гибкие робототехнические системы [Текст] : учебник / А. П. Гавриш, Л. С. Ямпольский. – К. : Высшая школа, 1989. – 185 с.
33. Гарбар, М. И. Пластические массы [Текст] / М. И. Гарбар [и др.]. – М. : Высшая школа, 1997.
34. Городничий, Н. И. Литейное производство цветных металлов и сплавов [Текст] / Н. И. Городничий. – М. : Высшая школа, 1989.

35. Деречин, В. В. Отраслевые технологии (вопросы теории и практики) [Текст] / В. В. Деречин, Ф. Е. Дубовин, В. В. Павленко. – Одесса ; Харьков, 2000. – Вып. 1. Оптимизация технологических процессов. – 198 с.
36. Деркс, А. Й. Скло та його застосування [Текст] / А. Й. Деркс, І. І. Пономарев. – К. : Техника, 1998.
37. Доменное производство [Текст] : справочник : в 2 т. / под ред. Е. Ф. Вегмана. – М. : Высшая школа, 1989.
38. Домокеев, А. Г. Строительные материалы [Текст] / А. Г. Домокеев. – М. : Высшая школа, 1989.
39. Дубровин, В. С. Система технологий. Основные категории [Текст] / В. С. Дубровин. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 2001. – 254 с.
40. Экономика предприятия и отрасли промышленности [Текст] / А. С. Пелих [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2001.
41. Энергетика [Текст] / И. Т. Швец, В. И. Голубинский, И. Д. Букшпун [и др.]. – К. : Высшая школа, 1971. – 616 с.
42. Ерёмина, К. М. Текстильные волокна, их производство и свойства [Текст] / К. М. Ерёмина, В. В. Борухсон. – М. : Высшая школа, 1986.
43. Ермаков, С. С. Порошковые стали и изделия [Текст] / С. С. Ермаков, Н. Ф. Вязников. – Л. : Лениздат, 1990. – 125 с.
44. Изготовление и классификация полимеров [Текст] : учебник / под ред. А. М. Наговицина. – М. : Высшая школа, 1994.
45. Кирпичников, П. А. Технология резиновых изделий [Текст] / П. А. Кирпичников. – Л. : Лениздат, 1991.
46. Крутов, В. И. Основы научных исследований [Текст] / В. И. Крутов. – М. : Высшая школа, 1998.
47. Маталін, А. А. Технологія машинобудування [Текст] : посібн. для вузів / А. А. Маталін. – Л. : Машинобудування, 1995.
48. Моритани, М. Современная технология и экономическое развитие Японии [Текст] / М. Моритани. – М. : Экономика, 1986.
49. Нациевский, Ю. Д. Справочник по строительным материалам и изделиям [Текст] / Ю. Д. Нациевский. – К. : Высшая школа, 1989.
50. Никифоров, В. М. Технология металлов и других конструкционных материалов [Текст] : учебник / В. М. Никифоров. – СПб. : Политехника, 2000. – 382 с.
51. Общая химическая технология [Текст] / под ред. проф. А. Г. Амелина. – М. : Высшая школа, 1997.
52. Организация группового производства [Текст] / под ред. С. П. Митрофанова. – Л. : Лениздат, 1990.
53. Основы металлургического производства [Текст] : учебник / В. К. Бабич, Н. Д. Лукашкин, А. С. Морозов и др. – М. : Высшая школа, 1998.

54. Позин, М. Е. Технология минеральных удобрений [Текст] / М. Е. Позин. – Л. : Лениздат, 1983.
55. Попов, В. И. Химия и научно-технический прогресс [Текст] / В. И. Попов, Р. З. Левнич. – К. : Радянська школа, 1987. – 210 с.
56. Примаков, С. Ф. Производство бумаги [Текст] / С. Ф. Примаков. – М. : Лесная промышленность, 1987. – 390 с.
57. Руденко, П. О. Системы технологій [Текст] : конспект лекцій / П. О. Руденко, В. П. Романенко. – Чернігів, 2002. – 155 с.
58. Самохвалов, Г. В. Электрические печи чёрной металлургии [Текст] / Г. В. Самохвалов, Г. И. Черныш. – М. : Высшая школа, 1984.
59. Соколов, Р. С. Химическая технология [Текст] : в 2 т. / Р. С. Соколов. – М. : Высшая школа, 1999. – Т. 2. – 356 с.
60. Соколовский, А. А. Технология минеральных удобрений [Текст] / А. А. Соколовский. – М. : Высшая школа, 1986.
61. Справочник по охране труда на промышленном предприятии [Текст] / К. Н. Ткачук [и др.]. – К. : Техника, 1991.
62. Технология машиностроения [Текст] : учебное пособие для экономистов / В. Л. Дикань, Ю. Е. Калабухин, В. А. Мельник. – Харьков : Олант, 2005. – 160 с.
63. Технологія металів та інших конструкційних матеріалів [Текст] / за ред. Г. О. Прейса. – К. : Вища школа, 1975. – 460 с.
64. Технология резиновых изделий [Текст] : учебное пособие для вузов / под ред. П. А. Кирпичникова. – Л. : Лениздат, 1991.
65. Удобрения. Производство и применение минеральных удобрений [Текст] / под ред. А. В. Питербургского. – М. : Высшая школа, 1985.
66. Химия и физика полимеров [Текст] / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. – М., 1989.
67. Хомченко І. Г. Загальна хімія [Текст] / І. Г. Хомченко. – К. : Вища школа, 1993. – 424 с.
68. Юркевич, В. В. Технология производства химических волокон [Текст] / В. В. Юркевич. – М. : Химия, 1987. – 370 с.

Додаток А
Схеми технологічних процесів



- а) періодичний;
- б) безперервний;
- в) комбіновані;
- г) комбіновані;
- д) комбіновані;
- е) замкнутий.

Неорганічні корисні копалини та їх використання

Назва	Склад, вимоги якості
Будівельні матеріали. Гірські породи	
Граніт	Кисла інтрузивна порода зернистої структури світлого кольору. Містить кварц – 20–40 %, ортоклаз – 40–60 % (або мікроклін), альбіт, мусковіт (слюда) – 24 %, рідше рогову обманку (піроксени)
Пемза	Ефузивна кисла порода, застигла пухирчата лава
Туф	Кисла порода вулканічного походження
Андезит	Ефузивна порода, аналог діориту. Порода сіра і темно-сіра, складається як і діорит із середнього плагіоклазу, рогової обманки, авгіту. Структура порфірова. Використовується як кислототривкий матеріал і для брукування вулиць
Базальт (трап)	Найпоширеніша ефузивна порода, аналог габро, щільна або пориста, дрібнокристалічна чи склувата з порфіровими вкрапленнями плагіоклазу, авгіту, рогової обманки, титаномагнетиту. Як і діабаз – електроізоляційний і кислототривкий матеріал
Будівельні глини	Деякі дослідники виділяють 5 груп глин: каолінові, вогнетривкі, формовочні, бентонітові, будівельні. До будівельних глин відносять цементні глини, цегляно-черепичні, керамзитові
Пісковики	Зцементована піщана порода. Склад мінералів, розмір зерен у них такий, як і в піску. Залежно від цементу пісковики бувають кременистими, вапняковими, залізистими і глинистими
Пісок	За складом піски розподіляються на кварцові, глауконітові, слюдисті, польово-шпатні (аркозові), магнетитові, рогово-обманкові, нефелінові
Глинисті сланці (будівельні)	Щільні породи, що не розмокають від води, вони розподіляються на плити за площинами сланцюватості
Гіпс	Одна з найпоширеніших осадових порід хімічного походження з переважаючим мінералом гіпсом. Утворюється осадженням з висихаючих басейнів разом з кам'яною сіллю, ангідритом (CaSO_4). Використовується також у медицині, електротехніці, оптиці, сільському господарстві
Гнейси	Типові поширені метаморфічні силікатні породи зон високих тисків і температур. За мінеральним складом відповідають виверженим породам гранітового типу – польовий шпат, кварц, біотит (слюда)
Мрамур CaCO_3	Несилікатна метаморфічна порода, продукт перекристалізації вапняків. Складається з кальциту, іноді з доломіту. Подекуди зберігають початкову шаруватість і сліди черепашок
В'яжучі матеріали. Сировина для цементу, в'яжучих матеріалів	
Вапняки CaCO_3	Осадові карбонатні породи органічного чи хімічного походження. Органічні вапняки складаються з черепашок, молюсків та ін. скелетних частин тварин або з водоростей. Хімічні вапняки (оалітові, травертини, набічні утворення) менше поширені. Різновидом вапняків вважається крейда. Використовується і як будівельний матеріал

Назва	Склад, вимоги якості
В'язучі матеріали. Сировина для цементу, в'язучих матеріалів	
Доломіт	Проста, одномінеральна осадова карбонатна порода. Вміст основного мінералу часом досягає 95 %
Мергелі	Дуже ущільнена осадова карбонатна хімічного походження порода, що являє собою збагачену вуглекислим кальцієм глину
Цементні глини	Осадова кремениста порода біохімічного походження
Трепел	Складається з дуже дрібних часток опалу ($\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) – водного аморфного різновиду кварцу. Пуцоланова добавка до цементу
Керамічна сировина. Вогнетривка керамічна сировина	
Каолін	Каоліно-осадова глиниста порода, що складається з: каолініту з домішками кварцу, слюди та ін. використовується для шамотних виробів
Глина цегляна	Червоно-бурі або інші глини з незначним вмістом карбонатів, легкотопки. У виробі вводять 20 % випалених добавок
Глина черепична	Червоно-бурі або інші глини, не засмічені вапняком, гіпсом, та ін. Легкотопки, пластичні. У форми вводять 20–25 % шамоту і піску
Глина керамічних плиток і труб	Кращими є каоліно-гідрослюдисті або гідрослюдисто-каолінові вогнетривкі глини, що спікаються з незначною домішкою кварцу. У суміш додають шамот
Глина фарфорова	Санітарно-будівельні вироби з фарфору чи напівфарфору виготовляють на основі вогнетривких світлих глин. Це в основному глини каолінітові чи каоліно-гідрослюдисті
Кварц	Один з найпоширеніших мінералів земної кори, складова частина всіх типів як глибинних, так і поверхневих порід – 12 % ваги всіх гірських порід. Кварцовий пісок застосовується у фарфоро-фаянсовій, скляній промисловостях і ін.
Польовий шпат (ортоклаз)	Найпоширеніші мінерали групи алюмосилікатів. Ортоклаз – найпоширеніший мінерал з групи калій-натрієвих польових шпатів магматичного походження. Використовується у фарфоро-фаянсовій промисловості
Глина вогнетривка (шамот)	В основному каолінітові глини (температура спікання – 1 200–1 350 °С), а також каоліно-гідрослюдисті (температура спікання – 1 050–1 250 °С)
Кварцити	Світлі, щільні, масивні метаморфічні породи, що складаються з кварцу, окремих зерен якого не можна розрізнити. Продукти перекристалізації кварцових пісковиків. Використовується для виробництва динасових вогнетривів
Магнезит	Походження – гідротермальне, екзогенне – внаслідок вивітрювання. Використовується для вогнетривкої цегли, цементу
Тальк мелений	Походження метаморфічне (з олівину, піроксену, амфіболу). Використовується також у паперовій, шкіряній, фармацевтичній, кондитерській, олівцевій, лакофарбовій промисловостях

Назва	Склад, вимоги якості
Скляна і формовочна сировина	
Кварцовий пісок	Найпоширеніша модифікація кремнезему, кварц може утворюватись у різноманітних умовах: магматичних, пегматичних, гіпергенних. У скляній промисловості використовують непрозорі відміни кварцу – залізистий і звичайний (моріон – чорний кварц)
Формовочні глини	Основний в'язучий матеріал формовочних сумішей ливарних форм зі зв'язуючою здатністю в сухому вигляді 2–5,5 кг/см. Застосовують глинисті піски переважно як наповнювач ливарних форм
Ізоляційні та теплоізоляційні матеріали	
Азбест	Існує більше 40 марок азбесту за показниками якості. Крім теплоізоляції, застосовується в кислотостійких виробках, азбестокартонній, азбестоцементній промисловості, виробництві шиферу, труб тощо
Слюди (мусковіт, флогопіт)	Слюди – поширені (3,8 %) породоутворюючі мінерали магматичних порід (гранітів) і кристалічних сланців (слюдяні сланці). Належать до групи водних силікатів
Хімічна та металургійна сировина	
Апатитовий концентрат	Вміст P_2O_5 у продукті не менше 39,4 %, вологи – не більше 1 %. Використовується як сировина для виробництва фосфатних добрив
Фосфоритовий концентрат	Вміст P_2O_5 у продукті не менше 28 %. Використовується як сировина для виробництва фосфатних добрив
Калій хлористий КС1	Отримують розділенням силівніту з хлориду калію та натрію кристалізацією (К) або флотацією (Ф). Вміст основної речовини в марці К – 95–99 %, в марці Ф – 92–95 %. Використовується як сировина для виробництва калійних добрив
Концентрат калійно-магнієвих руд	Отримують флотаційним збагаченням калійно-магнієвої руди. Використовується як сировина для виробництва калійних добрив
Силівніт молотий	Отримують подрібненням руди. Вміст у продукті КС1 – не менше 22 %, K_2O – 14 %
Сіль кухонна NaCl	Розрізняють 4 сорти. Харчова сіль з вмістом NaCl – 90,5–99,2 %
Сірка природна	Природну сірку при переробці сіркових руд випускають 3 сортів з вмістом основної речовини 98,6–99,9 %
Колчедан сірчаний	Як в рядовому, так і флотаційному продукті, вміст сірки 35–47 %, суми свинцю і цинку – до 3,8 % (1 %)
Бішофіт	Мінерал хімічних осадних родовищ галогенної формації, що утворюється із сольової маси Світового океану в умовах аридного клімату, на останній стадії кристалізації та ін. Як продукт повинен містити не менше 45 % безводного $MgCl_2$
Руда залізна (червоний залізняк)	Сировина для виплавки чавуну і сталі. Колір від чорного до червоного. У мінералі міститься 70 % заліза, в рудах – 25–50 %. Концентрати (агломерати, окатиш) Криворізького родовища містять 63 % заліза

Назва	Склад, вимоги якості
Хімічна та металургійна сировина	
Руда марганцева (піролюзит, брауніт)	Найважливіша руда марганцевих виробництв. Мінерал чорного кольору, утворюється головним чином в екзогенних умовах. Промислове значення мають осадові родовища. Вміст MnO_2 в концентратах – 80–90 %
Молібденіт, MoS_2	Важлива молібденова сировина. У молібденових концентратах після флотаційного збагачення міститься до 30 % молібдену
Мідний колчедан (халькопірит)	Основна сировина для добування міді. Мінерал латунно-жовтого кольору. Збагачують флотацією. Походження – магматичне, гідротермальне, екзогенне. Вміст міді в концентратах – 11–35 %
Цирконова обманка (сфалерит),	Цінна цинкова сировина. Концентрат отримують флотаційним збагаченням. Колір – бурий, жовтий. Походження – гідротермальне, метасоматичне. Вміст основної речовини в концентраті – 47–60 %
Кобальтин	Один з найважливіших мінералів кобальту. Колір – білий або сталеві-сірий. Зустрічається головним чином у гідротермальних родовищах. Мінімальний вміст кобальту в рудах – 0,1–0,2 %. Вміст кобальту в мінералі – 26–34 %
Концентрат ільменітовий, $FeTiO_3$	Основна сировина для отримання TiO_2 ; мінерал чорного кольору, блиск металічний. Походження магматичне і вторинне в розсипах. Вміст TiO_2 у концентратах після мокрого збагачення і магнітної сепарації з пісків – 60 %
Каситерит, SnO_2	Основна сировина олов'яних виробництв. Вміст у розсипах 0,1–2 %, вміст у концентратах після гравітаційного чи флотаційного збагачення – 40–70 %. Утворюється в пегматитових або пневматичних жилах. Колір мінералу – чорний, рідше – жовтий
Кіновар HgS	Сировина для виготовлення ртуті та сполук, з неї виготовляють червону фарбу. Малиново-червоного кольору з металевим блиском. Утворюється в гарячих водних розчинах
Барит (важкий шпат), $BaSO_4$	Основна сировина барієвих виробництв. Колір мінералу білий, сірий з відтінками (червоний, жовтий, бурий, блакитний, зелений). Утворюється в гарячих розчинах, також магматичне і осадове походження. Вміст $BaSO_4$ в концентратах – 80–85/90–95 %
Сподумен	Важлива літієва сировина
Берил	Важливий мінерал берилію. Колір різний. Використовується як дорогоцінне каміння (аквамарин, смарагд)

Додаток В

Таблиця В.1

Класифікація домішок води і методи їх видалення

Фазова характеристика	Гетерогенні системи		Гомогенні системи	
	I група	II група	III група	IV група
Фізико-хімічна характеристика	Суспензії (суспензії, емульсії)	Золи і високомолекулярні сполуки	Молекулярно-розчинні речовини	Речовини, що дисоціюють на іони
Розміри частинок, см	10^{-1}	10^{-3}	10^{-7}	10^{-8}
Характерні представники забруднень	Крупна суспензія; дрібна суспензія; планктон; бактерії	Органо-мінеральні гумусні речовини; віруси		Летючі речовини і гази; органічні речовини
Методи видалення домішок з води	Механічне розділення; відстоювання; фільтрація; коагуляція	Ультрафільтрація	Гіперфільтрація	
			десорбція газів і летючих речовин; евапорація важколетючих речовин	переведення іонів у малорозчинні сполуки
	Окислення хлором, озonom, перманганатом і іншими окислювачами			
-	адгезія на гідроокислах зернистих і високодисперсних матеріалах	адсорбція на гідроокислах і дисперсних мінералах	адсорбція на активованому вугіллі й інших матеріалах	фіксація на твердій фазі іонів
	агрегація за допомогою флокулянтів (аніонних і катіонних)		асоціація молекул	моляризація і комплексоутворення
Методи групового контролю процесів технології очищення	Флотація	-	Екстракція органічними розчинниками	Сепарація іонів при різному фазовому стані води
	Електроліз синьозелених водоростей; бактерицидна дія	Електрофоретичні методи; вірусцидна дія	Біохімічний розпад	Використання рухливості іонів в електричному полі
	Мікроскоп, ультрамікроскоп	Електронний мікроскоп	Мембрани гіперфільтраційні	
	Розділення на фільтрах: паперових, мембранних	Діаліз	Поглинання світла в ультрафіолетовій і видимій областях	
	Седиментаційний аналіз	Релеєвське розсіювання		

Способи очищення стічних вод

Методи очищення	Схеми, обладнання, приклади
Відстоювання, освітлення	Найдоступніші прийоми очищення від великодисперсних часток і застосовуються як перша стадія в загальній схемі очищення стоків. Використовується типове обладнання – відстійники, сита, фільтри. Відцентрову очистку від грубих домішок проводять головним чином у гідроциклонах
Коагуляція, фільтрація	Пропонується коагулянт дозувати безпосередньо перед подачею стоків на фільтр. Найефективнішими фільтруючими матеріалами є комбінація з шарів керамзиту (3,3–2,3 мм), аглопориту (2,3–1,25 мм) та кварцового піску (1,25–0,77 мм), розміщених зверху вниз. Висота кожного шару – 0,5 м. Як коагулянти застосовують хлориди та сульфати алюмінію і заліза, органічні флокулянти
Нейтралізація стоків	На хімічних заводах існують, як правило, загальнозаводські або локальні станції нейтралізації, де кислотні стоки нейтралізують вапняком чи вапном. Цей спосіб вимагає побудови відстійників (шлаконакопичувачів) і очищення стоків іншими методами
Осадження важких металів	Зі стоків хімічних, машинобудівних, металургійних заводів, радіозаводів, які містять важкі метали – Zn, Cu, Cr, Ni, Sn, Mn, Hg, їх осадження здійснюють шляхом відстоювання з накопиченням твердої фази (з можливим використанням як мікродобрив). Хром перед осадженням переводять у 3-й валентний стан (гальванічні виробництва)
Обробка хлором, озоном	У питну та стічні води окисники вводять для видалення присмаків, запахів, знезараження. При озонуванні відмирають синьо-зелені водорості, руйнуються пестициди, ПАР, відбувається ефективна очистка від гумусових речовин, канцерогенних вуглеводнів, фенолів, ціанідів, роданідів, нітросполук та ін.
Мембранні методи. Гіперфільтрація	Гіперфільтрація (зворотний осмос) – процес розділення розчинів фільтруванням через мембрани, пори яких діаметром близько 1 мкм пропускають молекули води, але непроникні для гідратованих іонів солей або недисоційованих молекул. Процес проводять за допомогою полімерних мембран – ацетилцелюлозних, поліамідних та ін. Тиск при фільтруванні повинен перевищувати осмотичний і може досягати 5–10 МПа при концентрації солі 20–30 г/дм ³ . Селективність мембран досягає 99 %. Можуть застосовуватись для очищення стоків целюлозно-паперових, нафтохімічних, інших виробництв
Адсорбція, іонообмін	Адсорбція – один з найефективніших способів очистки (доочистки) від органічних домішок. Процес здійснюють перемішуванням води з адсорбентом (тирса, зола, торф, глини, кокс). Установки багатоступінчасті, піддаються обчисленню. На локальних установках активованим вугіллям адсорбуються феноли, хлорбензол, анілін, хлорал, малеїновий ангідрид, пінідін, саліцилова кислота (Київський комбінат волокна, Рубіжанський, Северодонецький, Шосткинський заводи). Вугілля регенерують термічним методом. На мінеральних адсорбентах, коагулянтах (гідроксиди заліза, алюмінію) адсорбуються барвники, детергенти (Київський водопровід), радіоактивні речовини. Іонообмінними смолами виводять з води метали

Методи очищення	Схеми, обладнання, приклади
Електричні методи	Розрізняють три напрямки електрохімічної очистки води: електродіаліз, електрофільтрація, електроліз. Очищення електродіалізом засноване на різниці чисел переносу іонів у воді та мембрані. Розділення проводять в електродіалізаторі під дією постійного струму. Електродіалізатори розділені почергово катіоновими та аніоновими мембранами (пропускають відповідно лише катіони або аніони). З одного ряду камер виводиться концентрований розчин, а з іншого – знесолена вода. Ступінь знесолення на одному рівні 20–30 %. Селективність мембран – до 98 %, електроопір 2–12 ом/см ²
Біохімічні методи	Вивчено і виділено численні штами бактерій – деструкторів синтетичних органічних речовин – нітросполук, амінів, ПАР, барвників, гетероциклів, фенолу, етиленгліколю, формальдегіду ціанідів, сульфідів та ін. Здійснюють у полях зрошення, біологічних ставках, біологічних фільтрах, аеротенках. Створені біоконвейєри очистки води, що дозволяє проводити очистку розчинів будь-якої концентрації із заданою якістю

Додаток Д



Рис. Д.1. Функції енергії в технологічному процесі

Додаток Е
Схеми роботи гідроелектростанцій

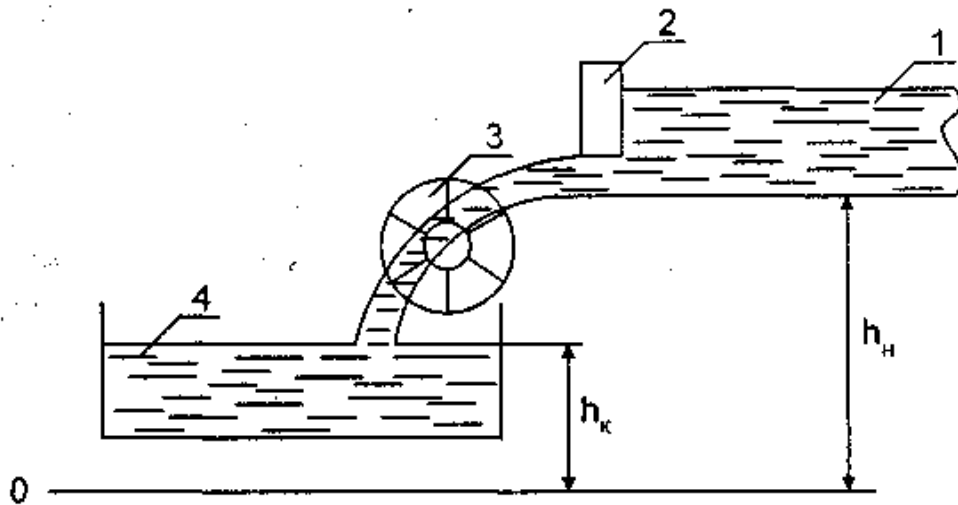


Рис. Е.1. Схема роботи гідроелектростанції:

- 1 – водоймище;
- 2 – гребля;
- 3 – турбіна;
- 4 – русло.

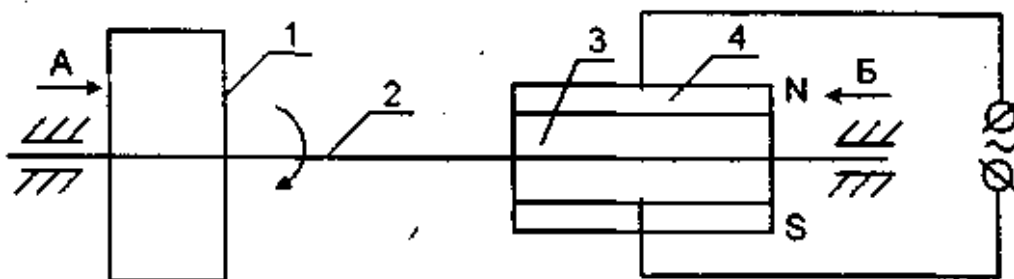


Рис. Е.2. Схема роботи електрогенератора:

- 1 – турбіна;
- 2 – вал;
- 3 – ротор;
- 4 – статор.

Продовж. додатка Е

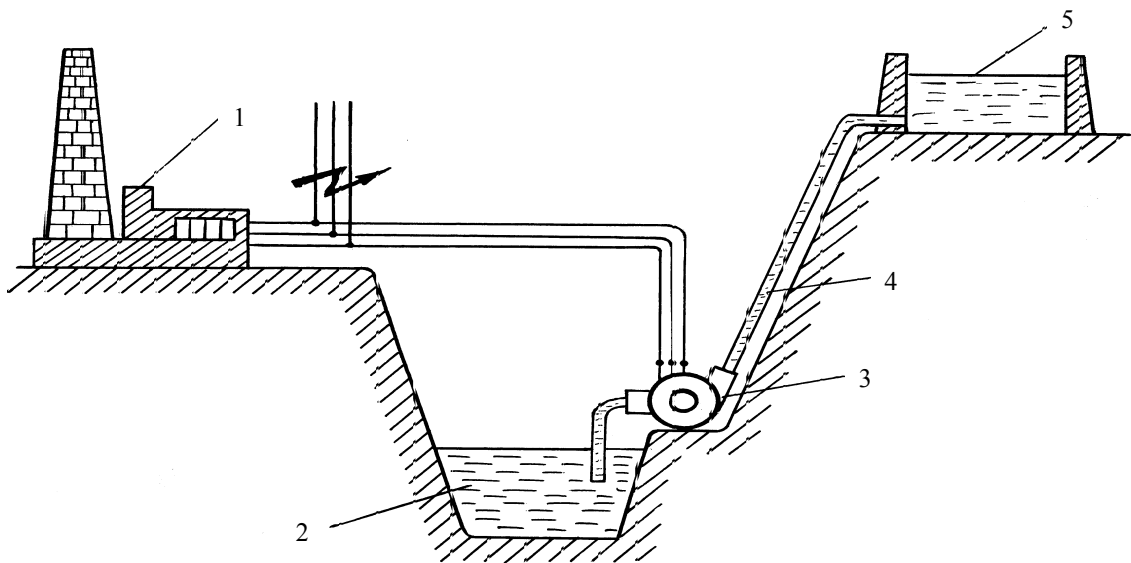


Рис. Е.3. Схема гідроакумулюючої електростанції (ГАЕС):

- 1 – електростанція ТЕС;
- 2 – нижній водяний басейн;
- 3 – електрогенератор;
- 4 – водовід;
- 5 – верхній водяний басейн.

Додаток Ж

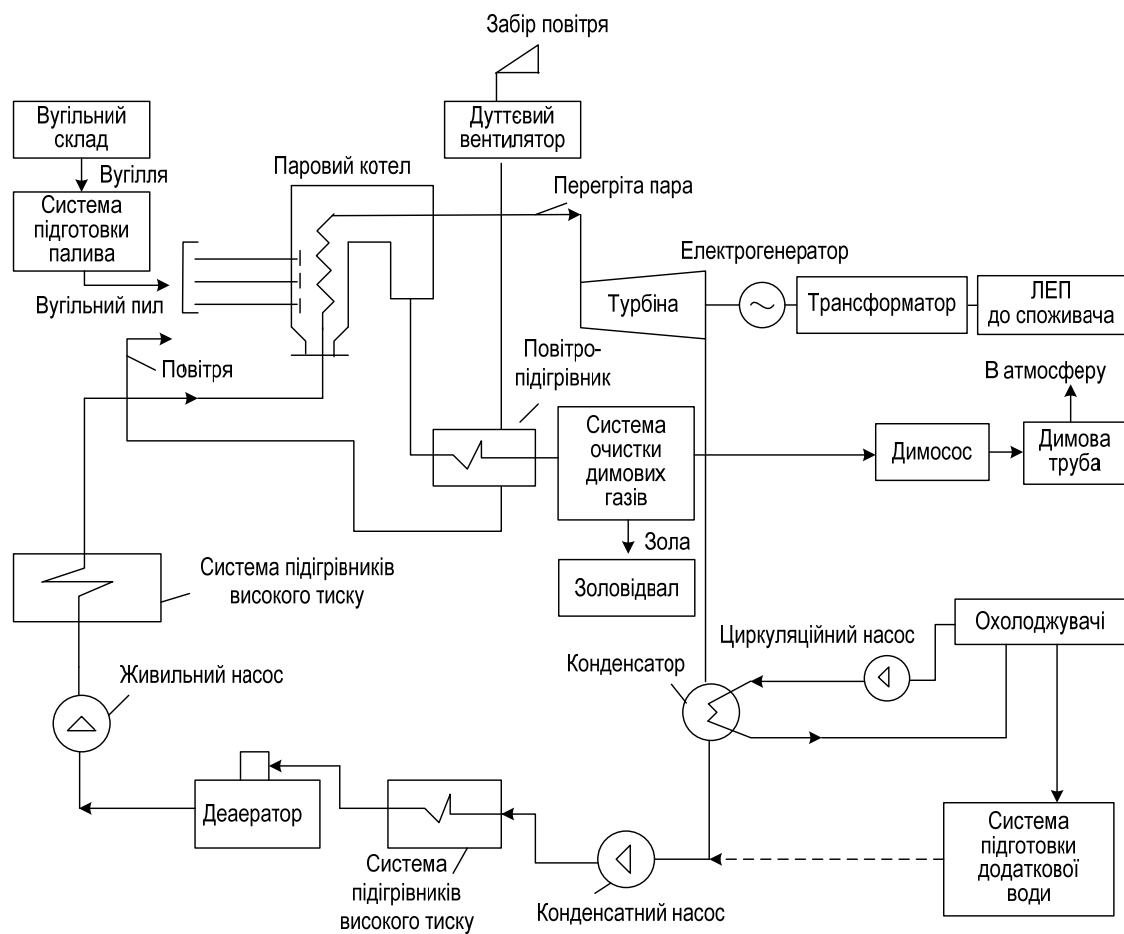


Рис. Ж.1. Схема виробництва електроенергії на ТЕС

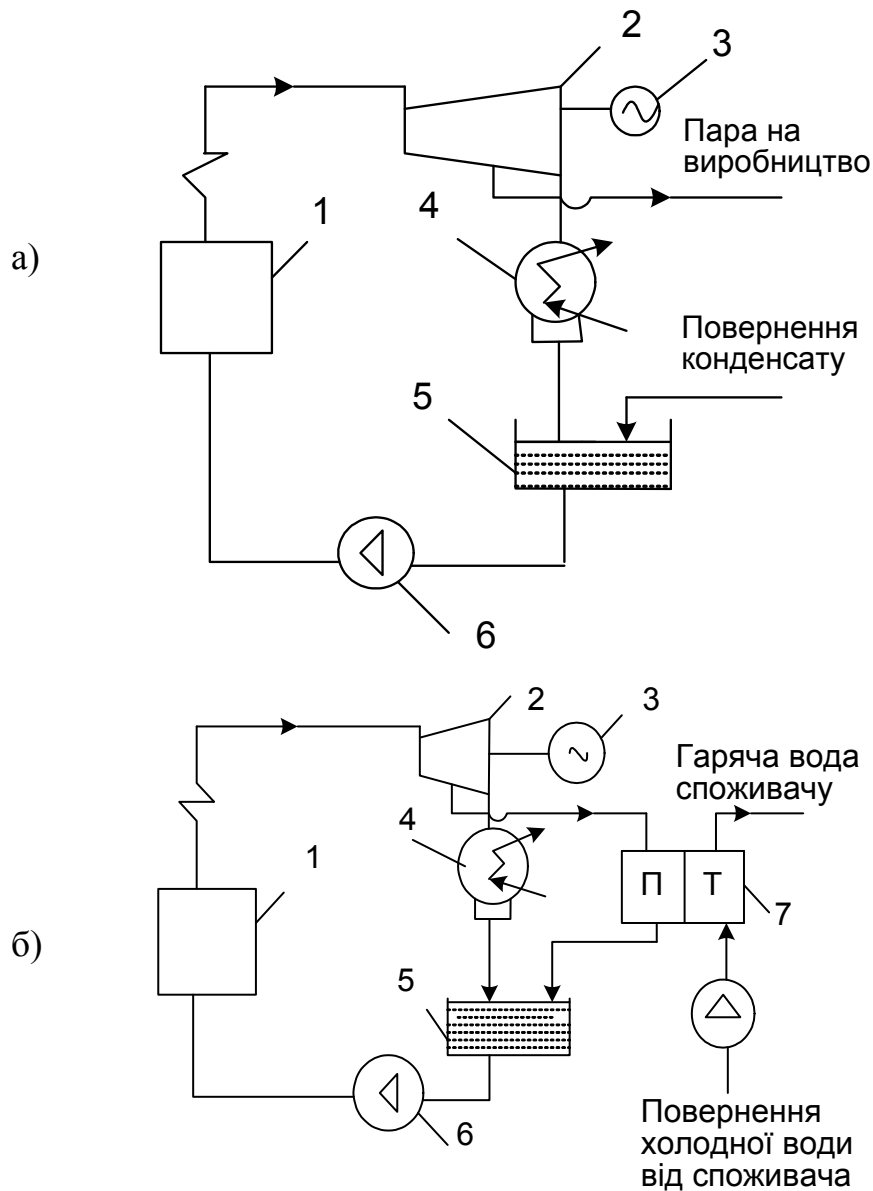


Рис. Ж.2. Схема виробництва електроенергії на ТЕЦ:

а) з виробничим відбором пари: б) з теплофікаційним відбором пари:

- 1 – паровий котел;
- 2 – турбіна;
- 3 – електрогенератор;
- 4 – конденсатор;
- 5 – живильний блок;
- 6 – живильний насос.

- 1 – паровий котел;
- 2 – турбіна;
- 3 – електрогенератор;
- 4 – конденсатор;
- 5 – живильний бак;
- 6 – підігрівник;
- 7 – теплообмінник.

Додаток 3

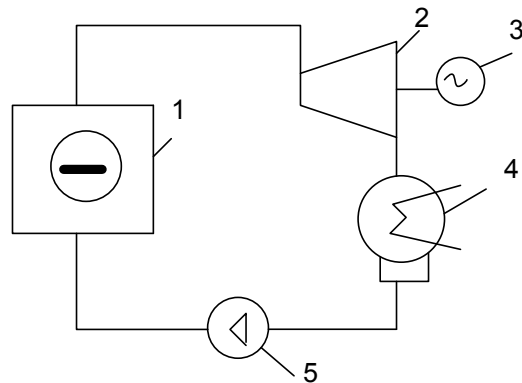


Рис. 3.1. Теплова схема виробництва електроенергії на одноконтурній атомній станції:

- 1 – ядерний реактор;
- 2 – турбіна;
- 3 – електрогенератор;
- 4 – конденсатор;
- 5 – живильний насос.

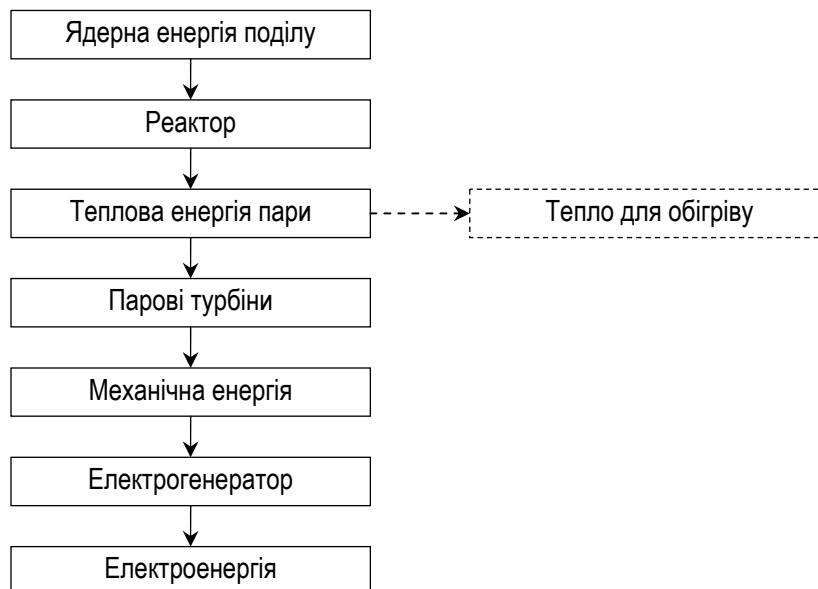


Рис. 3.2. Перетворення енергії на атомних електростанціях з одноконтурним реактором

Класи подрібнення

Клас подрібнення	Розмір шматків, мм	
	до подрібнення	після подрібнення
Подрібнення крупне	1 000	250
середнє	250	20
дрібне	20	1...5
Помел грубий	1...5	від... 0,04
середній	від... 0,04	0,005... 0,015
тонкий	0,1... 0,04	0,001... 0,005
колоїдний	=0,1	=0,001

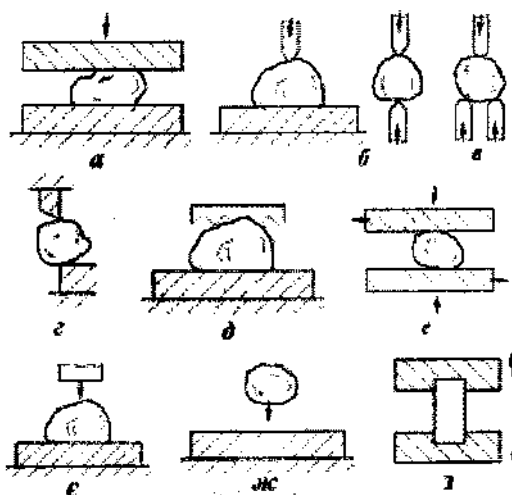


Рис. К.1. Способи подрібнення матеріалів:

- а – роздавлювання;
- б – розколювання;
- в – розламування;
- г – різання;
- д – розпилювання;
- е – розтирання;
- є, ж – розбивання;
- з – розривання.

Додаток Л

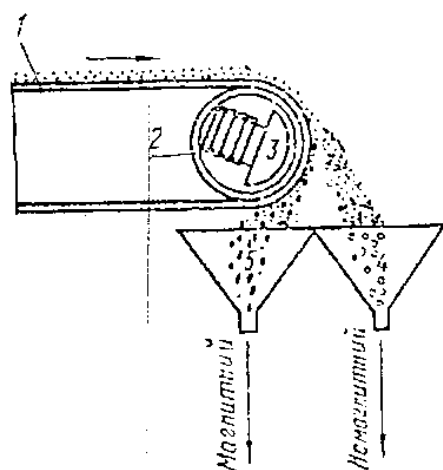


Рис. Л.1. Схема електромагнітного сепаратора:

- 1 – стрічковий транспортер з подрібненим матеріалом;
- 2 – барабан з електромагнітом.

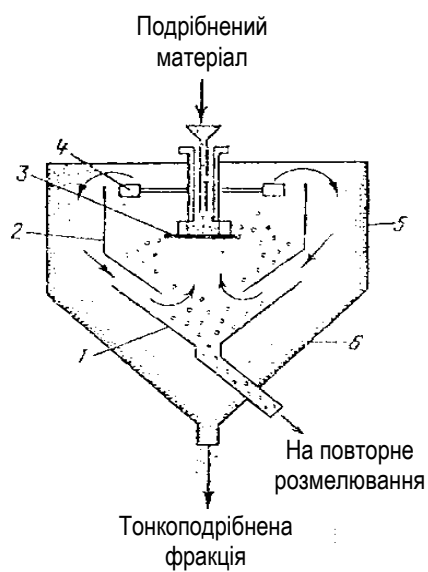


Рис. Л.2. Схема повітряного сепаратора:

- 1 – внутрішній конус;
- 2 – внутрішній циліндр;
- 3 – тарілка;
- 4 – вентилятор;
- 5 – зовнішній циліндр;
- 6 – зовнішній конус.

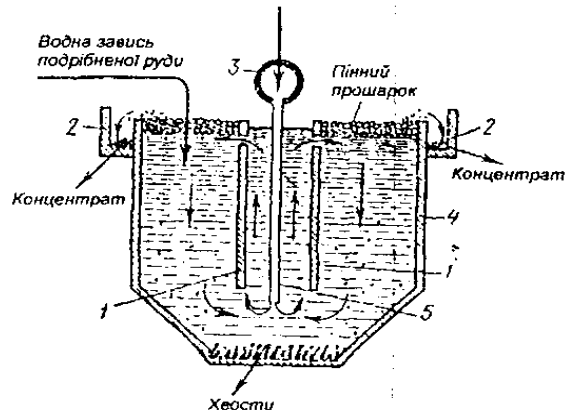


Рис. Л.3. Флотаційна машина з повітряним перемішуванням:

- 1 – перегородки;
- 2 – жолоб для збирання піни з частками гідрофобного матеріалу;
- 3 – колектор,
- 4 – камера;
- 5 – трубки для подання повітря.

Додаток М

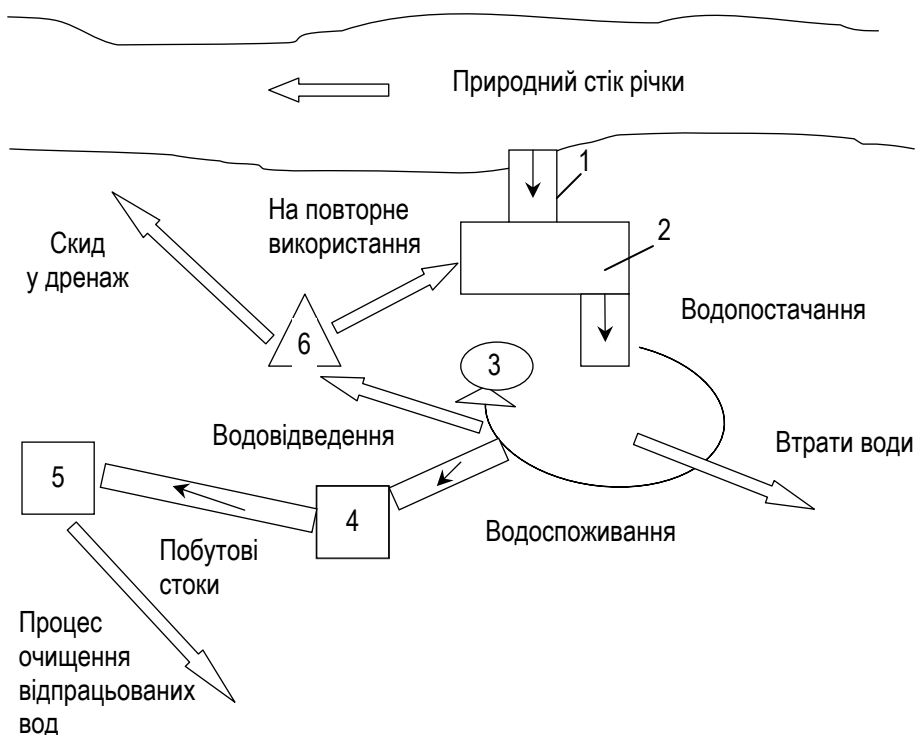


Рис. М.1. Схема зворотного водопостачання з повторним використанням очищених стічних вод:

- 1 – водозабір;
- 2 – фільтрувальна і насосна станції;
- 3 – градирня для охолодження оборотної води;
- 4 – станція очищення (нейтралізації) стічних вод;
- 5 – станція біохімічного очищення виробничих і побутових стічних вод;
- 6 – басейн додаткового очищення загального стоку.

Додаток Н

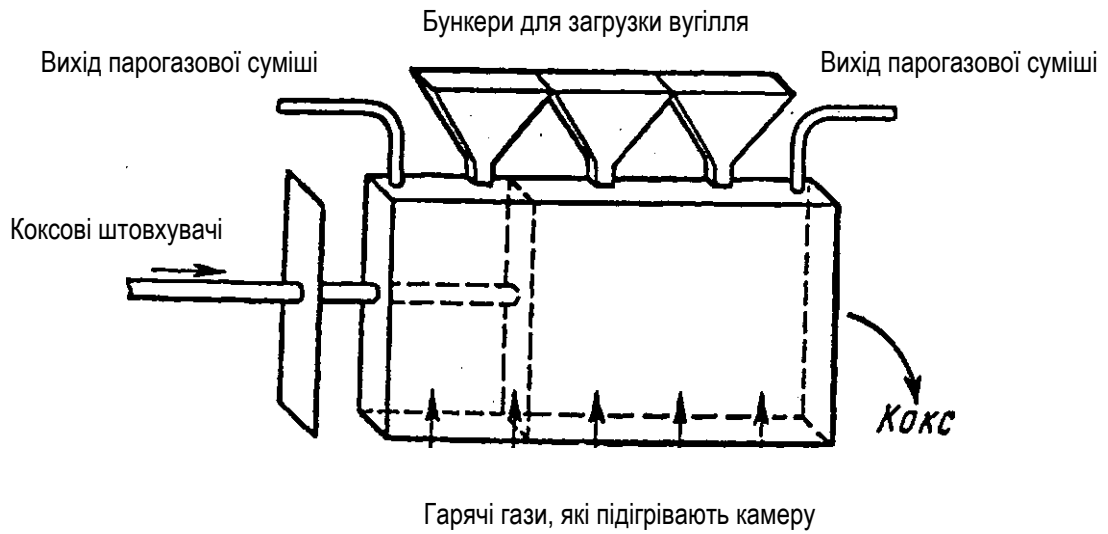


Рис. Н.1. Схема камери коксової печі

Таблиця Н.1

Характеристика основних показників коксу

Назва показника	Значення
Істинна щільність	1 800–1 950 кг/м ³
Насипна щільність	400–500 кг/м ³
Пористість	49–53 %
Вихід летючих речовин	0,7–1,2 %
Зміст вуглецю	>96,5 %
Вогкість	<5 %
Зольність	10–11 %
Вміст сірки	1–2 %
Теплота згоряння	32 МДж/кг

Таблиця Н.2

Класифікація вугілля Донецького кам'яновугільного басейну

Вугілля	Марка	Вихід летких речовин, %	Хімічний склад (%) гарячої маси			
			Вуглець	Водень	Азот	Кисень
Довгополум'яне	Д	37–48	76–86	5–6	1,8	10–17
Газове	Г	34–45	78–89	4–5	1,7	7–16
Парове масне	пм	25–36	84–90	4–5	1,7	5–10
Коксове	к	18–27	87–92	4–5	1,5	3–8
Парове спікливе	пс	12–20	89–94	4–5	1,5	2–5
Пісне	г	8–17	90–95	3–4	1,2	2–5

ДВНЗ "Українська академія банківської справи НБУ"

Додаток П

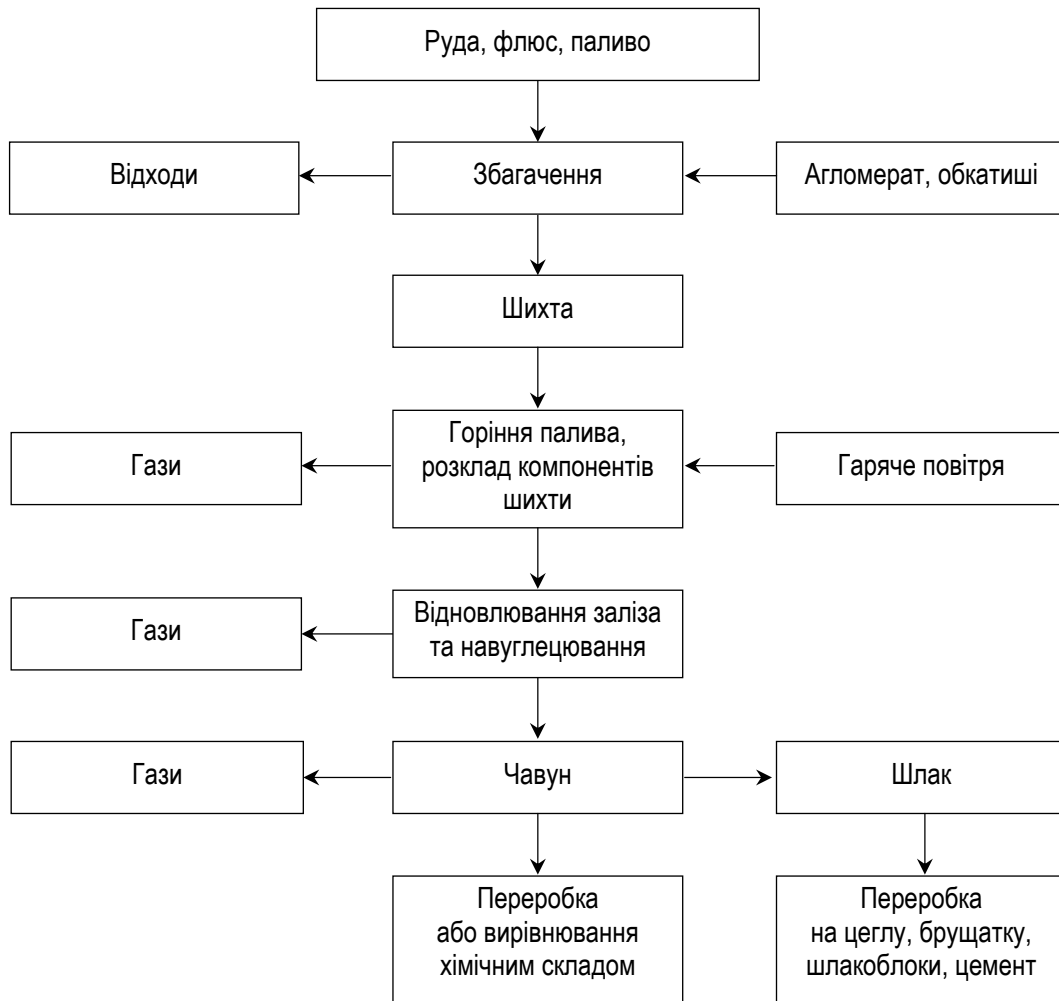


Рис. П.1. Схема технологічного процесу виплавки чавуну

Додаток Р

Таблиця Р.1

**Приблизний матеріальний баланс доменної плавки,
розрахований на 1 т чавуну**

Прихід	Кількість, кг	Витрати	Кількість, кг
Кокс	700	Чавун	1 000
Агломерат	1 708	Шлак	733
Сортована руда	320	Газ	3 382
Вапняк	43	Колошниковий пил	77
Металодомішки	40	Волога	28
Вологе дуття	2 420	Втрати	11
Всього	5 231	Всього	5 231

Таблиця Р.2

Характеристика коксівного і доменного газів

Вид газу	Густина, кг/м ³	Теплота згоряння		Склад газу, %						
		10 ⁷ Дж/м ³	ккал/ м ³	H ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	CmHn	CO	CO ₂
Коксівний	0,403	1,81	4 337	62,9	0,4	25,5	1,8	2,1	5,5	1,8
Доменний	1,276	0,405	965	5,4	0,4	0,2	55,1	–	26,6	12,3

Таблиця Р.3

Вміст домішок у чавунах, %

Вид чавуну	C	Si	Mn	P	S
Ливарний	3,5–4,5	0,75–3,75	0,5–1,3	не більше 0,3	не більше 0,07
Передільний	–	0,76–1,25	1,0–1,75 і більше	не більше 0,3	не більше 0,07

Додаток С

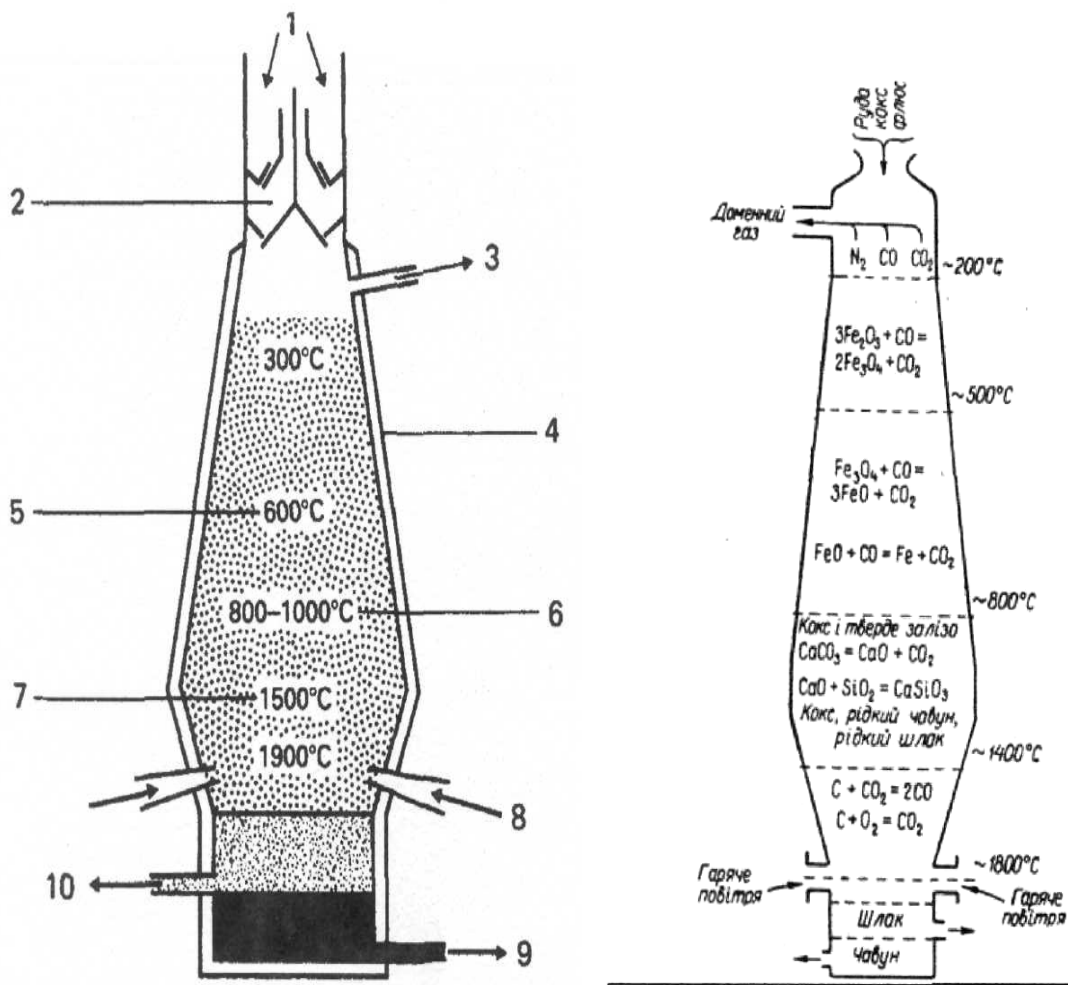


Рис. С.1. Розріз доменної печі та схема доменного процесу:

- 1 – залізна руда, вапняк, кокс;
- 2 – загрузочний конус (колошник);
- 3 – вихід колошникового газу;
- 4 – кладка печі;
- 5 – зона відновлення оксиду заліза;
- 6 – зона утворення шлаку;
- 7 – зона горіння коксу;
- 8 – фурми для вдмухування нагрітого повітря;
- 9 – розплавлене залізо;
- 10 – розплавлений шлак.

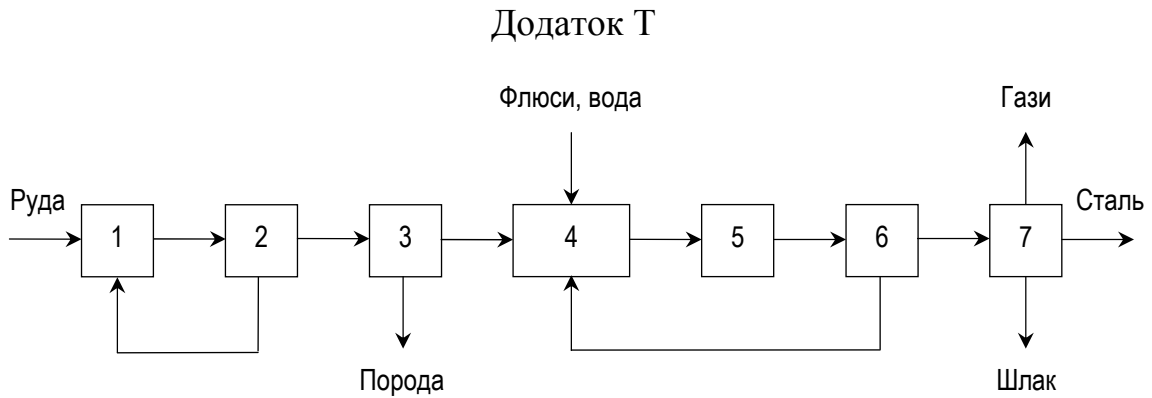


Рис. Т.1. Схема технологічної системи виробництва сталі з металізованих грудок:

- 1 – подрібнення руди;
- 2 – решетування руди;
- 3 – збагачення руди;
- 4 – виготовлення грудок зі збагаченої руди;
- 5 – випалення грудок;
- 6 – сортування грудок за розмірами;
- 7 – варіння сталі.

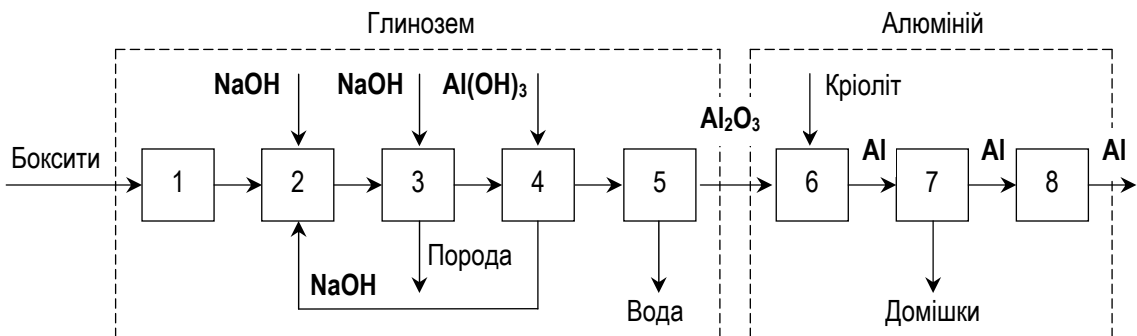


Рис. Т.2. Схема технологічної системи виробництва алюмінію:

- 1 – сушіння бокситів у печах;
- 2 – розмелювання у кульових млинах з додаванням луку;
- 3 – автоклав (здійснюється перетворення гідрату оксиду алюмінію на алюмінат натрію);
- 4 – випарник;
- 5 – трубкова обертова піч або піч із “псевдокиплячим шаром”;
- 6 – електролізер;
- 7 – рафінування;
- 8 – виливниця.

Додаток У

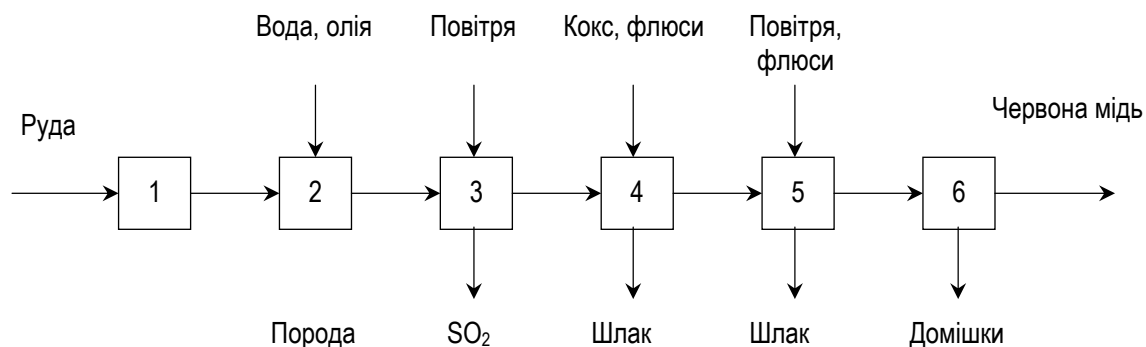


Рис. У.1. Схема виробництва міді пірометалургійним способом:

- 1 – подрібнення руди;
- 2 – флотація;
- 3 – випалювання в багаточеревених печах і печач з “псевдокиплячим шаром”;
- 4 – відбивна піч;
- 5 – конвертер;
- 6 – рафінування.

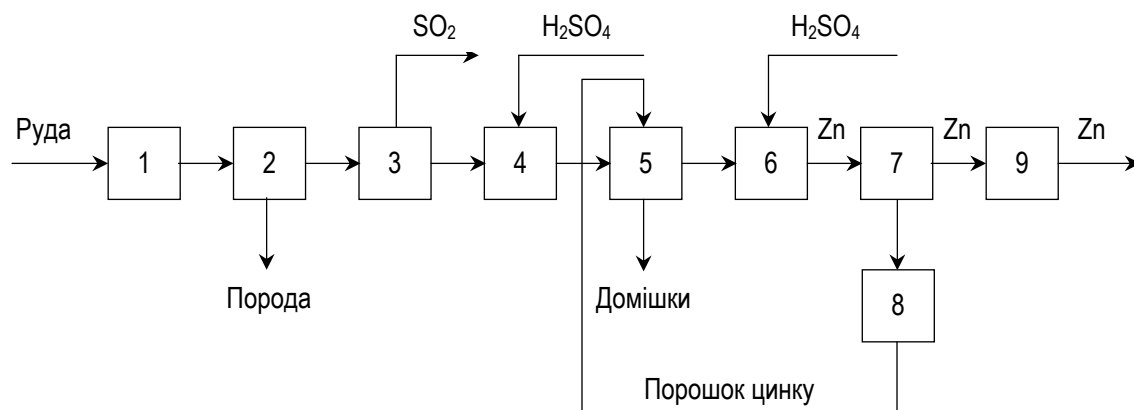


Рис. У.2. Схема технологічної системи виробництва цинку:

- 1 – подрібнення руди;
- 2 – збагачення;
- 3 – випалювання руди в печач;
- 4 – згущувач;
- 5 – фільтри;
- 6 – електролізер;
- 7 – плавильна піч;
- 8 – виготовлення порошку;
- 9 – виливниці.

Додаток Ф

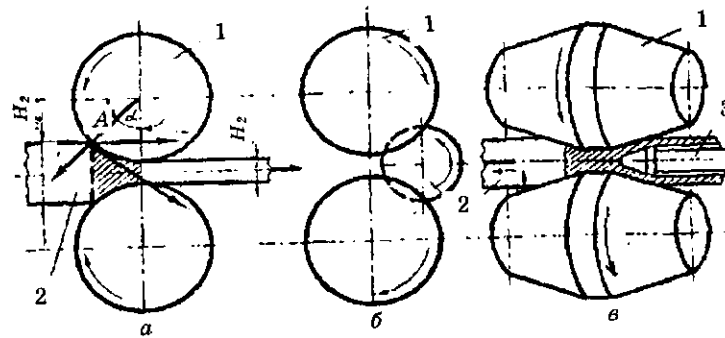


Рис. Ф.1. Схеми прокатування:

a – поздовжнє прокатування;

б – поперечне прокатування;

в – поперечно-гвинтове;

1 – валки;

2 – заготівка;

3 – оправка, де H_1 – товщина заготівки після прокатування;

H_2 – товщина заготівки до прокатування – кут захвату.

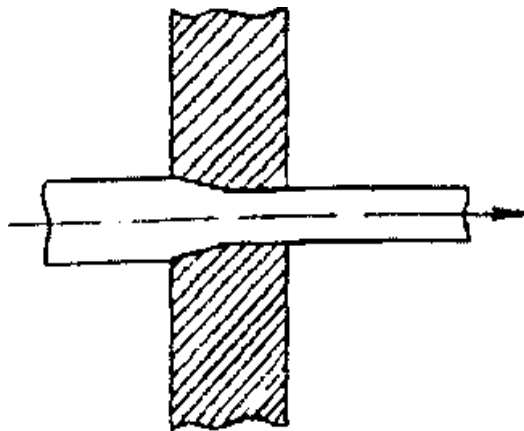


Рис. Ф.2. Схема волочіння

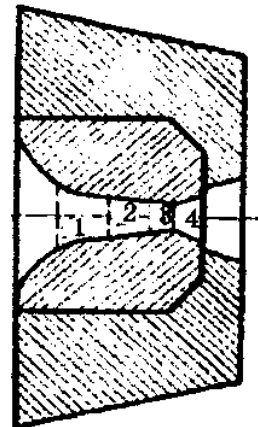


Рис. Ф.3. Інструмент

для волочіння (фільєра):

1 – вхідна зона;

2 – робочий конус;

3 – калібрувальна стрічка;

4 – вихідна зона.

Класифікація нафти

1. За складом сірки:

- клас 1 – малосірчиста (сірки не більше 0,5 %);
- клас 2 – сірчиста (сірки 0,5–2,0 %);
- клас 3 – високосірчиста (сірки більше 2,0 %).

2. За родовищем:

- морська;
- материкова.

3. Залежно від потенційного сумарного складу палива:

- тип Т₁ – вихід паливних фракцій не менше 45 %;
- тип Т₂ – вихід паливних фракцій 30–44,9 %;
- тип Т₃ – вихід паливних фракцій менше 30 %.

4. Залежно від потенційного сумарного складу масел:

- група М₁ – вихід масляних дистилатів з нафти не менше 25 %;
- група М₂ – вихід масляних дистилатів з нафти 15–25 %;
- група М₃ – вихід масляних дистилатів з нафти менше 15 %.

5. Залежно від якості масел:

- підгрупа І₁ – індекс в'язкості більше 85;
- підгрупа І₂ – індекс в'язкості 40–85.

6. Залежно від складу парафіну:

- вид П₁ – склад парафіну не більше 1,5 %;
- вид П₂ – склад парафіну 1,51–6,0 %;
- вид П₃ – склад парафіну більше 6,0 %.

Додаток Ц

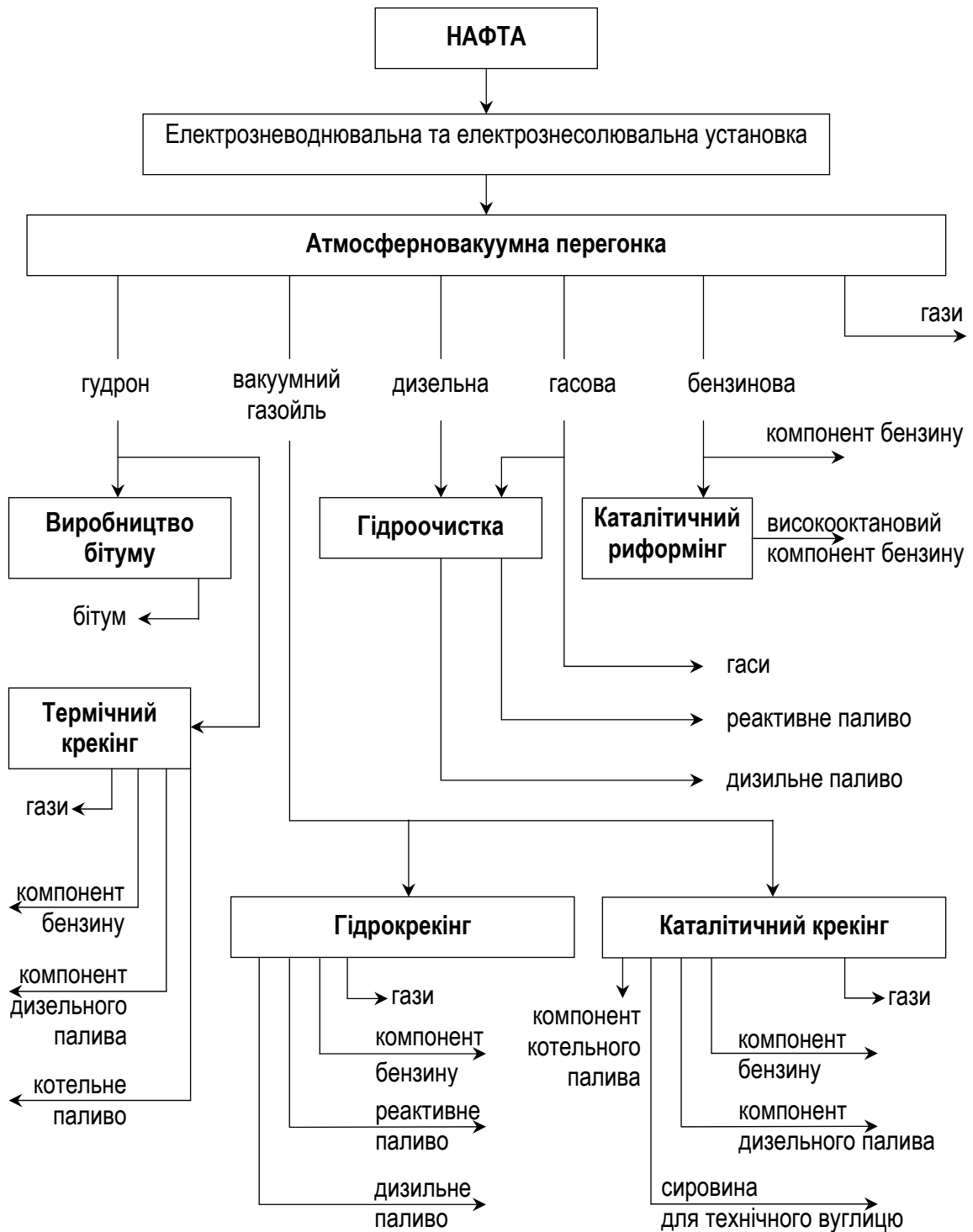


Рис. Ц.1. Схема технологічного процесу переробки нафти

Додаток Ш

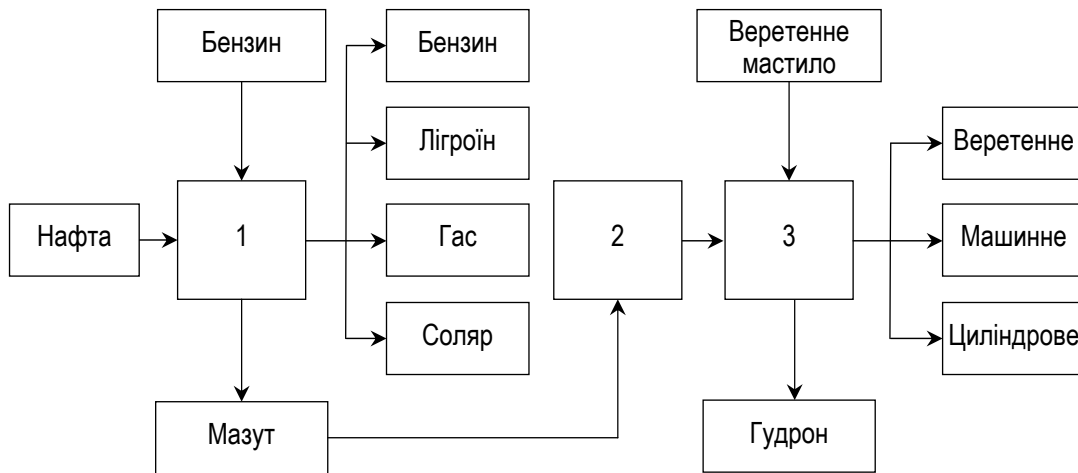


Рис. Ш.1. Схема атмосферно-вакуумної технологічної системи дистиляції нафти та мазуту:

- 1 – ректифікаційна колона;
- 2 – бункер для збирання мазуту;
- 3 – регенератор.

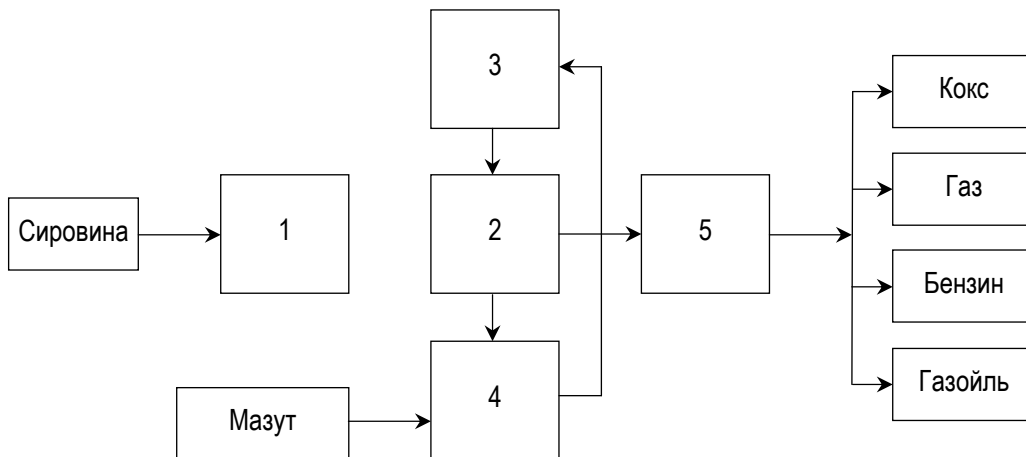


Рис. Ш.2. Схема технологічної системи каталізного крекінгу нафтопродуктів:

- 1 – трубчаста піч;
- 2 – ректифікаційна колона;
- 3 – бункер для збирання мазуту;
- 4 – регенератор;
- 5 – ректифікаційна колона з переробки продуктів крекінгу.

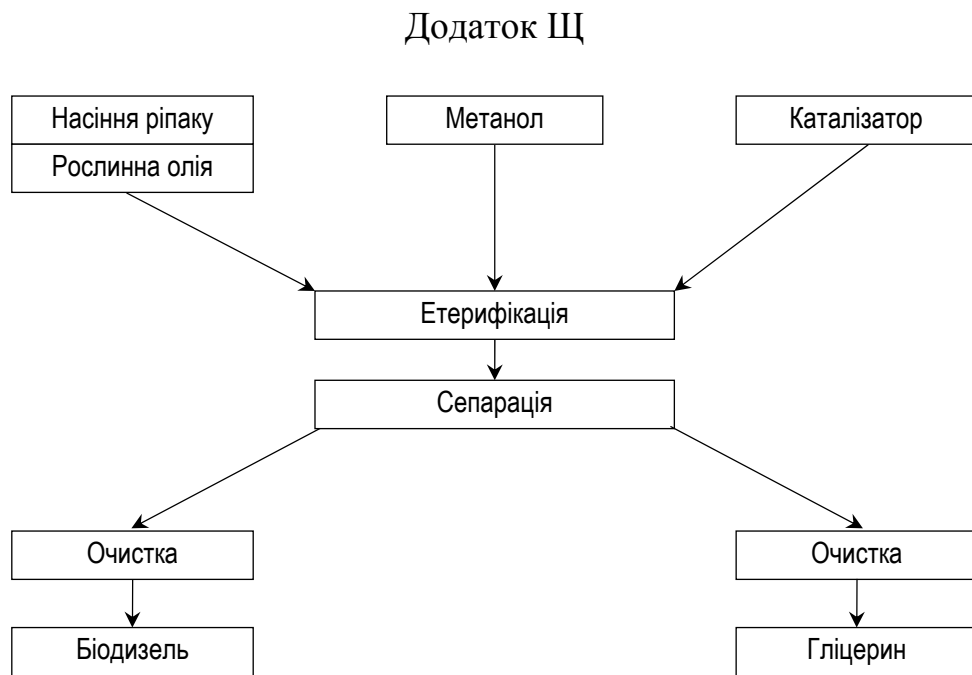


Рис. Щ.1. Технологічна схема виробництва біодизеля

Таблиця Щ.1

Норми фізико-хімічних показників для біодизеля та дизпалива

Показники якості	Вимоги до дизпалива (згідно з EN 590:2004)	Вимоги до біодизеля (згідно з вимогами EN 14214)
Густина при 15 °С, кг/м ³	<845	860–900
Температура спалаху, °С	>55	>120
Фракційний склад, °С	T 95 % < 360	–
Цетанове число	48–50	54–56
Вміст сірки, %	0,28	0,001
Вміст поліароматичних вуглеводнів, % маса	<11	–
В'язкість	2,5–4	3,5–5

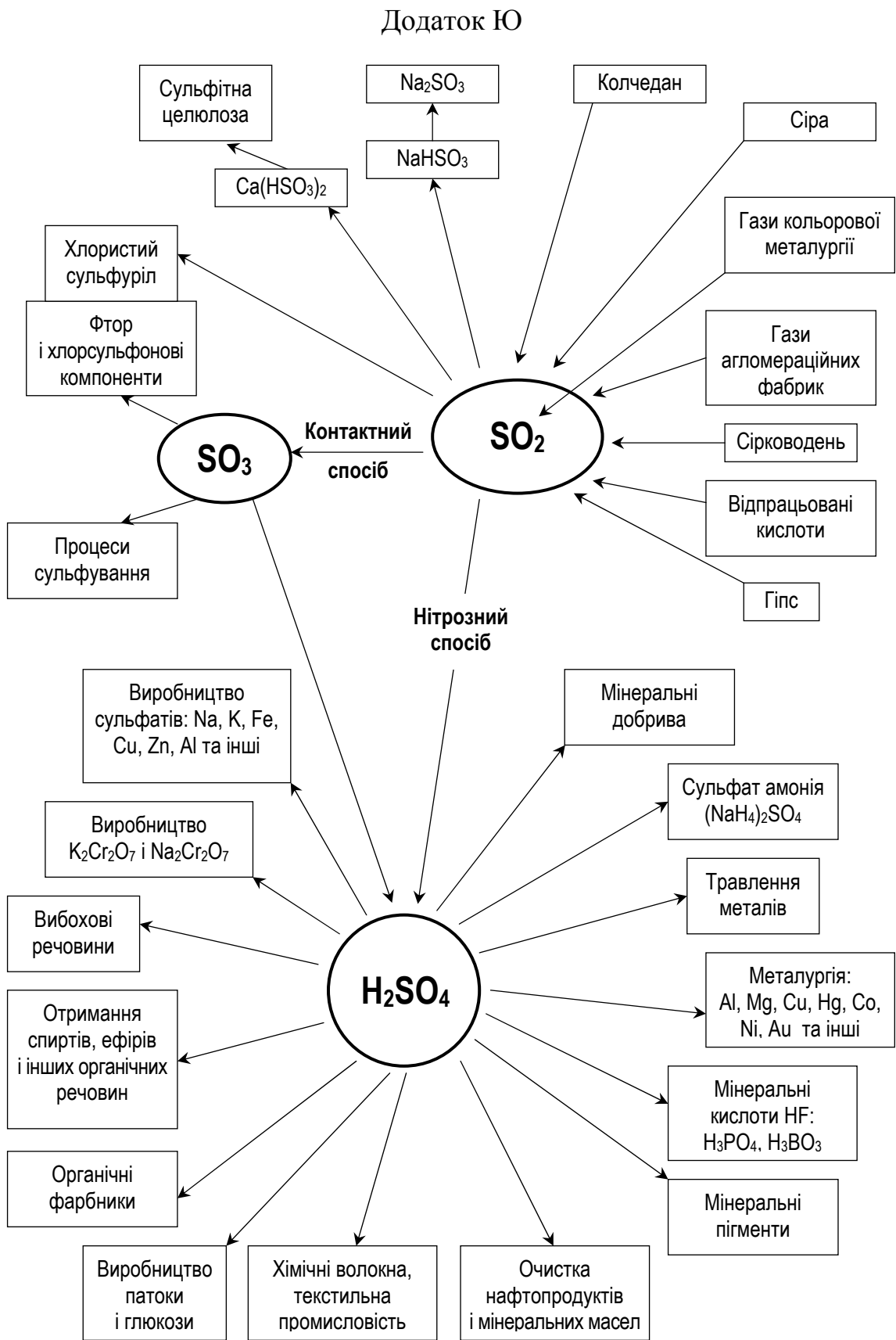


Рис. Ю.1. Схема застосування сірчаної кислоти

Навчальне видання

СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Навчально-методичний посібник
для самостійного вивчення дисципліни

Укладач
Мартиненко Володимир Олександрович

Редактор *І. О. Кругляк*
Комп'ютерна верстка *Ю. М. Хиженяк*

Підписано до друку 22.07.2011. Формат 60x90/16. Гарнітура Times.
Обл.-вид. арк. 8,48. Умов. друк. арк. 10,88. Тираж 300 пр. Зам. № 1049

Державний вищий навчальний заклад
“Українська академія банківської справи Національного банку України”
40000, м. Суми, вул. Петропавлівська, 57
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції: серія ДК, № 3160 від 10.04.2008

Надруковано на обладнанні Державного вищого навчального закладу
“Українська академія банківської справи Національного банку України”
40000, м. Суми, вул. Петропавлівська, 57