

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Ф. Д. Швець, Л. Ф. Кожушко, М. Д. Швець

СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ГАЛУЗЕЙ

Навчальний посібник

Рівне - 2024

УДК 67.02(075.8)

Ш35

Рецензенти:

Мельник Л. В., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів та економічної безпеки Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Микитин Т. М., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту Рівненського державного гуманітарного університету.

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.
Протокол № 10 від 25 жовтня 2024 р.*

Швець Ф. Д., Кожушко Л. Ф., Швець М. Д.

Ш35 Системи технологій та технологічні процеси галузей : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2024. – 389 с.

ISBN 978-966-327-614-4

Навчальний посібник підготовлений відповідно до освітньої професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем спеціальності 073 «Менеджмент».

У посібнику розглянуто основні технологічні процеси та системи галузей промисловості, технологічний розвиток і його закономірності, поняття високих технологій та прогресивні види технологій, основні технологічні складові побудови сучасних підприємств та їх управління.

Посібник призначений для вивчення базових понять з систем технологій галузей бакалаврами, магістрами, аспірантами економічних спеціальностей та керівниками різних ланок управління.

УДК 67.02(075.8)

ISBN 978-966-327-614-4

© Ф. Д. Швець, Л. Ф. Кожушко,
М. Д. Швець, 2024

© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	5
1. Характеристика технологічних процесів та систем	6
1.1. Роль техніки та технології в соціально-економічному розвитку суспільства	6
1.2. Технологія як наука та як об'єкт економічних досліджень	10
1.3. Технологічний і виробничий процеси та їх відмінності .	13
1.4. Загальна класифікація ТП	19
1.5. Поняття технологічної системи, структура систем та їх класифікація	26
1.6. Закономірності розвитку технологічних систем	41
2. Технологічний розвиток і його закономірності	49
2.1. Розвиток поколінь техніки і технологій у світовій економічній системі	49
2.2. Зміст і структура науково-технічних циклів	57
2.3. Технологія як фактор економічного зростання	62
3. Поняття високих технологій. Прогресивні види технологій	67
3.1. Вибір пріоритетних напрямів технологічного розвитку .	67
3.2. Сучасні види та характеристика прогресивних технологій виробництва	75
3.3. Визначення оптимальних параметрів технологічного процесу	88
3.4. Світові тенденції розвитку прогресивних технологій та їх роль у ресурсозбереженні	91
3.5. Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні	96
4. Сучасний технологічний розвиток на рівні підприємства	103
4.1. Підприємство та його ієрархічні структури	103
4.2. Автоматизація виробництва як вищий етап технологічного розвитку підприємства	104
4.3. Поняття гнучких виробничих систем, їх структура та властивості	118
4.4. Поняття науково-технічної підготовки сучасного виробництва	124

4.5. Конструкторська підготовка виробництва	129
4.6. Технологічна підготовка виробництва	134
4.7. Матеріальна та документальна підготовка виробництва	140
4.8. Комплексна підготовка виробництва	145
5. Оцінка ефективності технологій. Контроль якості	150
5.1. Критерії оцінювання ефективності науково-технічних досягнень	150
5.2. Рівень технології як показник якості технологічного процесу	156
5.3. Комплексне управління якістю продукції за міжнародними стандартами	162
5.4. Організація технічного контролю якості продукції	170
5.5. Методи контролю якості продукції	175
5.6. Показники техніко-організаційного та технологічного рівня виробництва	180
6. Технологічні процеси галузей	185
6.1. Паливно-енергетичний комплекс	185
6.2. Водогосподарський комплекс України	215
6.3. Металургійна галузь	232
6.4. Машинобудівний комплекс	246
6.5. Хімічна промисловість	268
6.6. Будівельна галузь	295
6.7. Транспортна галузь	327
Модульні тестові завдання	339
Словник термінів та понять	382
Список використаних джерел	388

ПЕРЕДМОВА

Внаслідок впровадження нових глобальних систем промислових технологій на планеті з'явилися штучні гігантські матеріально-енергетичні потоки, які охоплюють видобуток корисних копалин, використання рослинної та тваринної біомаси, води, кисню та азоту з атмосфери. Проте, з цих ресурсів вилучається лише незначна частка їхньої матеріальної споживчої вартості, а решта забруднює екосистеми біосфери.

Підготовка фахівців різного профілю неможлива без глибокого засвоєння технології виготовлення того чи іншого виду продукції, надання тих чи інших послуг. Тому кожен керівник (вищої, середньої або нижньої ланки управління) підприємства для того, щоб ухвалювати управлінські рішення повинен володіти базовими знаннями із систем технологій. Адже саме знання технологічних систем та процесів дозволяє успішно керувати підприємством, проводити аналіз його господарської діяльності, визначати економічну ефективність від впровадження у виробництво нових технологічних розробок, винаходів тощо.

Даний навчальний посібник призначений для вивчення базових понять технологічних процесів та технологічних систем різних галузей промисловості країни. Допомогає осмислити ланцюжок технологічних процесів починаючи від надходження сировини на виробниче підприємство до отримання готової продукції або напівфабрикатів.

При необхідності більш детального вивчення розглянутих у посібнику питань рекомендується додаткове ознайомлення із матеріалами, викладеними в списку рекомендованих джерел.

Автори вдячні рецензентам посібника д.е.н. Мельнику Л.В. та д.е.н. Микитину Т.М. за аналіз, зауваження та підтримку навчального посібника.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

- 1.1. Роль техніки та технології в соціально-економічному розвитку суспільства.
- 1.2. Технологія як наука та як об'єкт економічних досліджень.
- 1.3. Технологічний і виробничий процеси та їх відмінності.
- 1.4. Загальна класифікація ТП.
- 1.5. Поняття технологічної системи, структура систем та їх класифікація.

1.1. Роль техніки та технології в соціально-економічному розвитку суспільства

У перекладі з грецької мови слово «технологія» означає наука про виробництво («*техне*» – ремесло, «*логос*» – наука). Дослівно «технологія» – наука про ремесло. За класичним визначенням технологією називають науку, що вивчає способи та процеси одержання (виробництва) і переробки сировини у предмети споживання та засоби виробництва для людини. Важливою рисою сучасної технології є те, що вона розглядає переважно методи масового виробництва. В сучасних умовах стрімко зростає роль технологічної оснащеності різних сторін виробничих процесів, а поряд з цим і глибинне перетворення самої технології.

У сучасній технології широко використовуються знання: фізики, хімії, механіки, статистики, макроекономіки, економіки підприємств, основ менеджменту, теплотехніки, електротехніки, будівельної справи та інших інженерних і економічних наук. Все більше впроваджується у виробництво комплексна механізація і автоматизація, нові прогресивні технології. Особлива увага приділяється економічній доцільності того чи іншого методу для проведення даного процесу.

У самостійну науку технологія сформувалась наприкінці XVIII ст. Швидко розвиваючись, технологія виросла із прикладної науки у фундаментальну. Основою такого розвитку стали досягнення природничих, технічних і економічних наук, адже технологічний рівень будь-якого виробництва справляє вирішальний вплив на його ефективність та економічні показники.

Технологія – це сукупність операцій, які виконуються певним способом в певній послідовності, з яких складається процес

виготовлення виробу. В світі існує безліч різних виробів, відповідно всі вони виготовляються за різними технологіями з різних предметів праці на різних виробництвах. *Технологія* – це наука про найбільш економічні способи і процеси виробництва продукції, а також надання послуг. Технологія як наука вивчає способи та процеси отримання і переробки сировини в предмети, потреби та засоби виробництва. Тому такі технічні процеси, як видобуток корисних копалин, транспорт не відносяться до технології.

Процес – це послідовність дій, що виконуються над вихідною сировиною або матеріалами для їх перетворення на кінцевий продукт з більшою цінністю. Цінність продукту зростає завдяки використанню знань та кваліфікованої праці.

Технологічний процес – це чітко визначена послідовність дій, що ґрунтуються на певній технології, які виконуються для перетворення вихідного матеріалу (предмета праці) на готовий продукт з бажаними характеристиками (форма, розмір, стан, структура, місце розташування). *Технологічний процес* – це сукупність операцій, які здійснюються над сировиною або матеріалами для їх перетворення на готовий продукт з бажаними характеристиками. Цей процес можна розчленувати на окремі кроки (технологічні ланцюги або операції), які чітко описуються у вигляді технологічної схеми.

Технологія певного виробництва визначається особливостями галузі і безперервно розвивається поряд з її вдосконаленням. Кожне підприємство виробляє продукцію за певною технологією.

Виробництво певної продукції зазвичай включає в себе ряд технологічних процесів. Їх кількість, складність та послідовність виконання залежать від специфіки виробництва, етапу підготовки, складності продукції, а також наявності обладнання, інструментів та організації праці. Все більше впроваджується у виробництво комплексна механізація і автоматизація, нові прогресивні технології. Особлива увага приділяється економічній доцільності того чи іншого методу для проведення даного процесу.

Виписка чавуну, виготовлення металевих виробів, виробництво паперу, цукру – типові приклади технологічних процесів.

Предметом науки «технологія» є методи, способи, процеси отримання та переробки продукції природи у предмети споживання та засоби виробництва.

Метою науки є обґрунтування технологічно: -економічних, -екологічних, -раціональних і одночасно безпечних для людини технологічних процесів отримання, обробки та переробки сировини.

Основними завданнями, що повинні бути вирішені у процесі викладання освітньої компоненти, є теоретична та практична підготовка здобувачів у сфері опанування економічних основ технологічного розвитку, галузевих особливостей систем технологій виробництва продукції, аналізу та оцінки техніко-економічної ефективності технологій, якості технологічних рішень на підприємстві.

Менеджер, який не володіє глибоким розумінням виробничих процесів, ризикує неправильно інтерпретувати економічні дані та показники. Це може призвести до невірних управлінських рішень, адже цифри не завжди дають повну картину. Знання та розуміння виробництва дозволяють менеджеру краще аналізувати дані та приймати обґрунтовані рішення.

Основні принципи проектування та організації технологічних процесів такі:

1. *Спеціалізація* – підвищення однорідності технології виробництва через свідоме обмеження різноманітності операцій.

2. *Пропорційність* – узгодженість пропускної (виробничої) спроможності машин і виробничих підрозділів, окремих стадій виробничого процесу.

3. *Паралельність* – одночасне виконання окремих операцій та процесів з метою досягнення їх суміщення у часі.

4. *Прямоточність* – предмети праці мають пересуватися в усіх стадіях та операціях технологічного процесу за найкоротшими маршрутами.

5. *Безперервність* – мінімізація перерв у структурі технологічного циклу в дискретному виробництві з допомогою синхронізації операцій, застосування прогресивних методів оперативного управління виробництвом.

6. *Ритмічність* – здійснення за певним ритмом і планомірною повторюваністю роботи всіх підрозділів підприємства рівномірного (в однакові проміжки часу) виробництва продукції.

7. *Автоматичність* – економічно обґрунтоване вивільнення людини від безпосередньої участі у виконанні операцій технологічного процесу.

8. *Гнучкість* – оперативна адаптація технологічного процесу до необхідного переходу на виготовлення іншої продукції.

9. *Гомеостатичність* – спроможність технологічної системи стабільно виконувати свої функції в межах допустимих відхилень.

У сучасному динамічному світі будь-які, навіть найефективніші, організаційно-технічні рішення, методи виробництва, способи виконання операцій, методи мотивації персоналу, форми господарювання не є статичними. З часом, під впливом конкурентного середовища та постійного розвитку технологій і мінливих умов виробництва, вони потребують вдосконалення та заміни більш сучасними [1].

Техніка – це сукупність засобів людської діяльності, створених для здійснення процесу матеріального виробництва. Основне призначення техніки – це часткова або повна заміна виробничих функцій людини з метою покращення умов її праці та підвищення продуктивності. Розрізняють техніку – виробничу та невиробничу (рис. 1.1).

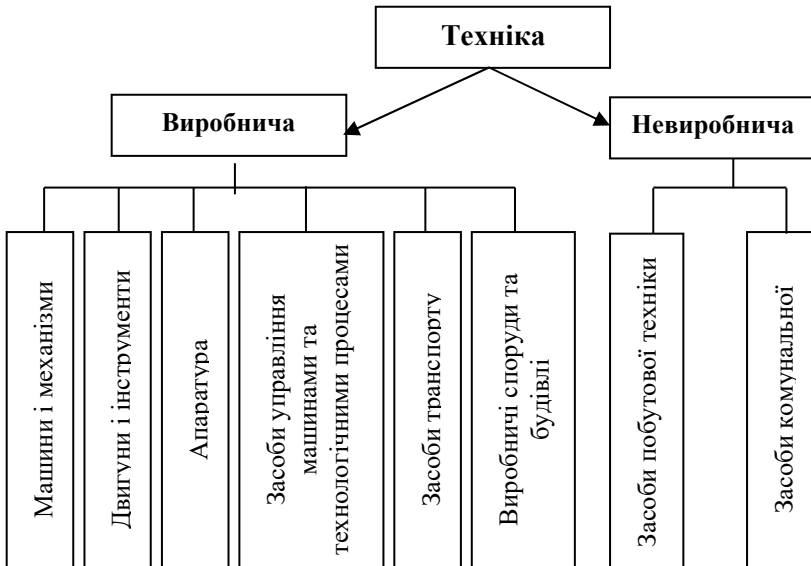


Рис. 1.1. Класифікація техніки

1.2. Технологія як наука та як об'єкт економічних досліджень

При виконанні технологічних процесів використовуються різні види обладнання та техніки.

За галузевою структурою техніка класифікується:

- техніка промисловості (верстати, прилади, конвеєри, обладнання тощо);
- техніка сільського господарства (комбайни, сіялки, трактори, кормозбиральні машини);
- військова техніка (літаки, танки тощо);
- транспорт (автомобільний, морський, залізничний та авіатранспорт);
- будівельна техніка (крани, екскаватори, бульдозери, скрепери тощо).

Фахівці з управління, окрім знання методів вирішення управлінських завдань, повинні глибоко розуміти вплив технологій на економію ресурсів та якість продукції. Це розуміння ґрунтується на усвідомленні того, що технологія є рушійною силою економіки. Тому від рівня технологічного розвитку значною мірою залежить економічний стан галузі, регіону, країни та добробут людей.

Для успішного втілення програм економічного та соціального розвитку країни критично важливо знайти та обґрунтувати найефективніші шляхи оптимізації виробничої діяльності, раціонального використання ресурсів підприємств (матеріальних, трудових та фінансових). Фахівцям з менеджменту, які прагнуть приймати обґрунтовані економічні рішення, необхідні певні технічні знання та розуміння виробничих процесів. Це включає в себе знання структури виробництва, передових технологій та їх потенційного застосування на конкретному підприємстві. Глибоке розуміння виробництва дозволяє менеджерам приймати правильні рішення, оцінювати нові можливості, що виникають завдяки науково-технічному прогресу, та впроваджувати інновації.

У світі, де існує безліч технологій, для економії часу та підвищення ефективності навчання важливо зосередитися на вивченні обмеженої кількості загальних характеристик, притаманних будь-якій технології. Знання цих основних принципів дозволить швидко й ґрунтовно оцінити різні технічні рішення та передбачити окремі аспекти технології виробництва будь-якого продукту чи послуги. Загальноприйняті принципи побудови

технологічних процесів спрямовані не лише на зниження витрат, але й на покращення засвоєння основ технологій.

Виробничі технології – науково-обґрунтовані способи отримання, обробки та переробки сировини, матеріалів і напівфабрикатів у відповідну продукцію із заданими виробництвами.

Сучасний менеджмент пропонує більш широке розуміння технології. Соціолог Пероу – засновник сучасного менеджменту вважає, що **технологія** – засіб перетворення людьми інформації, або фізичних матеріалів у необхідні продукти та послуги.

У широкому розумінні **технологія** – система раціональних, ефективних, послідовних дій, перетворення фізичних матеріалів та інформації людьми з метою отримання необхідних продуктів, результатів та послуг за допомогою знань, навичок та відповідної техніки, що об'єднані в єдину технологічну систему.

З економічної точки зору **виробництво** – процес споживання засобів виробництва та робочої сили.

З точки зору організації та управління виробництвом для здійснення конкретного процесу виготовлення продукції необхідна наявність наступних умов:

- створити виробничий підрозділ;
- організувати виробничий процес;
- створити систему управління виробничим підрозділом та процесом;

- організувати процес управління виробництвом.

Створити виробничий підрозділ означає:

а) зосередити у просторі певні предмети праці за певним порядком;

б) зосередити у просторі певні засоби праці за певним порядком;

в) зосередити у просторі певну робочу силу за певними правилами.

Визначальним для створення будь-якого виробничого підрозділу є вид кінцевої продукції та технологія її виготовлення.

Організувати виробничий процес – означає розосередити у просторі та часі певні стадії процесів та робіт з виготовлення продукції, тобто визначити регламент виготовлення продукції.

Визначальним у створенні виробничого процесу є технологія виготовлення. Зв'язок технології з економікою проявляється у визначенні видів витрат на здійснення виробництва.

Підприємство витрачає кошти на придбання сировини, матеріалів, палива, електроенергії, технологічного устаткування, зарплату, ремонт та заміну застарілого обладнання та ін. потреби. Величина витрат визначається рівнем технології. Чим вищий рівень технології, тим вищі економічні показники (продуктивність праці, собівартість, прибуток). Зв'язок технологій з менеджментом організацій полягає у визначенні технології, як одного із основних ресурсів для будь-якої організації [2].

Основними ресурсами для організації є наступні:

- 1) люди (людські ресурси);
- 2) матеріали (матеріальні ресурси);
- 3) кошти (фінансові ресурси);
- 4) технологія;
- 5) інформація.

В основі обробки та переробки сировини у готову продукцію лежать фізичні, механічні, хімічні, біологічні прийоми, що направлені на зміну:

- зовнішнього вигляду, форми або розмірів;
- фізичного стану речовини;
- внутрішньої будови;
- хімічного складу речовини;
- будови та властивостей живих організмів.

В залежності від названих прийомів розрізняють наступні **види технологій**: механічну, біологічну, гідродинамічну, теплообмінну, масообмінну.

Механічна – вивчає способи переробки сировини та матеріалів при яких змінюється зовнішня форма та фізичні властивості, але склад речовини та внутрішня будова залишаються незмінними (технічна обробка, переробка деревини).

Хімічна – вивчає способи перетворення речовини, які основані на хімічних реакціях, коли відбуваються зміни не тільки фізичних властивостей, але й агрегатного стану, внутрішньої будови та хімічного складу речовини (переробка речовини гідролізом).

Біологічна – вивчає способи перетворення мінеральної сировини під дією мікроорганізмів (мікробіологічний синтез) та способи модифікації живих організмів.

Гідродинамічна – вивчає способи переробки сировини та матеріалів під дією води (розчинення водою, транспортування з потоком води, руйнування водою).

Теплообмінна – вивчає способи переробки сировини та матеріалів під дією тепла.

Масообмінна – вивчає способи переробки сировини та матеріалів, що ґрунтуються на незворотному переносі будь-якого компонента речовини у бік збільшення або зменшення за рахунок механічного, хімічного та фізичного процесів. Це технологія очищення речовини від домішок, збагачення сировини, розділення сумішей на окремі компоненти.

1.3. Технологічний і виробничий процеси та їх відмінності

У динамічному світі будь-які, навіть найефективніші, методи та інструменти роботи не є статичними. З часом вони потребують вдосконалення та заміни більш досконалішими під впливом конкурентного середовища, постійного розвитку технологій та мінливих умов виробництва. Це стосується організаційно-технічних рішень, способів виробництва, методів роботи, інструментів мотивації, форм господарювання та інших аспектів діяльності.

Виробництво є основою добробуту і розвитку суспільства, оскільки під час виробництва відбувається створення матеріальних благ. Областю функціонування виробництва є народне господарство.

Економіка країни – це цілісна система, яка складається з двох взаємопов'язаних сфер: виробничої та невиробничої. Виробнича сфера охоплює галузі, які безпосередньо створюють матеріальні блага, такі як промисловість, сільське господарство та будівництво. Невиробнича сфера включає в себе галузі, які не створюють матеріальних благ, але надають послуги, необхідні для життя людей, такі як охорона здоров'я, освіта, культура та сфера послуг.

У виробничій сфері чітко простежується поділ на галузі. Кожна галузь представлена сукупністю підприємств, які мають спільні характеристики: сировинну базу, однотипні технологічні процеси та єдине економічне призначення продукції.

Галузі, що виробляють сільськогосподарську продукцію – сукупність підприємств та господарств, які забезпечують населення продуктами харчування, а промисловість сировиною. *Галузі, що визначають науково-технічний прогрес*, називають базовими галузями (енергетика, машинобудування, інформаційна галузь та ін.). Об'єднання декількох галузей утворюють комплексні галузі.

Типовими технологічними процесами називають такі, що мають широке міжгалузеве застосування. На основі міжгалузевих технологічних процесів розробляють галузеві типові процеси, та типові технологічні методи.

Основою діяльності кожного виробничого підприємства є виробничий процес.

Виробничий процес – це сукупність дій людей і знарядь праці, що застосовуються на підприємстві для виробництва продукції або надання послуг. Виробничий процес складається з одного або декількох технологічних процесів, які є його невід'ємною частиною. *Технологічний процес* – це цілеспрямована діяльність, спрямована на зміну властивостей, форми або стану предмета праці.

Технологічне оснащення – знаряддя виробництва (технологічне обладнання), які необхідні для виконання технологічного процесу.

Робочий час – це час, протягом якого працівник безпосередньо виконує свої трудові обов'язки, а також час, який витрачається на нагляд за автоматизованими процесами (за умови автоматизації виробничого процесу).

Виробничий цикл – це період часу, який охоплює всі етапи виробництва продукції або надання послуги, від початку роботи над ними до їхнього завершення.

Виробничий цикл – інтервал календарного часу від початку до закінчення процесу виробництва продукції або надання послуги.

Вибір певного технологічного процесу залежить від типу виробництва. За виробничою програмою і характером продукції розрізняють три типи виробництва: *одиничне, серійне і масове*.

Одиничне виробництво характеризується виготовлення невеликої кількості унікальних продуктів або надання послуг, які не повторюються або повторюються з великими проміжками часу. Це характерно для складних, індивідуальних замовлень, де кожен продукт має свої особливості.

Серійне виробництво передбачає випуск продукції або надання послуг партіями протягом певного періоду часу. Продукція в межах однієї серії має однакові характеристики, але може відрізнятися від продукції інших серій.

Масове виробництво характеризується безперервним виготовленням великої кількості однотипної продукції протягом тривалого часу. На робочих місцях виконуються однакові операції, що забезпечує високу продуктивність праці.

Технологія виробництва – це система методів, прийомів та операцій, за допомогою яких з сировини та матеріалів виготовляється готова продукція. Її основою є наукові знання та досвід, накопичений протягом багаторічної практики.

До складу виробничого процесу входить виготовлення проміжної та готової продукції, що за своїми функціями відноситься до технологічного процесу. Таким чином, технологічний процес є складовою частиною виробничого процесу.

Основним елементом у виробничому процесі є праця – цілеспрямована діяльність людини, де вона, використовуючи засоби праці (обладнання, інструменти, оснастку), свідомо та планомірно змінює предмети праці (сировину, матеріали, напівфабрикати), перетворюючи їх на готову продукцію.

Будь-яку технологію можна представити, як сукупність технологічних процесів (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Загальна схема технології

Технологічний процес – це чітко організована послідовність окремих етапів, які перетворюють сировину або матеріали на проміжну або кінцеву продукцію з заданими властивостями.

Технологічні процеси постійно вдосконалюються. Це зумовлено тим, що продукцію, яку виробляють на підприємствах, періодично поліпшують, а вступ України у ЄС тільки пришвидшить ці процеси, адже конкурентоспроможність продукції, в першу чергу, залежить від наукоємких технологій.

Поєднання всіх стадій та операцій виробничого процесу утворює його структуру (рис. 1.3).

Організація виробничого процесу передбачає чітке планування та координацію всіх його складових частин, включаючи стадії, послідовність, співвідношення та розміщення в просторі, щоб забезпечити його безперебійне та ефективне функціонування.

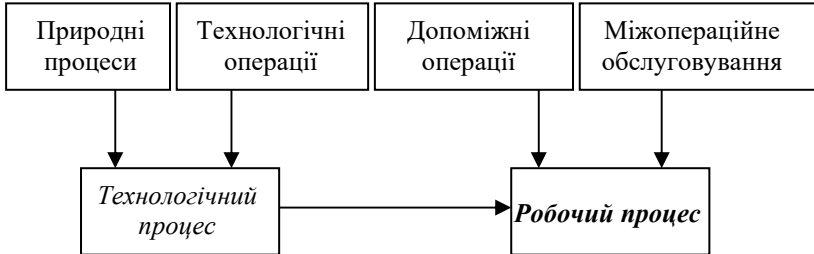


Рис. 1.3. Структура основного виробничого процесу

В ТП проміжними ланками є стадії та операції (рис. 1.4).

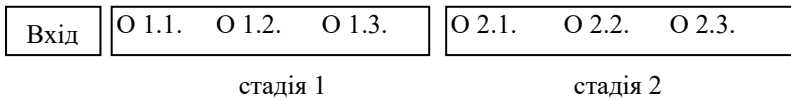


Рис. 1.4. Схема технологічних операцій

Технологічні процеси відображають у вигляді текстових описів та графічних зображень (схем).

Технологію виготовлення будь-якого виробу можна представити блок-схемою (рис. 1.5).

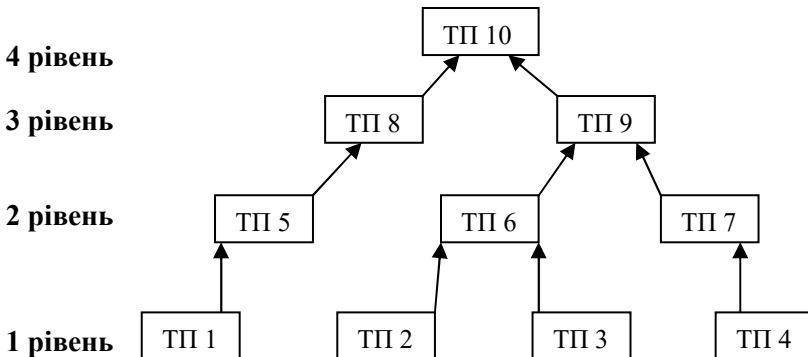


Рис. 1.5. Схема технології виготовлення виробу

Для успішного виконання технологічного процесу необхідне правильно обладнане місце роботи.

Місце роботи (праці) – це спеціально обладнана зона в цеху, на дільниці або іншій території, де один або група працівників (робітників) виконують певний технологічний процес.

Основними складовими технологічних процесів є стадії та технологічні операції, кожна з яких розглядають як окремий технологічний процес.

Стадія – частина процесу, яка включає виготовлення напівфабрикатів чи готової продукції.

Операція – це частина технологічної стадії, де дія на предмет праці виконується за допомогою одного або декількох апаратів (машин), які обслуговуються одним або декількома працівниками.

Технологічна операція – це завершений крок у технологічному процесі, який виконується на одному робочому місці одним або декількома працівниками над одним або декількома об'єктами, які обробляються одночасно.

Прикладами операцій можуть бути: обробка заготовок на верстатах (стругання на стругальному верстаті, точіння на токарному верстаті, фрезерування на фрезерувальному верстаті), зварювання деталей (електродугове зварювання, газове зварювання, точкове зварювання), фарбування деталей (нанесення фарби за допомогою пензля, пульверизатора, електростатичного методу) і т.д. Тобто, це можна уявити, як елементарний технологічний процес подальше спрощення якого неможливе за причиною втрати характерних ознак. *Операція є лімітуючим елементом у процесі.*

Об'єктом може бути сировина, напівфабрикати або готові вироби.

Продуктивність технологічного процесу, визначається операцією з найменшою швидкістю. Такий процес має послідовну структуру. В технологічному процесі операції прийнято називати за видом обробки або переробки матеріалів або сировини (при механічній обробці операції мають назву точіння, свердління, нарізання, шліфування, розточка і т. д.). Для рудної сировини у видобувній промисловості операціями можуть бути: подрібнення, просіювання, брикетування).

За операціями визначають трудомісткість технологічного процесу, потребу у матеріалах, обладнанні, інструментах, енергії та робочій силі.

Технологічну операцію теж можна розкласти на окремі складові елементи. В загальному випадку ТО розкладається на технологічні та допоміжні переходи.

Технологічним переходом називають завершену частину операції, що характерна сталістю інструментів, сталістю дій над предметом праці та сталістю предметів праці.

У технологічному переході виділяють робочі ходи та марноходи.

Робочим ходом (проходом) називають завершену частину технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструменту відносно заготовки та супроводжується зміною предмета праці.

Марноходом називають закінчену частину технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструменту, але не супроводжується зміною предмета праці.

Допоміжним переходом називають завершену частину технологічної операції, яка складається з дій робітника або обладнання необхідних для виконання технологічного переходу, але не супроводжується зміною предметів праці. Допоміжні переходи пов'язані з встановленням заготовки, зняттям деталі, налагодженням верстата, зміною інструмента, включенням або виключенням верстата, контролем якості робочих ходів [4].

Операція точіння складається з наступних ходів:

0-1 – встановлення заготовки (допоміжний перехід);

1-2 – встановлення різця (допоміжний перехід);

2-3 – включення верстата (допоміжний перехід);

3-4 – наближення різця до заготовки (марнохід);

4-5 – зняття різцем шару металу із заготовки (робочий хід);

5-6 – відведення різця від заготовки (марнохід);

6-7 – контроль якості (допоміжний перехід);

7-8 – пререміщення різця в початкове положення (марнохід);

8-9 – виключення верстата (допоміжний перехід);

9-10 – зняття заготовки і переміщення її в місце зберігання (допоміжний перехід).

Технологічне обслуговування – це комплекс заходів, спрямованих на підтримку працездатності обладнання, забезпечення безпечних умов праці та запобігання поломкам.

В загальному вигляді технологічної операції можна представити узагальненою схемою (рис. 1.6).

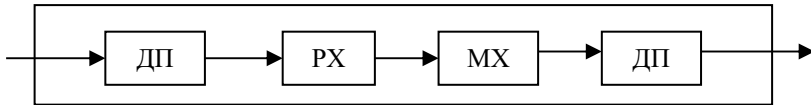


Рис. 1.6. Схема технологічної операції

Структура технологічної операції чітко визначена та послідовна. Продуктивними складовими є лише робочі ходи, а всі інші – не продуктивні. Щоб підвищити продуктивність операції необхідно скоротити тривалість робочих, марно-, допоміжних ходів.

Технологічна лінія виробництва будь-яких виробів складається із окремих послідовно виконуваних технологічних операцій, які виконуються машинами, апаратами та агрегатами.

1.4. Загальна класифікація ТП

В основу класифікації технологічних процесів покладено такі ознаки: спосіб організації, кратність проведення операцій, рух сировини, агрегатний стан, тепловий ефект, умови впливу на процес та ін. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація технологічних процесів

Основа класифікації	Вид класифікації
1	2
За характером якісних змін та властивостей сировини і матеріалів	Фізичні
	Механічні
	Хімічні
	Біотехнологічні
	Комбіновані
За джерелом енергії	Пасивні
	Активні
За кратністю обробки сировини	Відкрита (розімкнута) схема
	Циркуляційна схема (циклічна)
	Комбінована

продовження табл. 1.1

1	2
За ступенем безперервності впливу на предмет праці	Дискретні
	Неперервні
	Комбіновані
За способом впливу на предмет праці	Механічні
	Апаратні
За характером об'єкта виробництва	Прості
	Складні
За агрегатним станом	Гомогенні
	Гетерогенні
За тепловим ефектом	Екзотермічні
	Ендотермічні
За співвідношенням кількості початкових матеріалів та кінцевої продукції	Аналітичні
	Синтетичні
	Прямі
За напрямом руху теплових і матеріальних потоків	Однобічні
	Зустрічні
	Перехресні
	Комбіновані
За характером конструкції технологічного обладнання	Закриті
	Відкриті
За рівнем впровадження у виробництві та народному господарстві	Масові
	Серійні
	Індивідуальні
	Дослідні
За місцем та роллю у виробництві	Основні
	Допоміжні
	Обслуговуючі

1. За характером якісних змін та властивостей сировини і матеріалів технологічні процеси поділяють на: *фізичні, механічні, хімічні, біотехнологічні та комбіновані.*

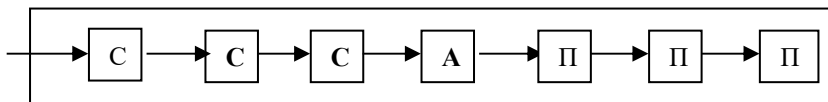
2. Залежно від джерела енергії, що використовується, технологічні процеси поділяються на *пасивні та активні.* Пасивні технологічні процеси відбуваються природним чином, без втручання людини або використання зовнішньої енергії. Наприклад, сушіння білизни на свіжому повітрі. Активні технологічні процеси потребують активного втручання людини або використання

зовнішніх джерел енергії для впливу на предмет праці. Це може бути механічна обробка, нагрівання, охолодження, хімічні реакції тощо.

3. За ступенем безперервності впливу на предмет праці

ТП поділяються на: *дискретні (періодичні), неперервні, комбіновані.*

Дискретні процеси характеризуються чіткими розмежуваннями технологічних та допоміжних переходів у часі та чергуваннями робочих ходів та марноходів (рис.1.7). Періодичні процеси характеризуються завантаженням вихідної сировини в обладнання через певні інтервали часу, подальшою її обробкою та вивантаженням готового продукту.



С – сировина, А – агрегат, П – продукція

Рис. 1.7. Схема дискретного технологічного процесу

Головною проблемою періодичних процесів є прості або неповне завантаження обладнання під час завантаження сировини та вивантаження готового продукту. Це призводить до втрати робочого часу, неефективного використання ресурсів та значних витрат праці. Усі ці причини роблять доцільним заміну періодичних процесів на безперервні. До періодичних процесів належать: механообробки заготовок, виготовлення відливків, виготовлення штамповок, хлібобулочних виробів, будівельних виробів і т.д.

Незперервні процеси не потребують зупинок для завантаження сировини або вивантаження готового продукту. Подача сировини та виведення кінцевих продуктів відбуваються безперервно, протягом всього технологічного циклу (рис. 1.8).

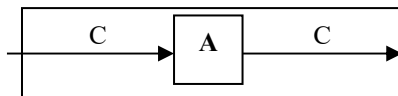


Рис. 1.8. Загальна схема безперервного процесу

Хоча безперервні процеси характеризуються безперервним потоком сировини та готової продукції, це не виключає одночасного протікання різних стадій процесу (наприклад, перегонка нафти в ректифікаційній колоні).

Комбіновані процеси об'єднують в собі періодичні та безперервні. До комбінованих процесів відносяться лінії виплавлення чавуну у доменних печах, поточні лінії механічної обробки деталей, коксування.

Порівняно з комбінованими та періодичними процесами безперервні відрізняються відсутністю простоїв обладнання та перерв у випуску кінцевих продуктів, можливістю повної автоматизації і механізації, стійкістю технологічного режиму і відповідно більшою стабільністю якості готової продукції. Більша компактність обладнання забезпечує менші капіталовкладення та експлуатаційні витрати на ремонт і обслуговування, зменшує витрати робочої сили, збільшує продуктивність праці. Через це основною тенденцією промислового виробництва є заміна періодичних процесів безперервними [5].

Хоча безперервні процеси мають значні переваги, періодичні процеси все ще зберігають своє значення, особливо у дрібносерійному виробництві, де виготовляється широкий асортимент продукції або проводяться дослідні роботи.

4. За способом впливу на предмет праці розрізняють *механічні та апаратурні* технологічні процеси. **Механічні процеси** здійснюються вручну або за допомогою машин, коли предмет праці зазнає механічних впливів, тобто змінюються його форма, розміри, якісна характеристика.

Апаратурні процеси ґрунтуються на зміні фізико-хімічних властивостей предметів праці, що досягається за допомогою хімічних реакцій, теплової енергії, різноманітних видів випромінювання.

5. За характером об'єкта виробництва виробничі процеси поділяються на:

- **прості** – складаються з операцій, що послідовно виконуються під час процесу виробництва та мають технологічну схожість;
- **складні** – включають операції, які виконуються послідовно та паралельно.

6. За кратністю обробки сировини технологічні процеси поділяють на: *відкриті, циркуляційні (циклічні), комбіновані*.

У **відкритих** процесах сировина перебуває у агрегатах 1 цикл, тобто матеріал підлягає обробці один раз.

У **замкнених** (циклічних) процесах сировина повертається для повторної обробки неодноразово в існуючому вигляді або після регенерації (відновлення втрачених властивостей). До замкнених процесів відносять виготовлення поліетиленової плівки, каталізні хімічні процеси, циркуляційні схеми технологічного водопостачання (ТЕС, АЕС). Замкнені процеси є основою безвідходного технологічного процесу.

У промисловості часто застосовують **комбіновані** процеси (зі змішаною схемою), які є поєднанням процесів з відкритою та закритою схемами (наприклад, виробництво сірчаної кислоти нітрозним способом). У таких процесах одні проміжні продукти (оксид сірки) оброблюються за відкритою схемою, проходячи послідовно ряд апаратів, а інші (оксид азоту) – циркулюють по замкнутій схемі.

7. За агрегатним станом технологічні процеси поділяють на *гомогенні та гетерогенні*.

Гомогенні – це однорідні процеси, коли реагуючі речовини перебувають в одному агрегатному стані. Прикладом таких процесів є водопостачання на питні, технічні та сільськогосподарські потреби.

Гетерогенними (неоднорідними) є такі процеси, коли реагуючі речовини перебувають у різних агрегатних станах: ліки (у таблетках та рідкому стані), добриво (рідке і тверде).

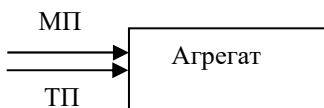
8. За тепловим ефектом технологічні процеси поділяються на *екзотермічні та ендотермічні*.

Екзотермічні процеси – це такі процеси, при протіканні яких виділяється теплота (перепріття гною та органічних решток). Виділена теплота може використовуватися для підтримки необхідних температурних режимів у ході виробництва, економлячи паливо та інші енергетичні ресурси.

Ендотермічні процеси – це процеси, при протіканні яких має місце поглинання теплоти (випаровування води). В багатьох технологічних процесах мають місце як екзотермічні реакції, так і ендотермічні. Це сприяє створенню оптимального температурного режиму.

9. За напрямом руху теплових і матеріальних потоків процеси поділяють на: *однобічні, зустрічні, перехресні, комбіновані*.

В однобічних процесах теплові і матеріальні потоки рухаються паралельно в одному напрямі (рис. 1.9).



МП – матеріальний потік, ТП – тепловий потік, А – агрегат

Рис. 1.9. Паралельний рух теплових і матеріальних потоків в одному напрямі

Зустрічні та однобічні ТП використовуються при теплообміні між матеріалами, змішуванні речовин, висушуванні матеріалів.

Матеріальні і теплові потоки рухаються на зустріч один одному (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Зустрічний рух матеріальних і теплових потоків

Перехресними називаються процеси, коли матеріальні та теплові потоки в агрегаті рухаються перпендикулярно один до одного (рис. 1.11).

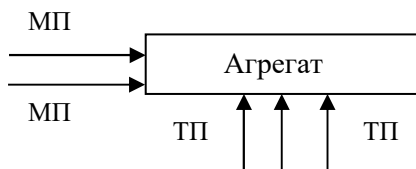


Рис. 1.11. Перехресний рух матеріальних і теплових потоків

Перехресні процеси лежать в основі роботи печей.

Комбінованими (мішаними) називають такі технологічні процеси, в яких матеріальні і теплові потоки можуть змінювати свої напрямки згідно регламенту.

За агрегатним станом речовин ТП поділяються на *гомогенні та гетерогенні*.

10. За співвідношенням кількості початкових матеріалів та кінцевої продукції ТП поділяють на *аналітичні, синтетичні та прями*.

Аналітичні – такі процеси, в яких при переробці одного виду сировини отримують декілька видів продукції.

Синтетичні – це процеси, в яких відбувається поєднання декількох видів сировини або матеріалів в єдиний продукт або виріб.

Прямі процеси – з одного виду сировини отримується один кінцевий продукт.

11. За характером конструкції технологічного обладнання ТП поділяються на *закриті та відкриті*.

В **закритих** ТП всі дії відбуваються у закритих агрегатах, а функції персоналу зводяться тільки до управління процесами (хіміко-технологічний процес).

У **відкритих** ТП всі дії над сировиною відбуваються безпосередньо робітниками за допомогою механізмів та інструментів.

12. За рівнем впровадження у виробництві та народному господарстві ТП поділяють на: *масові, серійні, індивідуальні та дослідні*.

Масові процеси характеризуються великим обсягом виробництва продукції або створюваних послуг за досить тривалий час, у межах якого на робочих місцях виконується одна і та сама операція.

Серійні процеси – це процеси виготовлення видів продукції, які постійно повторюються.

Індивідуальні процеси – характерні унікальністю та постійною зміною номенклатури виробів.

Дослідні процеси застосовуються для опрацювання нових технологій.

13. За місцем та роллю у виробництві ТП поділяють на: *основні, допоміжні та обслуговуючі*.

Основними називаються процеси, які направлені на зміну предмета праці або отримання готової продукції.

Допоміжні – направлені на створення оптимальних умов праці та забезпечення основного ТП.

До обслуговуючих процесів відносяться процеси складання, транспортування, збереження і т. д.

Найважливішими показниками, які характеризують *техніко-економічну ефективність технологічного* процесу є: *питома витрата сировини, напівфабрикатів і енергії на одиницю продукції; вихід (кількість) і якість продукції (виробів); рівень продуктивності праці; інтенсивність процесу; витрати на виробництво; собівартість продукції.*

Задачею технології як науки є виявлення фізичних, хімічних, механічних та інших закономірностей з метою визначення і використання на практиці найбільш ефективних і економічних ресурсів.

Технологія різних виробництв постійно оновлюється та змінюється в залежності від розвитку техніки і інноваційних процесів.

1.5. Поняття технологічної системи, структура систем та їх класифікація

Система (від грецького – ціле, складене з частин, об'єднання) – сукупність елементів, котрі перебувають у відношеннях і зв'язках один з одним і утворюють відповідну цілісність, єдність.

Перші уявлення про системи виникли в античній філософії, що висунула онтологічне твердження системи як впорядковане і цілісне існування. Пізніше поняття системи використовували при дослідженнях наукових знань. З другої половини ХІХ ст. поняття системи проникає в різні галузі конкретних наукових знань. Сьогодні поняття системи має надзвичайно широку сферу застосування (майже кожен об'єкт може бути розглянутий як система) [6].

Система – це цілісний об'єкт, що складається з взаємопов'язаних частин (елементів), які об'єднані спільною метою або функцією. Всі елементи системи працюють для досягнення загальної мети або виконання спільної функції (приклад: автомобіль це система, а двигун, трансмісія, кузов, колеса та інші деталі – це елементи системи «автомобіль», які разом забезпечують його рух).

Підсистема – це частина системи, яка сама по собі є системою, що має свою структуру, функції та мету. Вона складається з власних елементів та має власні зв'язки і може функціонувати певною мірою самостійно, але при цьому залишається частиною більшої системи. Наприклад: двигун у системі «автомобіль» має власні елементи (циліндри, поршні,

клапани тощо), виконує свою функцію (перетворення енергії палива на механічну роботу) та взаємодіє з іншими частинами автомобіля (трансмсія, колеса).

Кожна система характеризується притаманними їй властивостями. Сукупність цих властивостей у визначений момент часу називають **станом системи**.

Технологічна система – це організоване поєднання людей, обладнання та інших ресурсів, що спільно виконують певні виробничі процеси або операції.

Перші технологічні системи були створені людиною у період організації цехів ремісників. Слово «цех» спочатку означало об'єднання ремісників однієї спеціальності. Цехова структура стала важливим етапом удосконалення виробничих сил суспільства.

Другий етап еволюції технологічних систем ознаменувався появою мануфактур, які стали рушійною силою стрімкого зростання продуктивності праці за рахунок більш раціональної організації виробництва.

Сучасне виробництво ґрунтується на інтеграції новітніх наукових та технічних досягнень в єдину цілісну організаційно-технологічну систему. Ця система охоплює всі стадії та операції не лише основних, але й допоміжних та обслуговуючих процесів, перетворюючись на динамічний організм (рис. 1.12).

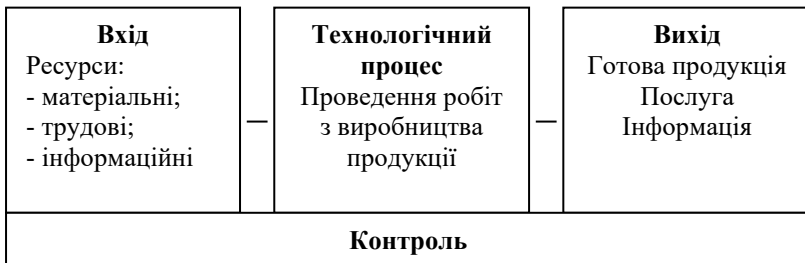


Рис. 1.12. Схема технологічного процесу як системи

Структурою системи являє собою сукупність елементів та зв'язків між ними.. Ці зв'язки роблять систему цілісним організмом, де кожен елемент взаємодіє з іншими та з навколишнім середовищем. Складність системи визначає й складність її

структури. Чим більше елементів у системі, тим багатшими й різноманітнішими стають зв'язки між ними.

Метою будь-якої технологічної системи є виробництво продукції або надання послуг. Ця мета досягається шляхом перетворення ресурсів на корисний результат. Однак система не просто має виконувати свою функцію. Вона також повинна робити це ефективно, раціонально та економно використовуючи всі доступні ресурси (природні, матеріальні, енергетичні, фінансові та ін.).

Введення поняття технологічної системи, вивчення її структури і функціональних особливостей дає змогу ефективно впливати на результативні показники виробництва продукції, знижувати її матеріало- та енергомісткість, підвищувати рівень науково-технічного прогресу.

Особливістю технологічної системи є [7]:

➤ **мета, стабільність і надійність функціонування**, що визначає її основне призначення;

➤ **керування**, тобто упорядкованість системи, приведення її у відповідність з метою і завданням;

➤ **цілісність** – принципова залежність кожного елемента системи від його місця, функцій всередині цілого;

➤ **структурність** – можливість опису системи через встановлення її структури;

➤ **обумовленість поведінки системи** поведінкою її окремих елементів і властивостями її структури;

➤ **взаємозалежність системи і середовища** – система формує і проявляє свої властивості під час взаємодії із середовищем і є при цьому провідним активним компонентом взаємодії;

➤ **ієрархічність** – кожен компонент системи в свою чергу можна розглядати як систему, і одночасно система, котру досліджують, є елементом більш широкої системи;

➤ **множинність опису** кожної системи.

Основними орієнтаційними принципами при побудові технологічних систем є: пропорційність, безперервність, ритмічність, надійність, складність (простота) та ін.

Технологічні системи умовно можна поділити на п'ять класів:

1) *традиційні технологічні системи*, які широко застосовуються у різних галузях народного господарства, їх сукупність є вихідною базою для порівняння ефективності нових систем;

2) *нові технологічні системи*, які використовують у реальному виробництві. Вони забезпечені конструкторською і технологічною документацією, але мають обмежене використання, їх реалізація не потребує значних капіталовкладень і докорінної реконструкції в машинобудуванні, інших галузях;

3) *технологічні системи, які можна освоїти на передових підприємствах протягом двох-трьох років*. При цьому потрібно підготувати машинобудівну базу, розробити проекти реконструкції підприємств з традиційними технологічними системами;

4) *технологічні системи, що перебувають на зовсім ранній стадії розробки і для їх освоєння потрібно чотири – п'ять років*;

5) *технологічні системи, для освоєння яких потрібно більше 5 років*.

Розглядаючи системи різного рівня ієрархії, потрібно звернути увагу на їх різні особливості. Так, системи «технологічні процеси» залежать від організації процесу, послідовності операцій, їх механізації та ін.

Властивості цих систем уже розповсюджуються на технологічні системи більш високого рівня. Разом з тим, системи вищого рівня мають і свої специфічні властивості та особливості. Наприклад, методи управління системами різних рівнів є різними. Зв'язки між елементами систем також різні для різних рівнів систем. Створення систем можна розглядати автономно. Водночас між різними технологічними системами є багато спільного.

Закономірності розвитку технологічних систем можна розглядати в наступній послідовності:

➤ прогноз можливостей використання сучасних досягнень фундаментальних наукових досліджень і створення принципово нових технологічних систем;

➤ організація науково-технічної підготовки щодо створення та освоєння цих систем;

➤ впровадження цих систем у виробничі процеси підприємства;

➤ оцінювання ефективності технологічних систем здійснюють на основі їх техніко-економічного рівня, котрий характеризується

технічним і технологічним рівнем, рівнем предметів праці, а також кадровим та організаційно-економічним рівнями.

Технологічний рівень є одним з основних, оскільки впровадження нових технологій і технічних рішень, автоматизація виробництва забезпечують підвищення продуктивності праці (і процесів), збільшення прибутку і зниження собівартості продукції, поліпшення культури й організації виробництва. Не можна занижувати важливість інших чинників впливу на технологічну систему – предметів праці (сировини, вхідних матеріалів), кваліфікованих кадрів, прогресивних методів організації та управління тощо.

Суспільне виробництво характеризується набором технологій, які поєднуються в системи за ієрархічним принципом: галузь, виробництво, технологія, операція, робочий хід (рис. 1.13). Галузь, у свою чергу, можна розглядати як набір однотипних виробництв.



Рис. 1.13. Ієрархічні рівні технологічних систем

Світ виробництва не обмежується окремими галузями. Натомість він організований у тісно пов'язані блоки, які можна назвати комплексами. Ці комплекси, у свою чергу, об'єднують технології в більш значні системи, що ми називаємо виробництвами.

Незважаючи на різний рівень складності, технологічні системи можуть об'єднуватися в єдину систему. Це відбувається за

рахунок потоків засобів виробництва, які зв'язують різні елементи. Для одних технологій ці потоки є продуктами (або відходами) виробництва. Для інших – ресурсами (або сировиною). Таким чином, система функціонує як єдиний організм, де кожен елемент взаємодіє з іншими.

За відповідними ознаками технологічні системи класифікуються на групи і рівні (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація технологічних систем

Критерій класифікації	Вид класифікації
1	2
За ієрархією	Технологічний процес
	Виробничий підрозділ
	Підприємство
	Галузь
За ступенем спеціалізації	Універсальні
	Спеціальні
	Спеціалізовані
За походженням	Природні
	Штучні
За зв'язками з оточенням	Відкриті
	Закриті
	Комбіновані
За ієрархічним рівнем	Технологічний процес
	Виробничий підрозділ
	Підприємство
	Галузь
За складністю структури	Безмежно складні
	Дуже складні
	Складні
	Прості
За рівнем автоматизації	Механізовані
	Автоматизовані
	Автоматичні

продовження табл. 1.2

1	2
За ступенем гнучкості і мобільності	Жорсткі
	Перебудовуючі
	Переналягоджувані
	Гнучка автоматизована система
За рівнем спеціалізації	Спеціальна технологічна схема
	Спеціалізована
	Універсальна система
За типом зв'язків у технологічній системі	Паралельні
	Послідовні
	Комбіновані

В найбільш загальному плані системи можна розділити на *матеріальні і абстрактні*.

Матеріальні (цілісні сукупності матеріальних об'єктів), в свою чергу, діляться на системи неорганічної природи (фізична, геологічна, хімічна і т. д.) і живі системи, куди входять найпростіші біологічні системи, а також дуже складні біологічні об'єкти типу організму, виду, екосистеми.

Абстрактні системи є продуктом людської думки; вони також можуть бути поділені на велику кількість різних типів (особливі системи являють собою поняття, гіпотези, теорії, послідовну зміну наукових теорій і т. д.). До числа абстрактних систем відносяться і наукові знання про системи різного типу, як вони формуються в загальній теорії систем, спеціальних теоріях систем та ін.

Системи також класифікують на *статичні* (стан системи з часом не змінюється) і *динамічні* (стан системи з часом зазнає змін).

Технологічні системи класифікуються за такими ознаками [1]:

1. За ієрархією (технологічний процес, виробничий підрозділ, підприємство, галузь). Світ систем не існує ізольовано. Він організований у ієрархічну структуру, де кожен елемент входить до складу більш великої системи. Поняття «елемент» і «система» відносні, оскільки одна система може бути елементом іншої системи більшого масштабу, а елемент системи можна поділити на

складові частини, отже, він може бути системою, але нижчого рівня. Системи нижчого рівня знаходять більш універсальне застосування, ніж вищого. Наприклад, гвинт застосовується в машинобудуванні скрізь, електричний двигун – часто, а певна технологічна лінія – лише для задоволення певних потреб.

2. За ступенем спеціалізації (універсальні, спеціальні, спеціалізовані).

3. За ступенем гнучкості, мобільності всі технологічні системи поділяються на:

- **жорсткі**, розраховані на виготовлення єдиного виду продукції;
- **перевбудовуючі**, що потребують зупинки, демонтажу і заміни обладнання (устаткування) під час переходу на випуск нової продукції;
- **переналаджувані**, в основі яких залишається програмна комп'ютеризація та існуюче обладнання, але змінюється порядок дій, процедур, програма;
- **гнучкі автоматизовані системи**, що є найвищим типом технології.

4. За зв'язками з оточенням системи поділяють на *відкриті*, які мають принаймні один вхід і вихід; *закриті* – без зв'язку з оточенням; *комбіновані*.

Відкриті системи – це динамічні структури, які взаємодіють з навколишнім середовищем. Вони постійно обмінюються з ним енергією, матеріалами та інформацією. На виході із системи отримують готову продукцію (виробництво сталі у кисневому конвертері – від *лат. перетворюю*).

Закриті (циркуляційні) системи – це структури, де сировина або один з її компонентів повторно використовується для виробництва продукції. Прикладом є виробництво поліетилену високого тиску, під час якого лише 20% етилену перетворюється у поліетилен, решта етилену після очищення знову повертається до того самого елемента.

Комбіновані системи – це структури, які об'єднують у собі елементи як відкритих, так і закритих систем. Одна з складових сировини послідовно проходить всі елементи системи, а друга складова – циркулює багаторазово через визначені елементи системи (наприклад, виробництво бензину: сировина (нафта) проходить всі етапи переробки, перетворюючись на бензин. А друга складова, каталізатор – постійно циркулює між контактним

апаратом та регенератором, в якому поверхня очищається від вуглецю).

Замкнені та комбіновані системи є більш компактними ніж відкриті. Вони споживають менше електроенергії, палива, повніше використовується сировина, менше утворюється побічної продукції, взаємодія реагуючих речовин проходить з великою швидкістю. Отримана продукція якісніша. Замкнені та комбіновані системи становлять основу створення маловідходних і безвідходних технологій.

5. За ієрархією технологічні системи поділяються на чотири основних групи: технологічний процес, виробничий підрозділ, підприємство, галузь.

6. За рівнем автоматизації – механізовані, автоматизовані, автоматичні системи.

7. За рівнем спеціалізації системи поділяються на: спеціальні – призначені для виробництва одного виду продукції) спеціалізовані – призначені для виробництва декількох видів продукції; універсальні – забезпечують виробництво продукції з різними конструктивними та технологічними ознаками.

8. За типом зв'язків у технологічній системі – паралельні, послідовні, комбіновані.

Паралельна технологічна система – це така система, виключення з якої одного з елементів приводить до зниження продуктивності всієї системи, на величину потужності одного елемента. Структуру паралельних технологічних систем відображена на схемі (рис. 1.14).

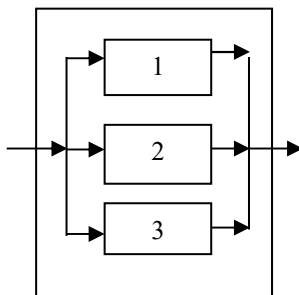


Рис. 1.14. Схема паралельної технологічної системи

В технологічних системах всі елементи та підсистеми

взаємодіють між собою не просто фізично, а й за допомогою **потоків**. Ці потоки можуть бути: *матеріальними* (сировина, готова продукція, енергія, інформація); *інформаційними* (команди, сигнали, дані); *енергетичними* (електрика, тепло, механічна енергія).

У *сучасних паралельних технологічних системах* запровадження нових технічних рішень є більш доцільним через те, що складність освоєння та доопрацювання з розрахунку на одиницю обладнання зменшується пропорційно числу однотипних одиниць. Паралельні системи більш пристосовані для впровадження інноваційних процесів. Саме тому таке важливе об'єднання технологічних процесів за принципом паралельності, який пронизує всі галузі економіки країни. Ключовою рисою паралельних технологічних систем є те, що кінцевий результат перевищує просте додавання продуктивності окремих елементів. Це можна порівняти з оркестром, де гра кожного музиканта об'єднується в гармонійну мелодію, створюючи щось більше, ніж просте сумування звуків [8].

У **послідовній технологічній системі** всі елементи взаємопов'язані, як ланки в ланцюжку. Вихід з ладу будь-якого елемента призводить до повного припинення роботи всієї системи.

У технологічних системах з *послідовними зв'язками* є вузьке місце, яке визначає кількість виготовленої продукції. Це найповільніша ланка в ланцюжку, швидкість роботи якої обмежує продуктивність всієї системи.

Структуру послідовних технологічних систем представлено на схемі (рис. 1.15).

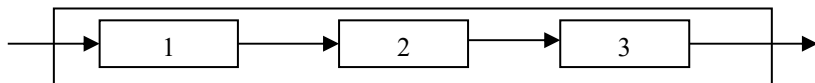


Рис. 1.15. Схема послідовної технологічної системи

При виключенні одного із елементів – система перестає функціонувати.

Управління послідовною системою – це складний процес, який вимагає чіткої координації роботи всіх елементів. Для того, щоб система функціонувала ефективно, необхідно виконувати ряд важливих функцій:

- 1) планування обсягів випуску продукції для окремих елементів системи;
- 2) матеріально-технічне постачання та баланс виробництва;
- 3) оперативне управління та ін.

Комбіновані технологічні системи – це складні структури, які об'єднують в собі елементи як послідовних, так і паралельних систем. Це найпоширеніший тип систем, який використовується в сучасному виробництві (рис. 1.16).

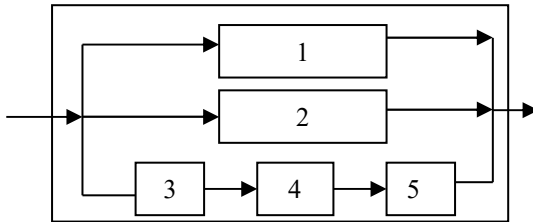


Рис. 1.16. Схема комбінованої технологічної системи

Економіку країни можна розглядати як системи технологічних процесів різного рівня, послідовні та паралельні зв'язки яких визначають характер її функціонування. Так, послідовність робочих ходів і переходів складає операцію (послідовне з'єднання), однотипні операції на однаковому обладнанні об'єднуються в дільниці (паралельне з'єднання), відділки – в підприємства (послідовне з'єднання), підприємства – в галузі (паралельне), галузі – в систему народного господарства (послідовне). Зазначене вище дає змогу чітко відслідкувати взаємозв'язок технологічних і організаційних структур виробництва. З розвитком і зміною технологічних зв'язків змінюється і організаційна структура системи управління ними [1].

9. За походженням усі системи, які нас оточують, можна поділити на дві великі групи: природні та штучні. Природні системи існують незалежно від людини (екосистеми, біологічні організми, планети, зірки, галактики). Вони характеризуються складною структурою, взаємозв'язками між елементами та здатністю до саморозвитку, існують незалежно від людини. Штучні створила Людина для задоволення своїх потреб. До штучних систем належать *виробничі, технологічні, технічні*.

Виробничі системи, створені людиною для виготовлення необхідних товарів. Це динамічний процес зумовлений рядом

факторів таких як науковий прогрес, конкуренція на ринку, зміна форми організації виробництва тощо. Дані зміни спрямовані на оптимізацію техніко-економічних показників виробничої системи.

Технологічні системи є складовими частинами виробничих систем. Вони створені для переробки сировини у проміжну або готову продукцію.

Технічні системи – це машини, агрегати, апарати, печі, прилади, транспортні засоби тощо. Технічні системи існують окремо або входять до складу елементів технологічних систем.

Технічні системи, на відміну від інших, відрізняються меншою рухливістю. Їм потрібно більше часу для адаптації до змін зовнішнього середовища. Це пов'язано з їх складною структурою, матеріальністю елементів та залежністю від зовнішніх джерел енергії.

Технічні системи, будучи продуктом інтелектуальної діяльності людини, мають високу вартість. Їх оновлення відбувається лише за двох умов: наявність коштів для заміни і, винахід більш досконалих аналогів. Однак важливо зазначити, що попит на технічні системи, навіть після появи нових, більш ефективних моделей, не завжди зникає повністю (наприклад: плуг не зник з використанням трактора; серп, коса та косарка досі застосовуються в домогосподарствах).

10. За складністю структури. Складність системи визначається її структурою, числом елементів і зв'язків, обсягом інформації, закладеної в систему тощо.

Таким чином, за складністю структури системи поділяють на: *безмежно складні* (наприклад людський мозок); *дуже складні* (повністю автоматизоване підприємство); *складні* (університетська бібліотека, легковий автомобіль) та *прості* (з'єднання двох деталей у вузол за допомогою прогонича) [1].

Структура системи управління не є статичною. Вона перебудовується таким чином, щоб максимально використовувати сильні на даному рівні технологічні зв'язки. Важливо, щоб система управління була динамічною та гнучкою, здатною швидко адаптуватися до змін, які відбуваються в технологічній сфері. В іншому випадку виникають серйозні проблеми в роботі організації.

Необхідно також враховувати внутрішні закономірності розвитку технологічних систем. Розуміння цих закономірностей

дозволяє прогнозувати зміни, які будуть відбуватись в майбутньому, та готуватися до них.

В сучасних умовах, коли технології розвиваються дуже швидко, здатність організацій до швидкої адаптації до змін стає ключовим фактором їх успіху.

Отже, технологічні системи *складні і багатостадійні*: складні, оскільки складаються з великої кількості підсистем і елементів; багатостадійні, оскільки перехід від сировини до готової продукції в багатьох випадках потребує багаторазового перероблення отриманої продукції або проміжної продукції [1].

Основними стадіями у технологічній системі є: підготовка сировини до переробки; її перетворення; виведення з системи напівготової, готової і побічної, якщо вона є, продукції та відходів.

Перша *стадія* передбачає лише фізичні та механічні процеси, а тому підготовлена сировина без будь яких хімічних змін переходить на другу стадію для перетворення.

На *другій стадії* відбуваються фізико-хімічні процеси, результатом яких є проміжна або готова і побічна продукція та відходи.

Третя *стадія* передбачає виведення продукції із системи. Тут відбувається розподіл продукції на проміжну, готову, побічну та відходи.

Найважливішими властивостями кожної технологічної системи є її *стабільність та надійність функціонування; гнучкість та здатність до адаптації, малостадійність, малоопераційність та безвідходність, висока інтенсивність.*

Гнучкість технології необхідна як дискретним, так і неперервним виробництвам.

Під адаптацією розуміють сукупність реакцій, спрямованих на протидію зниження ефективності функціонування системи у відповідь на зміни внутрішнього або зовнішнього середовища.

Системи **неперервного виробництва** мають ряд переваг, які роблять їх особливо привабливими для автоматизації та комп'ютеризації. Неперервне виробництво в поєднанні з автоматизацією та комп'ютеризацією стає потужним інструментом для створення сучасних ефективних виробничих систем, які здатні вирішувати складні завдання в сучасних динамічних умовах.

Надійність технологічних систем не обмежується лише міцністю обладнання та безперебійністю технологічних процесів, вона включає оптимальну структуру, яка ґрунтується на принципах малостадійності, малоопераційності та безперебійності. Системи повинні працювати без зупинок та перерв, що забезпечує стабільне виробництво продукції та покращує її якість.

Малостадійність та малоопераційність технологічних систем дає можливість різко підвищити продуктивність праці та скоротити потреби у виробничих площах.

Неперервність і ритмічність технологічних систем забезпечують найкращі умови функціонування. Замкненість багатократних циклів сприяє створенню високоефективних безвідходних технологій.

Техніко-економічний рівень технологічної системи характеризується: рівнем розвитку знарядь та предметів праці, робочої сили, технологічним та організаційно-економічним рівнем.

Технологічний рівень – це оцінка якості технологій. Він тісно пов'язаний із технічним рівнем виробів і науково-технічним рівнем науково-дослідних робіт.

Технологічний рівень виробничої системи складається з таких рівнів:

1. Рівень технологічної інтенсивності характеризується ступенем використання матеріальних та енергетичних ресурсів, коефіцієнтом використання виробничої площі, потужністю і продуктивністю устаткування та ін.

2. Рівень технологічної організації визначається чисельністю операцій і стадій процесу, їх поєднанням, неперервністю виробництва, комбінацією та взаємозамінністю, переналагоджуванням процесів під час переходу на нові режими роботи або виготовлення інших виробів.

3. Рівень технологічної озброєності характеризується рівнем механізації і автоматизації технологічної системи, станом інформаційного забезпечення, ступенем забезпеченості виробництва технічними засобами, а також узгодженням між вимогами технології і забезпеченістю процесу відповідними машинами.

4. Рівень управління технологічною системою визначається ступенем досягнення оптимальних режимів технологічного процесу з метою його найвищої ефективності та результативності. Високий рівень керованості (управління)

технологічною системою передбачає досягнення її безаварійності, гнучкості, стабільності та надійності.

Динаміка розвитку складних технологічних систем характеризується динамікою розвитку її складових. Тобто, рівень технології системи залежить від рівня технологічних процесів, операцій та їх складових.

Технічний рівень усієї системи є функцією технічного процесу та його компонентів. Якщо нарощувати технологічну озброєність з однієї або кількох простих технологій, то залежно від умов її розвитку не зміниться порядок роботи технологічних процесів усієї системи в цілому, але зміниться рівень технологічності системи. Підвищення технологічної оснащеності процесів і складових системи дасть найбільший ефект лише за умови пропорційного і збалансованого зростання технологічної оснащеності. Це відображає економічну природу технологічного рівня, який визначає потенційні можливості розвитку.

Для досягнення максимального підвищення продуктивності праці необхідно розподілити наявні кошти таким чином, щоб технічне оснащення складових системи відповідало рівню її технологічної віддачі.

Технологічний рівень системи визначається тим, наскільки ефективно використовується потенціал розвитку її елементів.

Максимальне зростання технологічного рівня системи, а відтак і продуктивності праці досягається за умови рівномірності технологічної віддачі технологічних процесів.

У простому технологічному процесі має місце однозначна залежність між евристичністю (революційністю) розвитку цього процесу і зростанням рівня його технології. З одного боку, прогресивні зміни або зміна робочого ходу технологічного процесу викликає підвищення рівня технології, а з іншого – ріст рівня технології можливий тільки за умови розвитку технологічного процесу евристичним шляхом. Якщо технологічна система складається з декількох простих процесів, то така залежність вже не буде мати місця внаслідок того, що зростання рівня технології системи відбувається не тільки в результаті зміни робочого ходу, а і в результаті зміни пропорцій технологічних процесів, які утворюють систему. Для визначення межі між евристичним і раціоналістичним шляхами розвитку та встановлення особливостей

еволюційного і революційного розвитку здійснюють оптимізацію пропорції складових системи та проводять економічний аналіз [9].

Різниця між раціоналістичним і евристичним шляхами розвитку технологічних систем полягає в тому, що наукові розробки підвищують рівні технологій окремих елементів системи, а послідовне оптимально організоване зростання технологічної озброєності створює додатковий ефект від цих розробок у вигляді обмеженого приросту рівня технології всієї системи.

Будь-яку технологічну систему можна кількісно оцінити за її максимальною продуктивністю, якщо технологічний рівень складових залишається незмінним. Результатом раціоналізації технологічної системи є зростання загального рівня технології, що веде до підвищення продуктивності праці.

Через об'єктивні причини технічного чи іншого характеру, пов'язані з обмеженнями фінансових, сировинних і трудових ресурсів, окремі елементи системи можуть не відповідати умовам раціоналістичного розвитку, які забезпечують оптимальну роботу системи. Подальший розвиток технічної системи шляхом оптимізації пропорцій у системі можливий лише за умови реалізації потенціалу технологічних процесів. Цей технічний рівень є верхньою межею досягнення, а це означає, що наступне підвищення технічного рівня даної системи можливе лише в результаті фундаментальної перебудови робочого процесу, тобто за умови евристичного розвитку.

1.6. Закономірності розвитку технологічних систем

Розвиток науки і техніки пов'язаний, в першу чергу, з ростом продуктивності праці. Головним та вирішальним критерієм технологічного прогресу є підвищення продуктивності праці. Оскільки технологічний процес націлений як на розвиток людини, так і на організацію умов її праці та екологію, тому він має і соціальну значимість.

В сучасних умовах науково-технічний прогрес являє собою процес постійного якісного оновлення виробництва і створення нової техніки, передової технології.

Технічні системи пов'язані з навколишнім середовищем за допомогою входів і виходів, через які відбувається обмін сировиною, проміжними або кінцевими продуктами, енергією та

інформацією. Через входи система сприймає поведінку інших виробничих систем і підсистем, а через потоки сама система діє на них.

Потоки в технологічній системі відображають перенесення сировини чи проміжної продукції, енергії тощо від одного елемента до іншого.

Науково-технічна революція характеризується значними стрибками у вдосконаленні знарядь праці, переходом до автоматів, автоматизованих поточкових ліній, промислових роботів, автоматизованих систем управління з використанням комп'ютерної техніки.

Науково-технічний прогрес має визначені закономірності. Він грає ведучу роль в розвитку сучасного суспільного виробництва. Коли наука була мало зв'язана з виробництвом, вона тільки теоретично пояснювала уже існуючі технологічні процеси. Тепер наука розробляє теорію того або іншого технологічного процесу, шукає шляхи створення нової техніки і технології, засобів механізації і автоматизації.

З одного боку, науково-технічний прогрес позитивно впливає на розвиток економіки, з іншої – розвиток економіки впливає на розвиток науки, техніки, технології. Ефект, отриманий від науково-технічного прогресу у виробництві, впливає на його активну дію в якості джерела фінансування.

Науково-технічний прогрес в промисловості повинен розвиватись за такими напрямками: використання передової технології, електрифікація промисловості, хімізація виробництва, комплексна механізація і автоматизація промислового виробництва з його комп'ютеризацією.

Процес зміни технологічних систем відзначається циклічним характером. Одне покоління технологій і відповідних технологічних процесів замінюється наступними. Один період життєвого циклу товару (послуги) починає спадати, в той час як інший продукт чи технологія виробництва починають поширюватися. Безперервна зміна цих поколінь стає наслідком щораз вищого рівня ефективності та продуктивності праці.

Історичною закономірністю розвитку матеріально-технологічної основи виробництва є стрімке зростання комплексності та системності об'єктів науково-технічного

прогресу. Характеристики окремих машин, пристроїв, обладнання та типів продукції як кінцевого результату інноваційного процесу вже недостатньо для визначення ефективних стратегій розвитку. Необхідно володіти інформацією про весь комплекс технологічних, економічних і соціальних факторів і наслідків, пов'язаних із технологічними змінами в суспільстві.

Важливою рисою сучасного науково-технічного прогресу є напрямок на створення повної серії машин, пов'язаних єдиною технологією і охоплюючих процес виробництва від початку до кінця, включаючи також допоміжні роботи і розбудову виробничої та соціальної інфраструктури. Тому створюється не просто технічна структура, а технолого-соціально-економічна система суспільства.

Поняття еволюції технологічних змін як системи пов'язують з трьома періодами:

- перший відображає найбільш спрощену ситуацію, коли наука, технологія та організація розглядаються як окремі сфери діяльності;
- друга становить стан економіки, коли інтегрується взаємодія технологічного та машинного забезпечення, але вони ще відокремлені від організаційних та управлінських чинників;
- третій період означає повну інтеграцію технологічно-економічних та організаційно-управлінських компонентів щодо технології.

Впродовж життєвого шляху певної технології «наука – технологія – виробництво» діють економічні, організаційні та соціальні чинники, що визначають шлях розвитку даної технології серед існуючих. У міру наближення до виробництва вибірковість зростає, залишаючи в результаті реалізований вибраний варіант інновації. Ця інновація тепер має власну життєву траєкторію, що і визначає природну траєкторію технологічних змін.

Досягнувши межі економічного зростання, технологічна система приходить у стан, коли взаємодія технічної та економічної сфер започатковує утворення нових умов, що знову революційно змінюють виробничу систему. Старі соціальні та інституційні механізми, що пристосувалися до старих умов, не в змозі бути адекватними новій структурі, ринковій поведінці тощо. Вони витісняються новою техніко-економічною системою. Зміна технологічної системи зумовлює радикальну зміну звичного типу інженерного та управлінського мислення відносно ефективної господарської практики [9].

Соціально-економічні умови утворюються в результаті взаємодії чинників.

Це нові технології та засоби виробництва, які впливають на зміну структури собівартості, знижують відносну вартість одиниці корисного ефекту, створюють нові продукти, що широко розповсюджені на ринку, покращують якість традиційних продуктів.

Для з'ясування змісту техніко-економічних періодів важливо знати їх «життєвий цикл», пов'язаний з розвитком трьох типів галузей, що мають вплив на форму і темпи економічного зростання країни.

Пріоритетними називаються галузі, які найбільш вдало забезпечують потреби організації виробництва, є головними інвесторами в передові технології та формують «технологічний стиль» суспільства. Галузі, що поширюють технології, виконують функцію підтримки й поглиблення їх економічних переваг, створюють передумови виникнення широкого ринку виробів ключової технології.

Поширення галузей, що виникають в тіні розвитку основних технологій стає можливим, коли створені вже необхідні соціальні та інституційні інновації, що відповідають новому «технологічному стилю».

Найважливішим видом управлінської діяльності на мікрорівні є оцінка економічної ефективності запровадження нових технологічних систем. Їх сутність полягає в порівнянні отриманого ефекту внаслідок здійснення варіанту технологічної інновації з витратами. Розрахунок ефективності інновації має дати відповідь на питання щодо раціональності видатків на технологічні зміни.

Економічний ефект від введення нової технології вимірюється як абсолютними показниками прибутку, отриманого внаслідок впровадження даної інновації, так і відносними показниками, які оцінюють цей прибуток обсягами витрат, інвестицій, продукції тощо. Показник прибутку від впровадження інновації складається з економії від зниження вартості та від підвищення ціни внаслідок нової якості техніки чи продукції.

Основні напрямки розвитку сучасної технології: перехід від перервних (дискретних, циклічних) технологічних процесів до безперервних потокових процесів, які забезпечують збільшення масштабів виробництва і ефективне використання машин і

обладнання; впровадження «замкнутої» (безвідходної) технології, технологічних систем.

В переробних галузях промисловості діє *єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСПВ)*. Вона передбачає єдиний порядок розробки технологічної документації використання типових технологічних процесів, уніфікованого обладнання і стандартного оснащення. Реалізація ЄСПВ дозволяє в 2–2,5 рази зменшити час на підготовку виробництва при одночасному підвищенні продуктивності праці і покращенні якості продукції, яка випускається.

З метою уніфікації технологічних засобів, методів і термінології розроблена та введена в дію у якості державного стандарту *Єдина система технічної документації (ЄСТД)*. Вона являє собою комплекс міждержавних стандартів і рекомендацій, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення щодо порядку розроблення, комплектації, оформлення та обігу технологічної документації, що застосовується при виготовленні та ремонті виробів.

В залежності від складності, кількості елементів та зв'язків технологічні системи у виробництві бувають наступних видів:

1. Технологічна система операції – паралельна система, яка включає в себе робочий хід, марнохід, технологічні та допоміжні переходи (рис. 1.17).

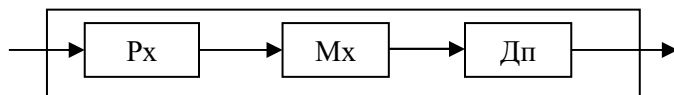


Рис. 1.17. Схема технологічної системи операцій

2. Технологічна система ділянки – паралельна система, яка складається із операцій, що виконуються на однотипному та взаємозамінному обладнанні (рис. 1.18).

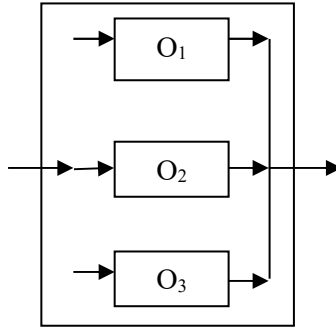


Рис. 1.18. Схема технологічної системи дільниці

3. Технологічна система технологічного процесу – послідовна система, яка включає в себе дільниці та операції (рис. 1.19).

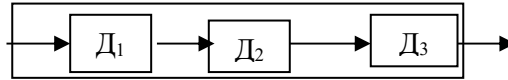


Рис. 1.19. Схема технологічної системи технологічного процесу

4. Технологічна система цеху – паралельна система, що об'єднує типові процеси і характерна однотипністю технологій та обладнання (наприклад: механічний цех, гальванічний цех – рис. 1.20).

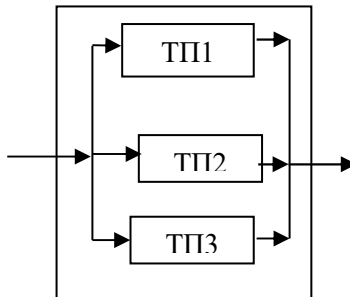


Рис. 1.20. Схема технологічної системи цеху

Технологічна система підприємства – послідовна технологічна система, яка об'єднує декілька цехів (рис. 1.21).

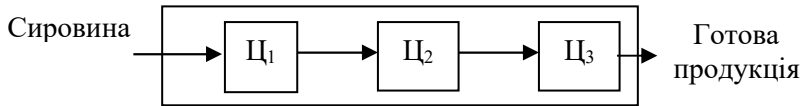


Рис. 1.21. Схема технологічної системи підприємства

6. Технологічна система галузі – система з паралельною структурою, яка формується із підприємств одного профілю, однієї технологічної направленості, одного виду продукції (рис. 1.22).

Основні закономірності формування технологічних систем:

1. Технологічні системи мають ієрархічну підпорядкованість – системи нижчого рангу формують вищі ТС.
2. Між технологічними системами існують паралельні, вертикальні, послідовні та зворотні зв'язки.
3. У формуванні національної технологічної системи відбувається чергування паралельних та послідовних структур.

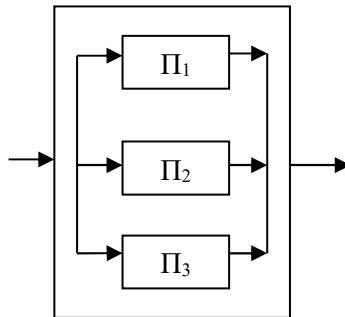


Рис. 1.22. Схема технологічної системи галузі

Запитання для самоконтролю

1. Що таке технологія і які головні умови її існування?
2. Наведіть визначення «технології» у широкому та вузькому розумінні, їх відмінності.
3. Перечисліть складові технологічної системи виробництва.
4. Перечисліть складові, які необхідно вирішити при створенні виробничого підрозділу.
5. Перечисліть види технологій та охарактеризуйте їх.
6. Наведіть визначення виробничого та технологічного процесів, виділіть їх відмінності.

7. Що таке місце праці? Дайте визначення.
8. Дайте визначення технологічної операції і наведіть основні її відмінності від технологічних процесів та систем.
9. Перечисліть складові технологічних операцій та охарактеризуйте їх.
10. Дайте загальну класифікацію технологічних процесів.
11. Що таке «типовий» технологічний процес та метод, наведіть приклади.
12. Дайте визначення системи та підсистеми. Назвіть їх основні відмінності.
13. Перечисліть основні ознаки, за якими класифікуються технологічні системи та охарактеризуйте їх.
14. Дайте визначення технологічної системи, перечисліть її складові та охарактеризуйте.
15. Назвіть чинники визначення техніко-економічного рівня виробничої технологічної системи.
16. Перелічіть найважливіші критерії високого техніко-економічного рівня виробництва.
17. Назвіть складові технологічного рівня виробничої системи.
18. Дайте характеристику рівня технологічної інтенсивності.
19. Охарактеризуйте рівень технологічної організації виробництва.
20. Що характеризує рівень технологічної оснащеності?
21. Що являє собою рівень управління технологічною системою?
22. Чим визначається динаміка розвитку складних технологічних систем?
23. Назвіть основні закономірності формування технологічних систем.
24. Що являє собою технологічна система: операції, технологічного процесу, дільниці, цеху, підприємства?

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК І ЙОГО ЗАКОНОМІРНОСТІ

- 2.1. Розвиток поколінь техніки і технологій у світовій економічній системі.
- 2.2. Зміст і структура науково-технічних циклів.
- 2.3. Технологія як фактор економічного зростання.

2.1. Розвиток поколінь техніки і технологій у світовій економічній системі

Потреби суспільства були і залишаються головним визначальним стимулом розвитку технологій, технологічних систем і технологічних укладів, які почали формуватись в кінці XVII ст. – на початку XVIII ст.

Починаючи з кінця XVII ст., світовий техніко-економічний розвиток умовно можна розглядати як еволюційну зміну технологічних укладів (ТУ) – конгломератів поєднаних виробництв, що охоплюють замкнуті виробничі цикли єдиного технічного рівня.

Кожний ТУ має складну структуру. Ядро ТУ створюють базові технології, які утворюють основу технологічних систем переробки ресурсів на всіх рівнях і пов'язані з відповідним типом невиробничого споживання, замикаючи ланцюг відтворення. ТУ стимулює його зростання і водночас є джерелом відтворення трудових ресурсів належної якості.

Життєвий цикл ТУ має чотири послідовні фази: формування, росту, зрілості та спаду.

В процесі штробного впровадження інновацій та створення ядра нового технологічного укладу розпочинається його дія і заміщення ним попереднього технологічного укладу.

Найдавнішими технологіями вважають [10]:

- обробку каменю, дерева, шкір тварин та інших матеріалів кам'яними ножами та рубилами (біля 80000 р. до н. е.);
- застосування вогню для приготування їжі, обігріву житла (біля 50000 р. до н. е.);
- виготовлення дерев'яних човнів та весел із суцільних стовбурів дерев (біля 10000 р. до н. е.);
- створення пряжі та виготовлення тканини з використанням найпростіших прялок і ткацьких верстатів (біля 6000 р. до н. е.);

- виготовлення посуду із глини з використанням гончарного круга, міді, коліс для возів із дерева (біля 4000 р. до н. е.);
- виготовлення плугів (біля 3000 р. до н. е.);
- виробництво заліза, виготовлення борошна за допомогою ручних млинів, (біля 1000 р. до н. е.);
- виробництво борошна із зерна за допомогою водяних млинів (біля 300 р. до н. е.);
- виробництво паперу (105–300 рр.);
- виробництво пороху, штампування рисунків на тканинах, виготовлення компасів (650–1000 рр.);
- виготовлення чавунних гармат та ядер, рушниць з прямою нарізкою стволів, книгодрукування за допомогою друкарських верстатів (1400–1480 рр.);
- виробництво чавуну в доменних печах, кольорове книгодрукування, виготовлення мікроскопів, телескопів, механічних годинників (1500–1674 рр.);
- виготовлення та використання парових двигунів, коксу (1690–1738 рр.);
- виробництво тканин з використанням ткацьких машин (1690–1775 рр.);
- фабричне виробництво парових машин, виготовлення пароплавів (1776–1790 рр.);

Перший ТУ (1790–1830 рр.). Технологічні лідери: Англія, Бельгія, Франція.

Основою ТУ є текстильна промисловість, текстильне машинобудування, виробництво чавуну та обробка заліза.

Ключовими факторами є текстильні машини, бавовна та чавун.

Основні переваги – механізація виробництва та концентрація на заводах, що неухильно підвищувало продуктивність праці, масштаби виробництва та прибутковість.

Організація інноваційної діяльності в передових країнах – наукові дослідження в національних академіях і наукових товариствах, регіональних науково-технічних товариствах, професійне навчання персоналу з відривом і без відриву від виробництва.

Режим економічного регулювання в країнах лідерах – руйнування феодальних монополій, обмеження профспілок, світової торгівлі.

Другий ТУ (1830–1880 рр.). Технологічні лідери: США, Англія, Бельгія, Німеччина, Франція.

Основою ТУ є енергетика, залізничне будівництво, металургія, важке машинобудування, чорна металургія, неорганічна хімія.

Ключовими факторами є залізничний транспорт, верстати, парові машини, вугілля та.

Основні переваги – розширення і концентрація виробництва на основі механізації праці за рахунок широкого використання парових машин.

Організація інноваційної діяльності – створення науково-дослідних інститутів, прискорення розвитку професійної освіти, формування національної та міжнародної систем охорони інтелектуальної власності.

Режим економічного регулювання в країнах лідерах – обмеження державного регулювання, впровадження фабричного законодавства, свобода торгівлі, пожвавлення промислових профспілок.

Третій ТУ (1880–1940 рр.). Технологічні лідери: Англія, Нідерланди, Бельгія, Німеччина, Швейцарія, Франція, США.

Основою ТУ є виробництво і прокат сталі, кораблебудування, неорганічна хімія, важке машинобудування, лінії електропередач.

Ключовими факторами є широке використання сталі та електродвигуни.

Основні переваги – зростання якості продукції, виробленої зі сталі, підвищення різноманітності та гнучкості виробництва на основі використання електродвигунів, урбанізація, стандартизація виробництва.

Організація інноваційної діяльності – обов'язкова початкова освіта населення, залучення у процес виробництва вчених та інженерів з університетською освітою, створення відділів науково-дослідних робіт на підприємствах, створення національних інститутів та лабораторій.

Режим екологічного регулювання в країнах лідерах – державна власність на природні монополії та основні види інфраструктури, розширення інститутів державного регулювання.

Четвертий ТУ (1940–1980 рр.). Технологічні лідери – Канада, Австралія, Японія, країни Європейської асоціації світової торгівлі, Швейцарія, Швеція.

Основою ТУ є кольорова металургія, органічна хімія, видобуток та переробка нафти, автомобілебудування, літако-, тракторобудування.

Ключовими факторами є енергія, нафта, двигуни внутрішнього згоряння.

Основні переваги – масове виробництво серійної продукції з використанням конвеєрних технологій, стандартизація виробництв.

Організація інноваційної діяльності – розвиток середньої, професійної та вищої освіти, участь держави у сфері науково-дослідних та конструкторських робіт, передача технологій шляхом ліцензування.

Режим економічного регулювання в країнах лідерах – розвиток інститутів соціального забезпечення, формування військово-промислового комплексу.

П'ятий ТУ (1980–2040 (прогноз) рр.). Технологічні лідери: США, Японія, Китай, Корея, Австралія, Німеччина, Швеція, країни ЄС.

Основою ТУ є нові керамічні матеріали, авіакосмічна промисловість, електронна промисловість, засоби телекомунікації, обчислювальна техніка, програмне забезпечення, оптичні волокна, робототехніка, інформаційні послуги.

Ключовими факторами є мікроелектронні компоненти.

Нові сектори, що активно формуються – космічна техніка, нанотехнології, біотехнології та ін.

Основні переваги – автоматизоване управління виробництвом, підвищення гнучкості і розширення різноманітності виробництва, індивідуалізація виробництва і споживання.

Організація інноваційної діяльності – університетсько-промислове співробітництво, державна підтримка інноваційних технологій, обчислювальні мережі та спільні дослідження, нові режими власності для програмного продукту та біотехнологій.

Режими економічного регулювання в країнах лідерах – занепад профспілкового руху, зміни в державному регулюванні фінансових інститутів та ринків капіталу, зменшення ролі державного регулювання.

Розвиток науково-технічного прогресу в сучасному світі відбувається за рахунок досягнення прогресивних технологій. Часто термін *«науково-технічний прогрес»* прирівнюють до терміну *«технологічний розвиток»*.

У процесі міжнародної конкуренції зростає роль сучасних технологій як чинника, що забезпечує одним країнам стабільну перевагу над іншими.

У сучасному світі інвестиції в науку та освіту виявилися найбільш прибутковими. Вони гарантують максимальні переваги та створюють надійну основу для поточного та майбутнього прогресу. Найбагатші країни вкладають дуже значні кошти в інноваційні технології та їх розвиток.

Економічний успіх залежить від впровадження високоефективних ресурсозберігаючих технологічних процесів. Адже 60–80% зростання продуктивності праці і до 50% приросту національного доходу в різних країнах забезпечується новими науково-технічними досягненнями, впровадженням нових технологій. Сучасні технологі, відповідна технічна та людська підтримка забезпечують виробництво продукції з новими рівнями функціональних, естетичних та екологічних властивостей.

Нова техніка сьогодні – це принципово нові матеріали і технології. За цими матеріалами і технологіями стоїть добре організована система наукових досліджень.

Без розвитку науки, техніки та нових передових технологій неможливо мати висококваліфіковані кадри, неможливо розвивати сучасні комунікації та сучасні інформаційні індустрії, а це потребує не лише великих фінансових вкладень а й інтелектуальних інвестицій.

Внутрішній зміст сучасних технологій визначає глобальний характер їх розробки, виробництва, реалізації та освоєння.

Сьогодні такі країни, як США, Японія, Німеччина, Велика Британія, Китай, є високорозвиненими країнами в галузі передових технологій. Для України прискорення науково-технічного прогресу, впровадження передових технологій у національну економіку є

умовою збереження статусу індустріальної держави в сучасному світі.

У міжнародних науково-технічних відносинах складається якісно нова ситуація. Прискорюється формування глобальної науково-технічної системи. Створюються регіональні та глобальні системи комунікацій та обміну результатами науковими досліджень та вченими. Окремі розробки виконуються одночасно в кількох країнах. Відбувається процес інтернаціоналізації наукової діяльності. Усі країни, які бажають досягти сучасного рівня технологічного та економічного розвитку, повинні впроваджувати цілеспрямовану технологічну політику та уникати затримок у технологічному розвитку, щоб забезпечити національну та технологічну безпеку.

Ступінь цієї безпеки має враховувати існуючий технологічний рівень виробництва в усіх галузях економіки та технологічну структуру кожної галузі, тобто вагу передових, відсталих і середніх технологій.

Внутрішні економічні умови також мають важливе значення. Наука, техніка, технології не повинні бути поза рамками економічної політики. У багатьох випадках використання найпростіших технологій без оновлення або модернізації виробництва, як правило, є ресурсоемним і часто шкідливим для навколишнього середовища.

Розвинені країни передають технології країнам, що розвиваються, але ця передача не завжди дає результати. Причина в тому, що технічний і технологічний прогрес ніколи не зводився до перенесення готового до використання обладнання та технології з однієї системи в іншу. Розробка й освоєння технологій є дуже тісно пов'язаними процесами. Під час передачі необхідно забезпечити систему адаптації технології до вимог нового середовища.

Важливе значення має питання правильного вибору нової технології в кожному конкретному випадку.

Як і в науково-технічному прогресі, технологічний розвиток має дві форми – *еволюційну* та *революційну*.

При **еволюційній формі розвитку** існуючі технології вдосконалюються новими технічними елементами, механізацією та автоматизацією окремих операцій (основних або допоміжних), що забезпечують прогресивні та кращі результати праці. Але при цьому

суть технологічного процесу (його окремих стадій) залишається незмінною. Особливістю цієї форми є те, що прогнозованих результатів (підвищення продуктивності, зниження собівартості, поліпшення якості продукції тощо) можна досягти лише за умови підтримки та вдосконалення існуючої технології на певному етапі. Однак ефективність еволюційних технологічних рішень має тенденцію до зниження. Це можна пояснити тим, що в міру ускладнення технологічного обладнання його модернізація вимагає більшої складності, а отже, більшої вартості. Це означає, що собівартість продукції буде зростати [11].

Швидке економічне зростання провідних країн світу після Другої світової війни було зумовлено процесом переходу від еволюційного до революційного типу науково-технічного розвитку.

Революційний розвиток проявляється через технологічний прорив, тобто використання принципово нових технологій і процесів, розроблених відповідно до нових принципів та ідей. Інноваційні форми розвитку замінюють застарілі технології новими, більш прогресивними. Такі заміни передбачають значні початкові витрати та можуть мати тимчасовий негативний вплив на очікувані результати. Впровадження такої технології стане ефективним у майбутньому, коли будуть реалізовані її перспективні якості та можливості. Якщо ці можливості не будуть реалізовані, такі зміни будуть еволюційними. Очевидним є факт більш ефективного революційного шляху технологічного розвитку.

Революційний розвиток науки збігається в часі з революційним розвитком техніки (науково-технічна революція – НТР).

Перший етап НТР (до 70-х років ХХ ст.) характеризувався розвитком великих підприємств і установ у наукоємних сферах діяльності, його загальною рисою було посилення зростання виробництва, необхідністю продовження залучення до сфери виробництва додаткових важливих і прогресивних сировинних, матеріальних, трудових, фінансових та інших видів ресурсів.

Другий етап НТР (70-і–90-і роки двадцятого століття) характеризувався надлишковими потужностями, кризами, великими занепокоєннями, ознаками спаду виробництва підприємств, а натомість бурхливим розвитком малих і середніх підприємств, фінансових інститутів, юридично-консалтингових послуг.

Третій етап НТР (початок 90-х років 20 століття) почав перехід до інноваційної моделі економічного розвитку, що визначило розробку і використання нової техніки і принципово нових енергозберігаючих і екологічно безпечних технологій, нових економічних та організаційних форми господарювання.

На зміну індустріалізації та інтенсифікації прийшла культура сервісу і комунікацій, програмного забезпечення та впровадження інтернету. Розвиток цієї сфери базується на інтелектуальному потенціалі та не потребує великих фінансових, енергетичних та сировинних витрат.

Кожна форма технологічного розвитку має свою закономірність. Вибір шляху розвитку технологічного розвитку для кожного виробництва дає можливість визначити свою власну технологічну політику та прогнозувати ефективність окремих технологічних процесів і рішень. Визначити раціональні шляхи інтенсифікації виробництва.

Робочі ходи можуть бути удосконалені шляхом застосування:

- нових технічних рішень;
- нових наукових знань;
- використанням старих технологій в нових умовах;
- використанням нетрадиційних технологій.

Сучасним прогресивним технологіям притаманні наступні риси:

- *малостадійність процесів* – передбачає поєднання в одному агрегаті кількох технологічних процесів, які раніше виконувалися в окремих машинах чи апаратах;

- *маловідходність виробництва і комплексне використання сировини;*

- *високий рівень комплексної механізації і автоматизації виробництва;*

- *використання сучасних засобів мікроелектроніки для інтенсифікації і контролю виробництва;*

- *гнучкість виробництва* – здатність швидко переналаштуватися для випуску нових видів продукції;

- *ресурсозбереження* – гарантує можливість виробляти конкурентоспроможну продукцію з низькою собівартістю і високою прибутковістю.

2.2. Зміст і структура науково-технічних циклів

Розвиток технологій має циклічну структуру. Спочатку інновації призводять до підвищення економічних показників виробництва. Підвищується продуктивність, збільшується прибуток, а витрати зменшуються. Відбувається технологічне зростання. Водночас інновації порушують існуючі структури економічних зв'язків між виробничою потужністю, можливостями постачання сировини, цінами, прибутками та іншими речами, які можуть порушити рівновагу економічної системи. У таких випадках за економічним зростанням, зумовленим інноваціями, може неминуче послідувати рецесія, реорганізація структури цін, витрат і виробництва. Система входить у стан економічного спаду, який є реакцією економічної системи на зростання та адаптацію до умов, що виникли внаслідок зростання. Далі відбудеться чергове економічне «оздоровлення», але воно буде залежати від процесу адаптації. Тривалість таких циклів залежить від активності розвитку технологій [12].

Якщо це йде повільно (еволюційно), система адаптується. У деяких випадках система може входити в стан рівноваги. Потім зростання повторюється знову, спочатку з новим вибухом прогресивних технологій (інноваційна політика).

Рух економіки і технологічний розвиток мають форму циклів, середня тривалість яких становить 50 років. Таким чином, технологічний розвиток є першопричиною коливань економічного зростання.

Техніка і технології формуються і розвиваються за законами об'єктивного світу. Період розвитку техніки поділяється на проміжки часу, які називаються **технологічними циклами**.

Цикл зміни поколінь техніки представлений на рис. 2.1.

Життєвий цикл технологій залежить від попиту на готову продукцію або виробу. Життєвий цикл технологій містить наступні стадії:

1. Зародження технології.
2. Початок виробництва та поява продукції на ринку, формування попиту на неї.
3. Зрілість технології (масове виробництво продукції і максимальне поширення технології).
4. Насичення ринку продукцією за даною технологією.

5. Згасання продажу та спад виробництва за даною технологією (на цій стадії ефективного використання технології можна продовжити за рахунок розширення асортименту виробів).

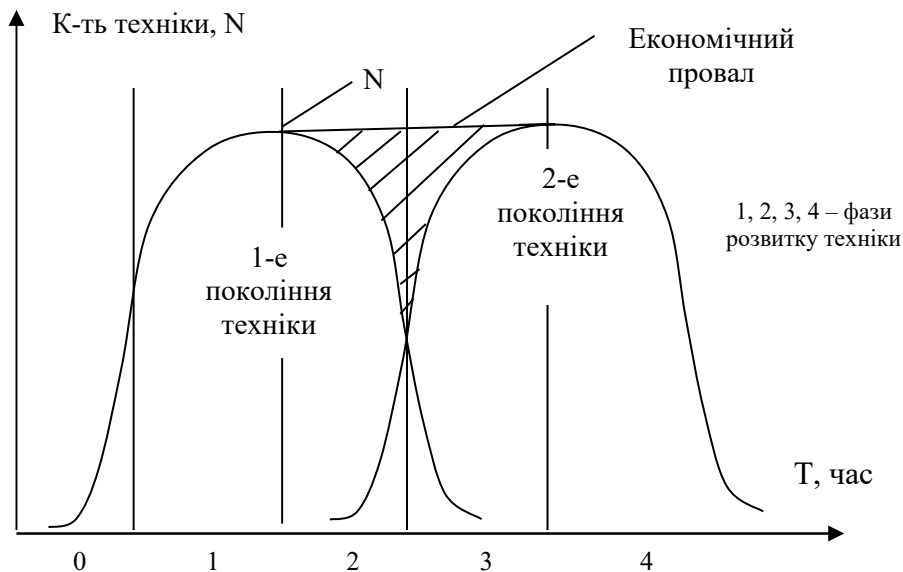


Рис. 2.1. Цикли зміни поколінь техніки:

- 0–1 – фаза освоєння техніки;
- 1–2 – фаза становлення техніки;
- 2–3 – фаза максимального і стабільного використання техніки;
- 3–4 – фаза морального і фізичного старіння техніки.

Життєві технологічні цикли відображають логістичними кривими (рис. 2.2).

Формування технологічної системи здійснюється з урахуванням різноманітних факторів, таких як пріоритетний напрям економічного розвитку підприємства, регіону, держави, їх правове поле, виробничий та науковий потенціал, сировинна база і ін.

Комплекс завдань, які вирішуються при формуванні технологічних систем, можна звести до наступного:

➤ завдання **аналізу**, коли відомі всі особливості функціональності системи, її структура (технологія, ринок збуту

тощо) і немає необхідності шукати нові рішення для вдосконалення технічної системи.

➤ завдання **синтезу**, коли відоме функціонування існуючої системи, її потенціал, але не відома структура, яку потрібно організувати в оптимальні терміни (оптимальні виробничі зв'язки, постачальники сировини і т.д.);

➤ завдання **«чорної скриньки»**: при виготовленні принципово нового продукту за існуючою технологічною системою абсолютно невідомі функціональні та конструктивні особливості необхідної технологічної системи.

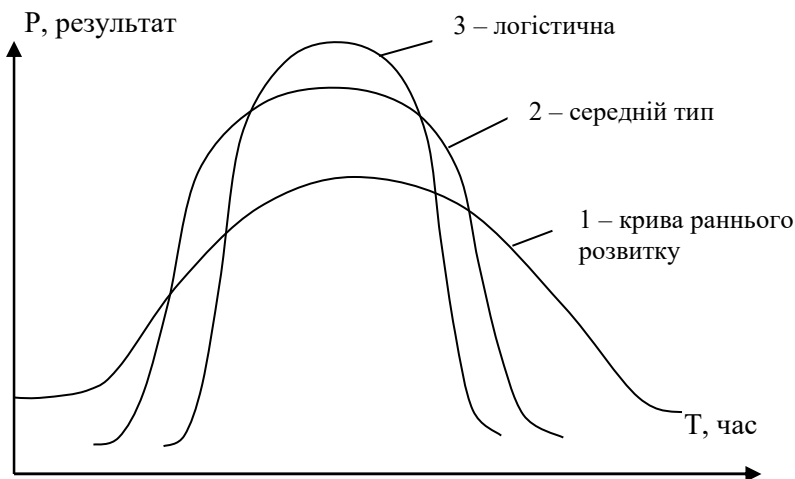


Рис. 2.2. Логістичні криві життєвих циклів технологій

Методологія класифікації систем технологій може реалізовуватись через створювану ними нормативно-методичну базу у вигляді банків методичних, загально-технічних і технологічних, нормативно-технічних і стандартизованих документів, що враховують результати діяльності міжнародних організацій із стандартизації.

Для компаній, які прагнуть лідерства та не хочуть втрачати лояльних клієнтів, технологічні інновації неминучі. Вони пов'язані з ризиком, але відмова від них ще більш небезпечніша.

Технічний ризик є складним явищем та залежить від економічної кон'юнктури, соціальних та екологічних умов, а також поведінки партнерів, конкурентів та споживачів.

Технологічний ризик – це ймовірність того, що підприємство втратить частину своїх ресурсів, недоотримає частину прибутку або понесе додаткові витрати в результаті розробки та впровадження технологічних інновацій.

Щоб більш детально розглянути можливі ризики при впровадженні нових технологій доцільно використати S-криву (рис. 2.3.) (у математиці її називають логістичною кривою або кривою Гомперца) [13].

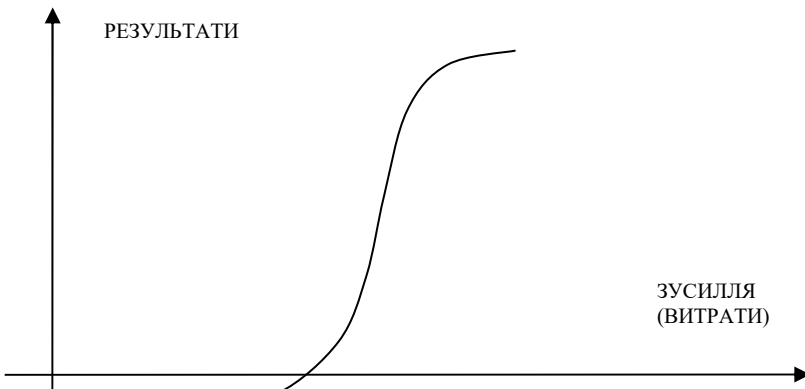


Рис. 2.3. S-подібна крива

Із рис. 2.3 видно, що при вкладанні коштів в розробку і впровадження технології, результат покращується стрибкоподібно. Чим крутіша логістична крива, тим більш результативним буде процес. S-подібна крива показує залежність між витратами на нову технологію та результатами отриманими від інвестицій.

З початку кривої потрібно багато зусиль, щоб отримати позитивний ефект, а потім результати збільшуються при невеликих витратах. Потім, оскільки в процес вкладаються додаткові кошти, він стає все складнішим і дорожчим. Так, як завжди існує певна межа, коли потрібно зупинитися або змінити напрямок.

Все це пояснюється межею ризику у верхній частині S-подібної кривої (рис. 2.4).

Ризикова межа слугує найбільш надійним індикатором для виявлення моменту, коли потрібно уже відмовитись від існуючої технології і зайнятись розробкою нової.

Наближення до ризикової межі показує значний ріст витрат на виробництво. S-подібна крива показує, що по мірі наближення до ризикової межі, технології стають все більш дорогими, а всі істотні можливості для їх вдосконалення вже вичерпані.

Наразі існує три способи вирішення цієї проблеми:

- переключитися на збут;
- збільшити витрати на розвиток та вдосконалення існуючих технологій;
- перейти до інновацій замість використання існуючих технологій, які все ще є прибутковими, але явно застарілими.

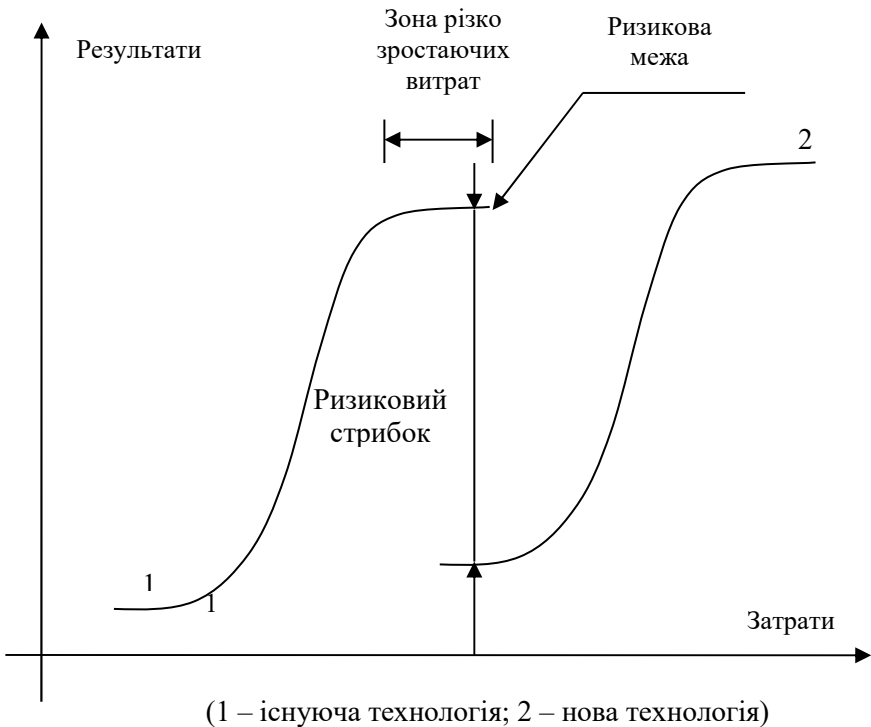


Рис. 2.4. Пара S-подібна кривих

Перший шлях має певні переваги, але їх можна визначити як короткострокові. Адже неможливо судити про відставання підприємства в області НТП без впровадження нових продуктів. Збутова діяльність повинна йти паралельним шляхом до вдосконалення виробництва за допомогою нових технологій.

Другий шлях є регресивним. Наближення до межі ризику може спричинити перебіг процесу у зворотному напрямку. Крім того, близькість до ризикової межі створює можливості для конкурентів наздогнати лідера шляхом впровадження нових передових технологій.

Третій шлях безпосередньо пов'язаний з технологічними інноваціями. У цьому випадку ризики мають лавиноподібний ефект, коли одні ризики ведуть до інших. Наприклад: ризик інфляції, ризик завищення або заниження ціни, ризик недостатньої обізнаності споживачів про нові продукти та ризик банкрутства.

В основі цього процесу лежить усвідомлення ризикових меж, прийняття рішення про те, коли замінити стару технологію новою, спостереження за поведінкою конкурентів, прогнозування результатів інноваційних проєктів, використання різних способів для зменшення ризиків або їх повної ліквідації, обґрунтування тих ризиків, уникнути яких неможливо.

2.3. Технологія як фактор економічного зростання

Головною метою будь-якого виробництва є виготовлення якісної продукції з мінімальними витратами праці, матеріалів і технічних засобів та отримання максимального прибутку. Важливу роль у досягненні цієї мети відіграють основні характеристики використовуваної технологічної системи: енергоємність, рівень продуктивності праці, матеріаломісткість, екологічна чистота технології, якість продукції та ін. Поліпшення цих характеристик підвищує рентабельність виробництва, а погіршення – знижує.

Як правило, вартість сировини і матеріалів мають найбільшу вагу у собівартості будь-якої продукції. Тому завдання зниження витрат на матеріали та сировину актуальне для всіх галузей промисловості. Цю задачу можна вирішити різними способами:

➤ на етапі проєктування виробу – шляхом забезпечення оптимальної форми та розмірів виробу;

- використанням найефективніших методів обробки на етапі розробки технологічних процесів виробництва;
- заміною дорогих і дефіцитних матеріалів більш дешевими альтернативами, рівноцінними за властивостями.

Технічна норма матеріаломісткості – це кількість матеріалу, необхідного для виробництва одиниці готової продукції, яка встановлюється розрахунковими методами на основі прогресивних технологічних процесів і раціональної організації виробництва.

Коефіцієнт використання витрат матеріалу – це відношення маси матеріалу готового виробу до маси заготовки.

Енергоємність технології – це відношення загальної енергії, що споживається виробництвом за рік, до річної кількості виробленої продукції. Навіть для однієї і тієї ж продукції споживання енергії на одиницю її виготовлення відрізняється на різних підприємствах. Такі технології, як видобуток корисних копалин, кольорова металургія, електрохімічні процеси, є високоенергоємними. Біохімічні процеси та деякі фізико-хімічні процеси характеризуються малою енергоємністю. Зниження енергоємності пов'язане насамперед із підвищенням коефіцієнта енергоефективності, який є відношенням загальної кількості корисної енергії до загальної кількості використаної енергії.

Рівень продуктивності праці є одним із найважливіших показників технологічної ефективності і характеризується кількістю виробленої продукції за одиницю робочого часу.

Основною умовою підвищення рентабельності виробництва є підвищення продуктивності праці. **Фактори підвищення продуктивності праці в промисловості можна розділити на шість основних груп:**

➤ *матеріально-технічні* – впровадження нової техніки, механізація та автоматизація, використання нових матеріалів і прогресивних методів їх обробки, модернізація обладнання тощо. Ця сукупність факторів найбільше впливає на підвищення рентабельності виробництва;

➤ *організаційні* – наукова організація праці, впровадження ефективних методів і систем управління виробництвом, у тому числі автоматизації тощо;

- *економічні* – створення фонду матеріального стимулювання, впровадження системи стимулювання оплати праці;
- *соціальні* – характер суспільного устрою, культурно-технічний рівень персоналу;
- *природні умови* – географічне розташування;
- *ергономічні* – гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психологічні.

Екологічна чистота технології визначає ступінь впливу її виробництва на навколишнє середовище (викиди відходів та екологічно шкідливі параметри, такі як шум, вібрація, радіоактивність тощо). Основна причина негативного впливу виробництва на природу полягає не стільки в масштабах виробництва, скільки в недосконалоості його технології.

Основними методами боротьби із забрудненням навколишнього середовища є очищення небезпечних відходів і більш фундаментальні та екологічно чисті методи побудови технологічних процесів, що створюють маловідходне виробництво. Щоб забезпечити екологічно чисте довкілля, виробництво має функціонувати та розвиватися за законами природи, а не всупереч їм. Тому сучасне виробництво і живу природу необхідно розглядати як єдину еколого-економічну систему. ***Система екологізації виробництва вимагає:***

- 1) використання екологічно чистих джерел енергії;
- 2) впровадження ресурсозберігаючих та ресурсовідтворюючих технологій;
- 3) впровадження виробництв повної утилізації відходів або переробки відходів у такий стан, який не має негативного впливу на довкілля.

Низька екологічна чистота також є однією з причин зниження рентабельності виробництва.

Рентабельність підприємства багато в чому залежить від наступних характеристик використовуваних технологій:

- стадії життєвого циклу технологій, які використовує підприємство. Кожна технологія може принести значну користь лише на стадії зрілості, а на стадії занепаду створює для підприємств збитковість або загрозу банкрутства;
- своєчасної модернізації використовуваних технологій або заміна їх на нові, готові до використання;

- рівня стандартної технології. Малостадійні технології забезпечують економне використання виробничих площ і скорочують експлуатаційні витрати, наприклад, на ремонт і амортизаційні відрахування;

- рівня гнучкості технологій. Здатності швидко та економічно адаптуватися до виробництва нових видів продукції, що користується попитом;

- рівня комплексної механізації та автоматизації технологій. Підвищення даного рівня гарантує підвищення продуктивності праці та виробітку, зниження собівартості тощо;

- рівня використання сучасних мікроелектронних технологій для розширення виробництва та підвищення якості продукції.

Для вирівнювання рентабельності підприємств та зростання прибутковості в часі необхідно систематично і послідовно впроваджувати альтернативні технології, що знаходяться в стадії зрілості життєвого циклу і можуть безболісно замінити існуючі технології, що входять в стадію спаду.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте характеристику науково-технічному прогресу.
2. Що собою представляє науково-технічна революція?
3. Назвіть відмінності матеріальних та абстрактних систем.
4. Перерахуйте найбільш важливі показники, що характеризують техніко-економічну ефективність технологічного процесу.
5. Які напрямки розвитку сучасної технології вам відомі?
6. Перерахуйте та охарактеризуйте основні технологічні системи економіки країни.
7. Назвіть основні принципи створення технологічних систем.
8. Дайте характеристику технічному циклу. Наведіть приклад цикла зміни поколінь техніки.
9. Назвіть стадії життєвого циклу технологій та зобразіть їх логістичні криві.
10. Що являє собою технологічний ризик? Як за допомогою S-подібної кривої визначити результативність процесу та його критичну межу?
11. Які найдавніші технології вам відомі?
12. Який зміст технологічного укладу? Дайте характеристику відомим вам технологічним укладам.

13. В чому полягає зміст еволюційної форми технологічного розвитку.
14. Назвіть відмінності, переваги і недоліки еволюційної та революційної форм технологічного розвитку.
15. Скільки етапів НТР вам відомо? Яка їх тривалість в часі?
16. Які риси притаманні сучасним інноваційним технологіям?
17. Дайте визначення собівартості продукції.
18. Витрати на які ресурси в структурі собівартості займають найбільшу питому вагу?

РОЗДІЛ 3. ПОНЯТТЯ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ПРОГРЕСИВНІ ВИДИ ТЕХНОЛОГІЙ

- 3.1. Вибір пріоритетних напрямів технологічного розвитку.
- 3.2. Сучасні види та характеристика прогресивних технологій виробництва.
- 3.3. Визначення оптимальних параметрів технологічного процесу.
- 3.4. Світові тенденції розвитку прогресивних технологій та їх роль у ресурсозбереженні.
- 3.5. Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні.

3.1. Вибір пріоритетних напрямів технологічного розвитку

Будь який виріб, посталений в умови жорсткої конкуренції на внутрішньому ринку, і особливо на зовнішніх ринках, повинен мати новий рівень властивостей і відповідати постійно зростаючим вимогам потенційних споживачів щодо функціональних, екологічних і естетичних властивостей.

Дану тенденцію зростання вимог споживачів до якості продукції відображено в міжнародному стандарті якості ISO 9000. Для отримання продукції такого рівня все частіше потрібні нетрадиційні конструкторські та технічні рішення, реалізація яких не завжди можлива на основі традиційних технологій (обладнання, інструментів, оснастки загального призначення і т.д.).

Галузі, які найкраще пристосовуються до потреб відповідних організацій виробництва, стають головними інвесторами передових технологій і формують «технологічний стиль» суспільства. На відміну від традиційних, такі технології називають «нанотехнологіями», «наукоємними», «високими», тощо.

Незалежно від використання термінології, всі ці технології є складовими єдиного самостійного напрямку в рамках загальної технології машинобудування та устаткування, значення якого повністю інтегрується поняттям «високі технології».

Високими вважаються такі технології, які володіють сукупністю основних ознак – наукоємністю, системністю, фізичним та математичним моделюванням з метою структурно-параметричної оптимізації, високоефективним робочим процесом обробки, комп'ютерним технологічним середовищем і автоматизацією всіх етапів розробки і реалізації, стійкістю і надійністю, екологічною

чистотою, – при відповідному технічному та кадровому забезпеченні (оснащення та інструмент, система діагностики, комп’ютерна мережа управління, спеціалізована підготовка персоналу), гарантують отримання виробів, які володіють новим рівнем функціональних, естетичних і екологічних властивостей [14]. Структура високих технологій представлена на рис. 3.1.

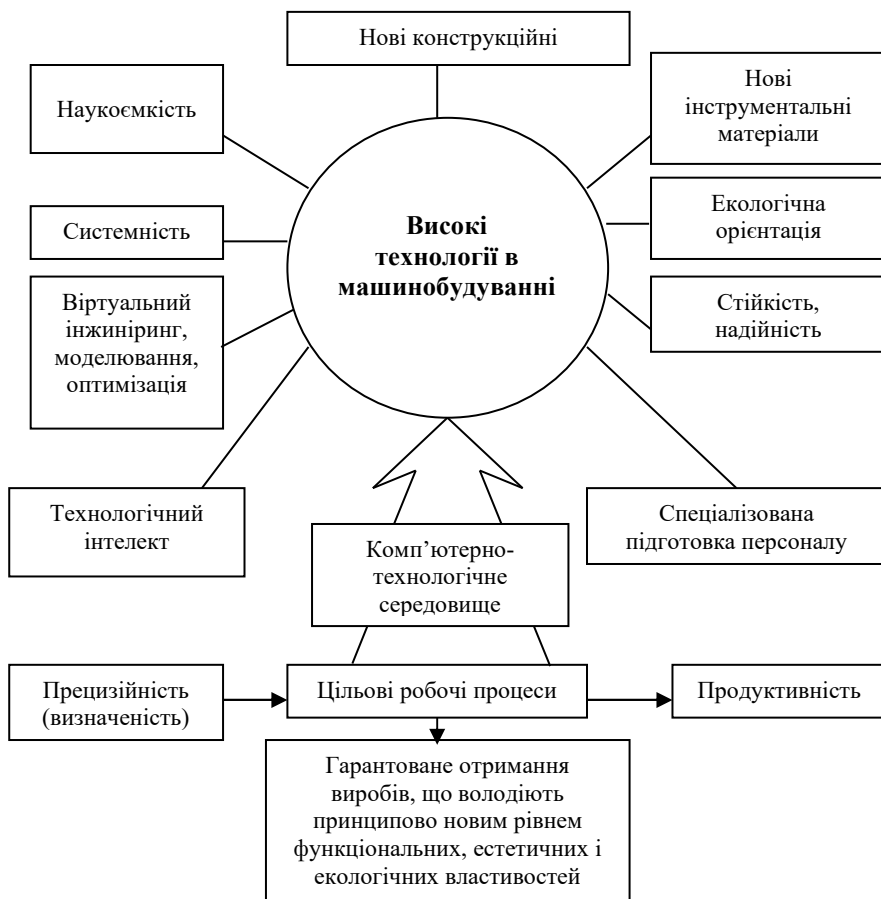


Рис. 3.1. Структура високих технологій

Системний підхід передбачає використання системи взаємопов’язаних моделей з безперервною параметричною та структурною оптимізацією, а не окремих математичних моделей.

Основні напрямки розвитку технологій розмірної обробки представлені на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Джерела високих технологій обробки матеріалів

У взаємопов'язаній системі «людина – технологія – організація» найбільш важливу роль відіграє людський фактор, особливо з точки зору професійної підготовки, комунікабельності, розпізнавання нового та здатності до навчання (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Вимоги до компетентності спеціалістів в області високих технологій

Всі можливі цільові робочі процеси технології виробництва поділяють на вісім видів (рис. 3.4).

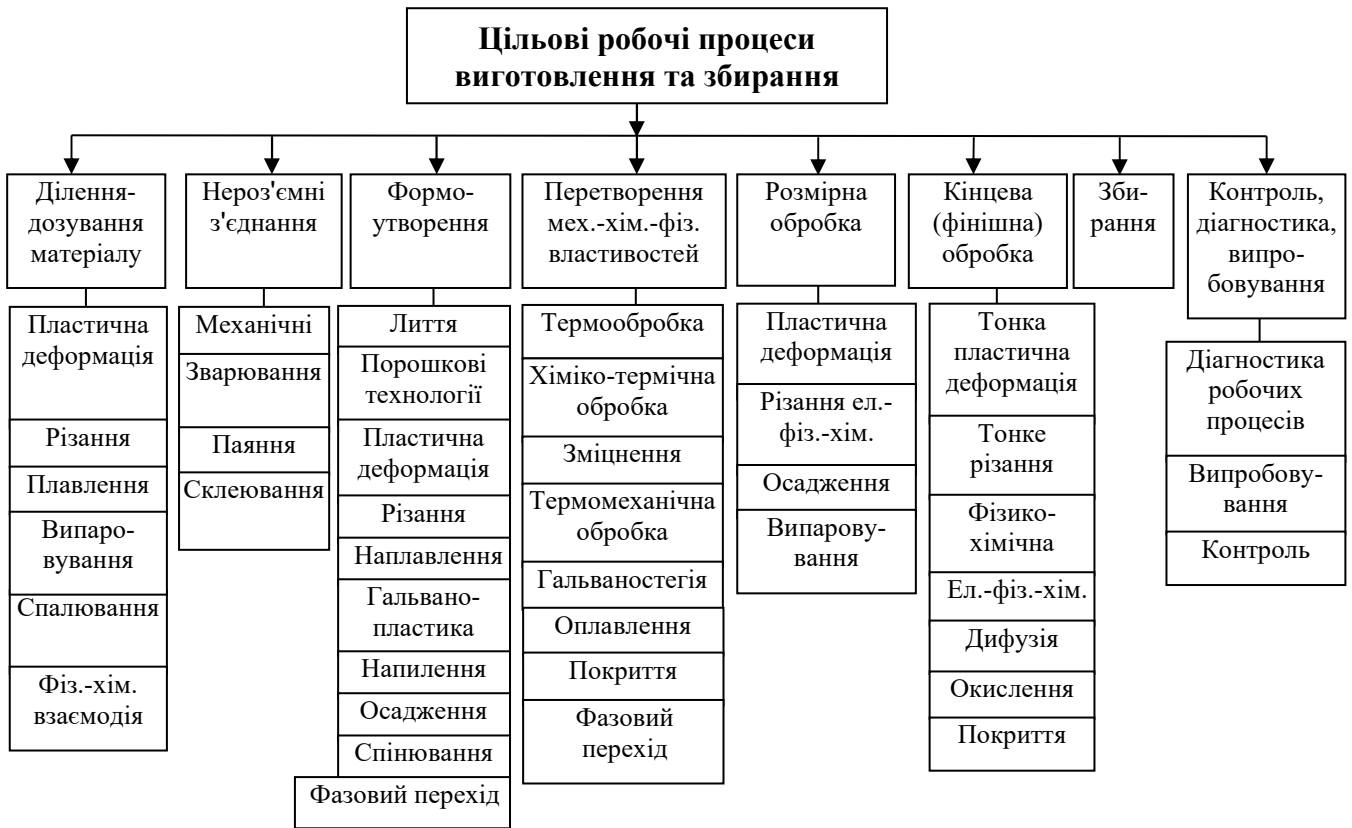


Рис. 3.4. Цільові робочі процеси та способи їх реалізації

Для того, щоб технологічний процес забезпечував необхідну якість, продуктивність і прибуток, технологічна система повинна мати характеристики за цілим рядом критеріїв. Тому робочий процес необхідно сприймати як визначальний елемент загального технічного процесу (рис. 3.5).

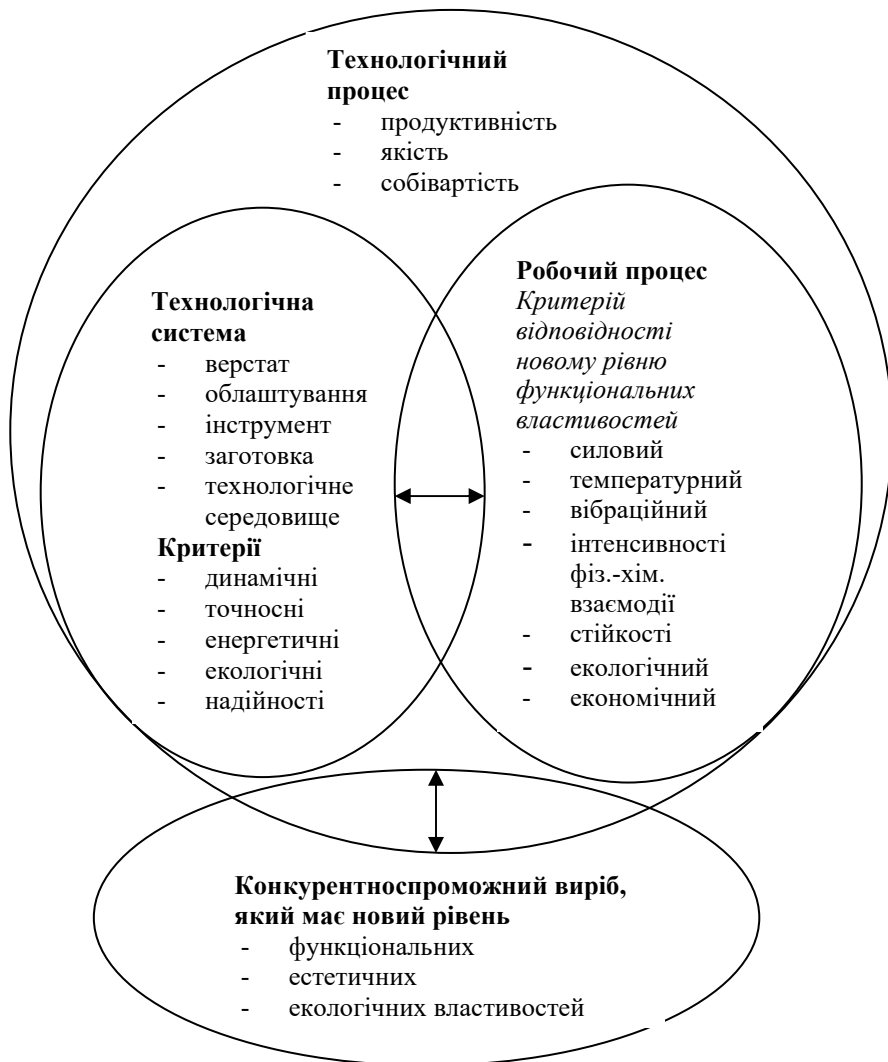


Рис. 3.5. Місце робочого процесу у високих технологіях

Робочі процеси, так як і високі технології, в цілому жорстко спеціалізовані, але в загальному вони мають наступний порядок розробки (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Порядок розробки робочого процесу високих технологій

1. На стадії маркетингу виріб спочатку оцінюється як сукупність споживчих властивостей, а потім визначається рівень цих властивостей, які спроможні забезпечити його конкурентоздатність.

2. Визначаються вимоги до якості деталей, вузлів, зборки у відповідності з рівнем функціональних, екологічних і естетичних властивостей якості продукту.

3. Виділення із необхідних геометричних, механо-фізико-хімічних параметрів якості поверхні і поверхневого шару тих деталей, виготовлення яких потребує нетрадиційних рішень.

4. Визначення основних критеріїв для рівня характеристик нетрадиційного робочого процесу, потенційно здатного забезпечити отримання необхідних функціональних, естетичних і екологічних властивостей виробу.

5. Виявлення недоліків для створення нового технологічного процесу на базі використання традиційних і нетрадиційних способів обробки і технічної оснастки.

6. Створення фізичної та математичної моделі робочого процесу і їх теоретичне та експериментальне всестороннє дослідження.

7. Багатопараметрична оптимізація робочого процесу за фізичними, технологічними та економічними критеріями.

8. Створення систем діагностики робочого процесу та його технічного оснащення.

9. Розробка технологічного процесу на основі створеного робочого процесу та його реалізація.

10. Оцінка відповідності реального рівня властивостей виробу (функціональних, естетичних та економічних) до необхідного рівня.

Найбільш суттєвими ознаками високих технологій є:

- *наукоємність* – базується на останніх результатах фундаментальних і спеціальних прикладних дослідженнях;

- *системність* передбачає діалектичний взаємозв'язок, взаємодію всіх елементів технологічної системи (процесів, операцій, факторів та всіх складових);

- *робочий процес* – має домінувати у всій технологічній системі та повинен відповідати найрізноманітнішим вимогам споживачів і бути потенційно здатним забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробів;

- *автоматизація* – комп'ютерне керування всіма процесами проектування, виробництва та складання на основі фізичного, геометричного і математичного моделювання та комплексного аналізу моделі процесу або його складових.

Важливою відмінною рисою високотехнологічних робочих процесів є їх індивідуалізація, тобто тісний зв'язок із вимогами, що впливають із заданого рівня функціональних, екологічних і естетичних властивостей виробу.

3.2. Сучасні види та характеристика прогресивних технологій виробництва

Сучасні прогресивні технології виробництва все більше взаємопов'язані з пріоритетними напрямками технологічного розвитку. Розглянемо основні з них.

Біологічні процеси

Біологічним називається процес, який відбувається під дією живих організмів і у самих організмах.

Найважливішими законами та явищами біологічних процесів є: клітинна будова і розвиток всіх живих організмів, які встановлені, розвиваються із однієї яйцеклітини за рахунок її ділення. Вивчення найпростіших організмів – бактерій, вірусів та грибів дозволило використати їх властивості в технологіях мікро-біологічного синтезу. Це такі властивості як:

- висока частота мутацій;
- швидка розчинність, здатність синтезувати інші речовини;
- здатність фіксувати органічні речовини;
- зумовлювати різні види бродіння та перетворення органічних речовин на мінеральні (спиртового бродіння, маслянокислого бродіння, молочнокислого бродіння та оцтовокислого).

За допомогою мікроорганізмів виготовляють антибіотики, амінокислоти, вітаміни, білки, спирти, корми; за допомогою рослин очищують воду, повітря та стічні води.

Технологія фотосинтезу використовує явище утворення органічних сполук із неорганічних під дією сонячного світла.

Процес фотосинтезу використовують для отримання білкових харчових продуктів.

Відкриття генів дозволило створити генні технології та технологію клітинної інженерії. Її суть полягає у відокремленні окремої клітини та розмноження у постійному середовищі до потрібної нам стадії.

Хромосомна теорія спадковості, яка встановила, що гени знаходяться в хромосомах і визначають сукупність спадкової інформації – генотип живого організму. На цій теорії ґрунтуються технології селекції та генних трансформацій.

Хіміко-технологічні процеси

Суть **хіміко-технологічного процесу** полягає у зміні складу або властивостей матеріалів під дією хімічних реакцій, які доповнюються супутніми фізико-механічними процесами (ХТП = ХР + ФМП). До фізико-механічних процесів належать:

1) на стадія заготівлі: дроблення, сортування (просіювання), дроблення, гранулювання;

2) допоміжні фізичні процеси: змішування речовин, транспортування і змішування реагентів, очищення, фільтрування, відстоювання, нагрівання, охолодження, випаровування. Вони необхідні для контролю за ходом хімічних реакцій і видалення кінцевих продуктів із зони взаємодії.

3) пакування та зберігання готової продукції.

Хіміко-технологічні процеси класифікуються за провідним чинником на:

- високотемпературні;
- низькотемпературні;
- під високим тиском або у вакуумі;
- каталітичні (під підвищеним чи пониженим тиском);
- біохімічні;
- електрохімічні;
- фотохімічні.

Усі процеси хімічних перетворень складаються з трьох послідовних, взаємопов'язаних стадій:

- 1) введення реагентів у зону реакції;
- 2) хімічні реакції;
- 3) видалення отриманого продукту із зони реакції.

Сумарна швидкість цього процесу визначається швидкостями перерахованих стадій. *Загальна швидкість* визначається швидкістю

найповільнішої стадії. Тому на практиці інтенсифікують швидкість саме цієї стадії для прискорення виробничо-технологічних процесів.

Ефективність хіміко-технологічних процесів визначається виходом продукту (X):

$$X = \frac{M_{\phi}}{M_m} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

де M_{ϕ} – фактична кількість отриманої продукції;
 M_t – теоретично можлива кількість продукції.

Для хімічних реакцій теоретичний вихід визначається за рівнянням реакції з врахуванням кількості початкової сировини.

Вихід продукції в момент рівноваги (X_p) визначається за формулою:

$$X_p = \frac{M_p}{M_m} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де M_p – отриманий продукт в момент рівноваги;
 M_t – теоретично отриманий продукт.

Для незворотних процесів $X_p = 1$, для зворотних – $X_p < 1$, оскільки рівновага настає при неповному перетворенні реагуючих компонентів в продукти реакції.

Для техніко-економічних розрахунків використовуються фактичні обсяги виробництва продукції X_{ϕ} за такою формулою:

$$X_{\phi} = \frac{M_{\phi}}{M_p} \cdot 100\% = \frac{M_{\phi}}{M_m * X_p} \cdot 100\%. \quad (3.3)$$

Фактичний вихід продукту повністю характеризує повноту технологічного процесу. Він визначається на основі практичних даних і використовується для порівняльної оцінки одного і того ж продукту, виробленого різними способами або різними підприємствами. Чим більше X_{ϕ} , тим досконаліша організація виробництва і кращі економічні показники.

Інтенсифікація хіміко-технологічних процесів

Інтенсифікація – прискорення. Прискорення хіміко-технологічних процесів може відбуватися під впливом таких факторів:

- підвищення температури;
- використання каталізаторів;
- підвищення концентрації реактивних речовин;
- підвищення тиску (діє тільки для реакцій з газоподібними речовинами);
- переміщення;
- турбулізація (дає можливість замінити дуже повільну звичайну дифузію молекул примусовим і більш швидким хаотичним рухом за рахунок великих швидкостей переміщення взаємодіючих потоків. Супроводжується посиленням перемішуванням мас при одночасному збільшенні поверхні контакту реагуючих речовин).

Основними *шляхами інтенсифікації хіміко-технологічних процесів* при застосуванні нових способів дії на речовини можуть бути:

- радіаційне та ультразвукове опромінення;
- нейтронне опромінення;
- наднизька температура;
- надвисокий та наднизький тиск;
- дія відсутності гравітації (космічні технології);
- лазерне опромінення.

Термічні процеси

Термічними називають такі технологічні процеси, у ході яких головним рушієм є теплота. Термічні процеси відбуваються при високих або низьких температурах. За цією ознакою ТП можна розділити на високотемпературні і низькотемпературні.

Високотемпературні процеси – це процеси, які відбуваються при температурах від 300 до 1500° С. У промисловості високотемпературні процеси використовуються для отримання:

- 1) чавуну, сталі, кольорових металів у металургії;
- 2) виробництва будівельних матеріалів;
- 3) переробки (піролізу) палива;
- 4) отримання кислот у хімічній промисловості;
- 5) мінеральних добрив;
- 6) органічних речовин.

Оптимальною температурою може бути лише економічно обґрунтована. Вона підбираються з урахуванням мінімального зносу обладнання, вартості будівельних матеріалів і тепловтрат.

Низькотемпературними називаються такі технологічні процеси, протікання яких потребує охолодження сировини.

При охолодженні речовини рух атомів і молекул поступово сповільнюється і припиняється при температурі $-273,15^{\circ}\text{C}$. Температури, близькі до «абсолютного нуля» ($-273,15^{\circ}\text{C}$), називають **кріогенними** температурами (від грецького «кріо» – (холод)). Коли речовина охолоджується до дуже низької температури, її властивості змінюються. Наприклад, еластична гума стає крихкою і якщо по ній вдарити молотком – розлетиться на шматки.

Низькі температури, що використовуються в промисловості, традиційно поділяються на чотири області:

Перша – область **помірно низьких температур** (від $+27^{\circ}\text{C}$ до -73°C). У цьому діапазоні температур зберігаються продукти харчування. Далі йде область **глибокого холоду** (від -73°C до -203°C). При цих температурах повітря розпадається на складові, а кисень, азот і т.д. зріджуються. Далі йде **кріогенна** область (від -203°C до $-272,7^{\circ}\text{C}$). У цьому діапазоні температур гелій та інші гази скраплюються. Нижче від $-272,7^{\circ}\text{C}$ знаходиться область **наднизьких температур**.

Кріогенні процеси застосовуються в харчовій промисловості, ракетобудуванні, медицині, енергетиці, біології. У медичній галузі застосовується кріохірургія, операції при якій проводять майже без виділення крові.

Барометричні процеси

Барометричними (від грецького – тягар, вантаж) називають такі технологічні процеси, у ході яких головним рушієм є тиск.

Тиск використовується під час видобутку корисних копалин і транспортування їх до місця переробки. Зміна форми і розмірів заготовки (кування, прокатка, штампування тощо), регулювання балансу хімічних процесів.

У технології використовується високий та низький тиск. Атмосферний тиск є умовною границею, яка ділить тиск на низький і високий. Для створення обох видів тиску потрібне спеціальне обладнання.

Тиск, нижчий за атмосферний, називається **низьким** тиском або **вакуумом**.

Сутність процесів під тиском або у вакуумі полягає в зміні умов процесу і впливі тиску на структуру, форму і властивості матеріалів. Вакуумуванням очищають розплавлені метали і сплави від розчинених у них газів (кисню, азоту, водню), неметалевих включень тощо, підвищують щільність виливків, отриманих литтям.

Високий тиск. Цей вид тиску використовується для перетворення газоподібної, рідкої та твердої сировини в готову продукцію. Стиснений газ займає менший об'єм, що призводить до збільшення концентрації. Швидкість хімічних реакцій є пропорційною до концентрації реагуючих речовин. Однак підвищення тиску понад 32 МПа є економічно не вигідним, оскільки витрати енергії на створення тиску зростають швидше, ніж збільшення виробництва.

Каталізні процеси

Каталізними називають такі технологічні процеси, в ході яких головним рушієм є каталізатори.

Каталіз (від грецького – руйнування) – це зміна швидкості хімічної реакції в присутності каталізатора.

Каталізатор – речовина, яка змінює швидкість хімічної реакції, але сама (хімічно та кількісно) не змінюється.

Каталізатори збільшують швидкість хімічних реакцій у тисячі або навіть мільйони разів. Каталітичні процеси є основою виробництва аміаку, бензину, азотної кислоти, сірчаної кислоти, альдегідів, спиртів тощо. Каталіз широко використовується у виробництві фармацевтичних препаратів і миючих засобів.

Каталіз лежить в основі перспективного способу отримання рідкого палива з вугілля, сланців і торфу.

У більшості випадків каталітичні процеси безперервні, замкнуті, економічні, енергозберігаючі та високопродуктивні. За техніко-економічними показниками каталітичні процеси не мають рівних.

Кожен вид продукції виробляється з використанням унікального каталізатора.

У технологічних процесах найбільш широко використовуються тверді та рідкі каталізатори.

До **твердих каталізаторів** належать метали (мідь, срібло, платина, хром та ін.) й оксиди (V_2O_5 , SiO_2 , Al_2O_3 , тощо).

До **рідинних каталізаторів** належать кислоти та луги (сірчана (H_2SO_4) та фосфорна (H_3PO_4) кислота).

Електрохімічні процеси

Електрохімічні процеси – це технологічні процеси, що здійснюють перетворення електричної енергії в хімічну і навпаки.

Перетворення хімічної енергії в електричну відбувається в гальванічних елементах. В результаті такого переходу гальванічний елемент стає джерелом постійного струму.

Коли електрична енергія вводиться в хімічну систему (розчин або розплав) у вигляді постійного струму за допомогою електродів, відбувається хімічний процес, який називається **електролізом**.

В сучасній промисловості електроліз водних розчинів, розплавлених солей і лугів широко використовують у хімічній, металургійній та металообробній промисловості.

За допомогою електролізу водних розчинів отримують продукти неорганічної хімії: водень, кисень, хлор, їдкий натрій та ін.

Електроліз розплавів солей використовують для виробництва легких і важко плавких металів, для рафінування металів і отримання сплавів. Такі метали, як алюміній, магній, натрій, літій, можна отримати тільки електрохімічними методами.

Основним **недоліком** електрохімічних процесів є висока енергоємність, яка становить основну частину собівартості продукції. Тому підприємства, які використовують електрохімічні процеси, повинні раціонально використовувати електричну енергію.

Біохімічні процеси

Біохімічними називаються такі технологічні процеси, головним рушієм яких є вибрані мікроорганізми.

Мікроорганізми – це бактерії та мікроскопічні грибки. Мікроорганізми можуть жити у різних середовищах: одні з них для життя не потребують кисню – **анаеробні**, інші без кисню не можуть жити – **аеробні**. У технології найчастіше використовують аероби.

Біохімічні процеси є основою біотехнології.

Біотехнологією називають науку про отримання продукції з використанням біохімічних процесів. Біотехнологія широко використовується в харчовій, фармацевтичній, гірничорудній і хімічній промисловостях, у процесі очищення стічних вод тощо

(бродиння тіста спричиняють дріжджові грибки, скисання молока – молочнокислі бактерії).

Для культивування мікроорганізмів використовують дешеву сировину, наприклад стічні води, побічну продукцію промислових підприємств (сапропель, меляса, сироватка), а також відходи целюлозно-паперової промисловості).

Біохімічні процеси призначені для виробництва продукції, яка використовується в медицині (виробництво вітамінів, антибіотиків), сільському господарстві (виробництво кормових дріжджів, бактеріальних добрив, засобів охорони рослин), харчовій промисловості (молочнокисле, дріжджове, спиртове, виннокисле бродиння).

Біохімічні процеси відбуваються під дією каталізаторів (ферментів), гормонів та мікроорганізмів. Найбільше значення у промисловості має ферментативний каталіз та мікробіологічний синтез.

Біохімічні процеси складаються із наступних стадій:

- приготування поживної маси та її стерилізації;
- отримання необхідних мікроорганізмів у чистому вигляді;
- основна ферментація;
- виділення продукції у чистому вигляді, її пакування та збереження.

Для проведення реакцій застосовують ферментатори.

В останній час отримали широке розповсюдження мікробіологічні процеси виробництва органічних кислот, спиртів, розчинників, очистка стічних вод. В порівнянні з хімічними вони мають ряд переваг:

- нижча температура протікання;
- нормальний тиск;
- простіше устаткування, що сприяє спрощенню технології, зниженню капіталовкладень та експлуатаційних витрат.

Плазмові процеси

Плазмовими називають такі технологічні процеси, головним рушієм яких є плазма.

Плазма – це іонізований газ, що складається з позитивно й негативно заряджених частинок і нейтральних атомів і молекул.

Кількість позитивних і негативних частинок у плазмі приблизно однакова. Отже, плазма є електрично нейтральною

речовиною. На відміну від газоподібних речовин плазма яскраво світиться, є електропровідною, активно взаємодіє з магнітним полем. Прикладами плазми є полум'я з сопла ракетного двигуна, іскри від приладів, електричної дуги, блискавки тощо.

Плазма умовно поділяється на «холодну» і «гарячу». «Холодна» плазма має температуру в межах 10^3 – 10^5 °С. Температура «гарячої» плазми становить 10^6 – 10^8 °С.

Прикладом «гарячої» плазми є Сонце, епіцентри вибухів атомних і водневих бомб. «Холодна» плазма зустрічається в природі у вигляді кульових блискавок. У промисловості вона використовується в хімічному синтезі неорганічних і органічних сполук, виробництві композиційних матеріалів, порошків, виробництві сталі, вирощуванні монокристалів, різанні та зварюванні конструкційних матеріалів, виробництві металів надвисокої чистоти та ін. [1].

Використання плазми в цій технології є цінне тим, що плазма володіє високою швидкістю потоку, що дуже важливо при різанні. Плазма видуває розплавлений метал із зони різання.

Реагенти (сировина) можуть бути як у газоподібному, так і в твердому стані. Залежно від агрегатного стану реагентів плазмові процеси можна розділити на **гомогенні та гетерогенні**.

Під час протікання **гомогенного** плазмового процесу реагенти разом із плазмою перебувають у газоподібному стані. Такі процеси відбуваються при окисленні азоту, виробництві ацетилену з природного газу тощо.

При протіканні **гетерогенних** плазмових процесів сировина і плазма знаходяться в різних агрегатних станах. Плазма знаходиться у вигляді газу, а вихідний матеріал – у вигляді порошку або рідини. Використовуються такі процеси при відновленні комплексних сполук в оксидних рудах, виробництві нітридів, карбідів, каталізаторів та ін.

Фотохімічні процеси

Фотохімічними називаються такі технологічні процеси, які спричиняються світлом або відбуваються під його дією.

Механізм цих процесів заснований на активації молекул реакційноздатних речовин при поглинанні ними порцій світлової енергії. Ці процеси використовуються для синтезу хлористого водню, генерації електричного струму в сонячних елементах,

хлорування, бромовання водню, деяких полімерів, фотографічній справі та синтезу органічних речовин шляхом окислення. Ряд продуктів, отриманих за допомогою фотохімічних процесів, також можна отримати за допомогою інших процесів (наприклад, термічних процесів). Проте фотохімічним реакціям надають перевагу, оскільки швидкість реакції легко контролювати, що призводить до дуже чистих продуктів та низького споживання енергії.

Радіаційно-хімічні процеси

Радіаційно-хімічними називають такі технологічні процеси, в яких основними рушійними силами є рентгенівське, гамма-випромінювання, електрони, протони, нейтрони, альфа-частинки, бета-частинки тощо.

Джерелами цих променів є ядерні реактори, прискорювачі частинок і радіоактивні ізотопи.

Радіаційно-хімічні процеси широко використовуються в технології отримання речовин із наперед заданими властивостями, або які неможливо отримати іншими способами.

Радіаційно-хімічні технології включають:

➤ дослідження і розробку методів і пристроїв з використанням ядерного випромінювання для отримання засобів і продуктів споживання;

➤ вирішення екологічних проблем.

Радіаційно-хімічні процеси мають **багато переваг** порівняно з хімічними процесами, які іонізуються іншими джерелами енергії:

- швидкість процесу практично не залежить від температури;
- швидкість легко регулюється, змінюючи потужність дози випромінювання;
- більш чистий матеріал виходить за рахунок відсутності каталізатора;
- заміна багатоетапних процесів синтезу на одноетапні процеси.

Промисловість попередньо визначила наступні сфери застосування радіаційно-хімічних процесів:

1. Радіаційна полімеризація (радіоелектроніка, медицина):

✓ полімерні матеріали високої чистоти (етилен, акриламід);

✓ деревно-полімерний матеріал, який використовується у виробництві термостійких моделей, деталей конструкцій і лиття в машинобудуванні.

2. Радіаційне зшивання полімерів (+ вулканізація):

✓ вулканізація гуми, модифікація натуральних і синтетичних волокон і деревини шляхом нанесення полімерів на тканини;

✓ водовідштовхувальний, маслостійкий, вогнестійкий і світлостійкий матеріал.

3. Радіаційна очистка стічних вод, твердих побутових відходів і газу (водопідготовка, очищення промислових та побутових вод).

В останні роки радіація стала використовуватися в медицині для діагностики та лікування. **Недоліками радіаційно-хімічних процесів** є необхідність дотримання особливих правил безпеки та обов'язкове захоронення радіоактивних залишків.

Лазерні процеси

Лазерними називають такі технологічні процеси, в ході яких основною рушійною силою є монохроматичне випромінювання.

Джерело інтенсивного монохроматичного світла називається **лазером**. Лазер (з англ. – посилення світла за допомогою індукованого випромінювання).

В даний час відомо більше 350 сфер людської діяльності, де використовуються лазери. Це – військова справа, телебачення, біологія, медицина, локація, системи передачі інформації, спектроскопія, виготовлення мікросхем, синтез нових матеріалів.

Відомо чотири типи лазерів: тверді, напівпровідникові, рідинні і газові.

Найпоширенішими є **тверді лазери**. Виготовляють їх з монокристалів штучного рубіну і скла з неодимового сплаву. Діаметр лазера від 3,5 до 16 мм. ККД рубінових лазерів становить 0,1–0,5%, тоді як у інших лазерів не перевищує 2%.

Тіло **напівпровідникових лазерів** найчастіше виготовляються з таких матеріалів, як арсенід галію, силіцію легованого індієм, арсеніду індію тощо. ККД цих лазерів становить 40–50%. Окрім високої ефективності, ці лазери мають ще й невеликі розміри. Виготовляється з монокристала розміром 1 мм³. Це перспективний тип лазера, який вже зарекомендував себе в сферах зв'язку, голографії, космічних технологіях, медицині тощо.

Тіло **рідинного лазера** виготовляють з розчинів неорганічних сполук рідкоземельних елементів і органічного барвника (оксихлорид селену з домішками неодиму).

Основним робочим компонентом будь-якого **лазерного пристрою** є так зване активне середовище. Воно є не тільки джерелом спрямованого потоку, але і в деяких варіантах може значно його посилювати. Саме такою особливістю і володіють газові суміші, які виступають активною речовиною в лазерних установках. При цьому існують різні моделі подібних пристроїв, що відрізняються як конструкцією, так і характеристиками робочого середовища.

Для зарядки активного тіла енергією в газі застосовуються електричні розряд, які створюються електродами в порожнині трубки приладу.

Внутрішній діаметр газорозрядної трубки лазера зазвичай становить 1,5 мм. Діаметр оксиднотанталового катода може досягати 48 мм при довжині елемента в 51 мм. При цьому конструкція працює під дією постійного струму напругою 1000 В. Для гелій-неонових лазерів потужність випромінювання невелика, обчислюється, як правило, десятою часткою вата.

Моделі на вуглекислому газі передбачають використання трубок діаметром від 2 до 10 см. Примітно, що газовий лазер, який працює в безперервному режимі має дуже високу потужність. З точки зору експлуатаційної ефективності, цей фактор іноді йде в плюс, однак для підтримки стабільної функції таких приладів потрібні довговічні і надійні дзеркала з підвищеними оптичними властивостями. Як правило, використовують металеві та сапфірові елементи з обробкою золотом [9].

Класифікація газових лазерів передбачає їх поділ за типом газової суміші на: *іонні, гелій-неонові, хімічні середовища та моделі на вуглекислому активному тілі.*

Для виготовлення конструкції приладу *іонні газові лазери* вимагають застосування матеріалів з високою теплопровідністю. Зокрема, використовуються металокерамічні елементи і деталі на основі берилієвої кераміки. *Гелій-неонові середовища* можуть працювати на різних довжинах хвиль за інфрачервоним випромінюванням і в спектрі видимого світла. Дзеркала резонатора

таких апаратів відрізняються наявністю багаточарових діелектричних покриттів.

Хімічні лазери представляють окрему категорію газових трубок. Вони також передбачають використання як робочого середовища газових сумішей, але процес утворення світлового випромінювання забезпечується хімічною реакцією. Тобто газ використовується для хімічного збудження. Пристрої такого типу вигідні тим, що в них можливий прямий перехід хімічної енергії в електромагнітне випромінювання.

Практично всі газові лазери вирізняються високим ступенем надійності, довговічністю та доступною ціною. Ці фактори сприяли їх *широкому поширенню в різних галузях* (гелій-неонові апарати знайшли застосування в нівелювальних операціях, які виконуються в шахтних роботах, в кораблебудуванні, при будівництві різних споруд, використовуються в організації оптичного зв'язку, в розробці голографічних матеріалів і квантових гіроскопів).

Не стали винятком з точки зору практичного застосування і аргонові лазери, які демонструють свою ефективність у сфері обробки матеріалів. Зокрема, подібні пристрої застосовуються при різанні твердих порід і металів.

До *переваг газових лазерів* відносять високу спрямованість і загальну якість світлового пучка. Що стосується *недоліків*, то для розкриття потенціалу газових середовищ необхідна велика напруга.

На практиці для проведення технологічних процесів найчастіше використовують тверді та газові лазери.

Ультразвукові процеси

Ультразвуковими називаються такі технологічні процеси, у ході яких головним рушієм є ультразвук.

Ультразвуком називаються пружні механічні коливання, які поширюються в середовищі на частотах понад 20 кГц.

Ультразвук використовується для прискорення технологічних процесів у харчовій промисловості, таких як засолювання м'ясних продуктів, консервування овочів, дозрівання картопляного пюре, майонезу, вершків, маргарину, сиру тощо.

Ультразвук широко використовується як для змочування, так і для сушіння сировини і готової продукції. Це особливо важливо у фармацевтичній та хімічній промисловості, де сушіння при високих температурах може спричинити розкладання та руйнування речовин.

Ультразвук може допомогти виявити приховані дефекти в деталях, не руйнуючи їх. Ультразвукові хвилі використовуються для очищення поверхні виробів перед нанесенням покриття та перед пайкою. Ультразвук використовується військовими моряками для виявлення підводних човнів і пошуку затоплених кораблів тощо.

3.3. Визначення оптимальних параметрів технологічного процесу

При декількох варіантах технологічних процесів вибирають оптимальний. Без визначення сутності технологічного процесу і параметрів, що найбільш повно його характеризують, неможливо виявити чинники, що позитивно впливають на його розвиток. Для цього проводять техніко-економічну оцінку технологічного процесу на основі техніко-економічних показників.

Оптимізація – це одержання найкращих результатів за відповідних умов. Для оптимізації складних процесів використовуються статичні методи планування експерименту.

Складним процесом називають багатостадійний процес, який відбувається при високих температурах з високими швидкостями, високим тиском і в якому беруть участь декілька фаз (систем). При цьому такі процеси характеризуються складністю операцій і великою їх кількістю, а також великою кількістю різного обладнання.

Відомо, що продукцію високої якості можна отримати лише при дотриманні певних технологічних режимів. Для цього необхідне математичне моделювання технологічних процесів, кінцевою метою якого є отримання адекватної моделі та знаходження оптимального технологічного режиму.

Математичні моделі також дозволяють управляти процесом при зміні параметрів. Математичну модель оптимальних режимів технологічного процесу будують (розробляють), спираючись на експериментальні дані. Експеримент проводиться за визначеним планом. Кількість дослідів невелика – 9–12. Основоположником статистичної теорії планування експерименту є Р. Фішер (Великобританія). Кількісна оцінка об'єкта оптимізації називається критерієм або параметром оптимізації. Для правильної постановки задачі необхідне виконання таких умов:

Наявність об'єкта оптимізації (технологічного процесу).

Вибір факторів, від яких залежить процес і які дозволяють змінити його стан відповідно до вимог.

Правильно поставлена мета оптимізації, тобто оптимізації однієї певної величини.

Наявність кількісної оцінки величини, яка оптимізується (критерію або параметра).

Таким чином, вид параметра або критерію оптимізації визначається конкретним завданням. З точки зору економіки, загальна ефективність технологічного процесу (R) при його оптимізації включає такі показники:

- продуктивність (Π) (обсяг продукції за одиницю часу);
- обсяг капіталовкладень (K);
- експлуатаційні затрати (E);
- обсяг продукції, яка випускається, або кількісний показник (O).

Отже, в загальному випадку отримуємо наступну залежність:

$$R = f(\Pi, K, E, O). \quad (3.4)$$

Розглянемо будь-який технологічний процес у загальному вигляді та умовно покажемо схему з основними параметрами або групами параметрів, які змінюють його стан (рис. 3.7).

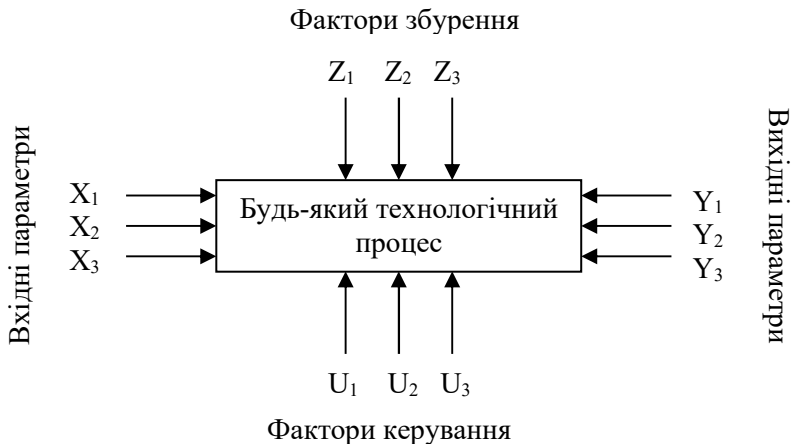


Рис. 3.7. Схема управління технологічним процесом

Позначимо вхідні параметри через $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_i$. Ці фактори вимірювані, контрольовані, але впливати на них не можна. Їх значення не залежать від режиму процесу і не вимірюються в ході процесу. Наприклад, склад вихідної сировини.

Позначимо фактори керування, якими можна впливати на управління процесом, через $U_1, U_2, U_3, \dots, U_k$. Наприклад, кількість вихідної сировини або величина тиску, температури тощо.

Позначимо фактори збурення через $Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n$. Ці фактори випадково змінюються в часі і не піддаються вимірюванню. Наприклад, склад різних домішок у вихідній сировині чи зміна активності каталізатора та ін.

Позначимо вихідні параметри (тобто параметри, які піддаються оптимізації) через $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$. Ці значення Y залежать від стану процесу, тобто визначаються станом, який виникає в результаті взаємодії X_i, U_k, Z_n (загальна дія вихідних факторів, які управляють дією збурень).

Якщо всі вихідні параметри (частіше за все технологічні чи техніко-економічні) позначимо через Y – кратній оптимізації, а вихідні фактори через X, U, Z – параметри, то процес моделювання зводиться до встановлення математичної залежності між вихідними і вхідними параметрами:

$$Y = f(X, U, Z). \quad (3.5)$$

Концепції оптимального розміщення обладнання включає:

- ✓ мінімальну протяжність комунікацій;
- ✓ використання природного тиску для транспортування рідин і сипучих матеріалів;
- ✓ централізоване розміщення обладнання для використання однотипних процесів (операцій);
- ✓ дотримання встановлених пріоритетів щодо виконання технічних завдань та правил охорони праці.

Принципи оптимального варіанту включають визначення потужності технологічних ліній, сумісність продуктивності окремих видів устаткування з потужністю технологічної лінії, безперервність або періодичність роботи окремих дільниць (обладнання). Якщо визначається періодичність або безперервність роботи лінії, то порівнюють економічні показники обох методів, особливо за

собівартістю продукції. Постійні витрати (амортизаційні відрахування, експлуатаційні витрати, заробітна платня) від продуктивності не залежать. Для безперервних процесів вони більші ніж для періодичних.

Змінні витрати (електрика, пара, вода) пропорційні потужності. Їх значення буде вищим для періодичних процесів із більш частими періодами запуску, зупинки, розігріву та охолодження. Витрати на сировину пропорційні продуктивності та однакові для обох процесів. Відпускна ціна однакова для періодичного та безперервного процесів.

Потужність, яка може зробити процес нерентабельним, менша для періодичних установок, ніж для агрегатів неперервної дії. Таким чином, іноді може бути корисним періодичний процес.

Сучасні методи оптимізації дозволяють знайти оптимальне рішення лише за одним критерієм. Коли об'єкт оптимізації необхідно оцінити за кількома критеріями, зазвичай вибирають компромісне рішення. Одним із способів визначення та формалізації зв'язків між різними критеріями є рішення Парето. Рішення Парето вважається оптимальним, якщо значення будь-якого критерію можна покращити лише шляхом погіршення значення останнього критерію. Методи оптимізації за Парето визначають правила відбору на основі формальних властивостей, які вказують на те, що одні критерії кращі за інші.

Найпростішим засобом знаходження оптимального рішення є відбір всіх можливих варіантів з наступним їх порівнянням. Цей метод використовують при обмеженій кількості варіантів або при порівняно нескладних обчислювальних процедурах.

В основу всіх математичних методів пошуку оптимальних рішень покладено принцип відбору малої частки варіантів, визначеної шляхом логічної процедури аналізу початкової задачі.

3.4. Світові тенденції розвитку прогресивних технологій та їх роль у ресурсозбереженні

В українській промисловості працюють сотні енергетичних об'єктів, серед яких котли, печі та потужні сушарки. Вони споживають до 70% загальної кількості органічного палива, що витрачається в країні. Ось чому енергозбереження є таким

важливим. Адже через нестачу власних енергоресурсів у нашій країні третина нашого ВВП витрачається на закупівлю палива.

В енергетичних планах багатьох розвинутих країн світу когенераційний напрямок інтенсивно впроваджується як один із основних та активно підтримується та пропагується.

Когенерація – це поєднання принаймні двох технологій виробництва енергії зі спільними властивостями в одному процесі. А саме, перетворення тепла палива на теплову, електричну і механічну енергію, а також на генерування пари. Наприклад, частка когенераційних потужностей в енергетичному секторі Данії становить приблизно 60%, Нідерландів – 43%, Фінляндії – 33%, Австрії – 25%. В Україні лише 7% електроенергії виробляється в когенераційних циклах (з наявними ТЕЦ).

Запропонований у нашій країні новий підхід до впровадження цих технологій принципово відрізняється від зарубіжних. В його основу покладено ідею надбудови існуючих теплогенеруючих потужностей енергоблоком з газотурбінним або газопоршневим двигуном, який відводить відпрацьовані гази в топку котла. Екзотермічний процес тут відбувається шляхом допалювання природного газу або іншого палива в потоці вихлопних газів теплового двигуна, використовуючи все тепло в котлі [4].

Такий підхід забезпечує найвищу технічно можливу ефективність використання палива та дозволяє виробляти енергію в когенераційному циклі, зменшуючи споживання палива менш ніж на 140 г на 1 кВт/год. Для порівняння: цей показник на існуючих конденсаційних електростанціях перевищує 380 г на кВт·год.

Перетворення, що лежать в основі технології когенерації, відбуваються з різною ефективністю. Наприклад, більше 90% тепла від палива є доступним, але лише 40% використовується на електростанції, а решта викидається в навколишнє середовище. Коли ці два процеси поєднуються, тепло, що виділяється електростанцією, утилізується в котлі. Потім електроенергію отримують за допомогою високоефективного когенераційного процесу. При приблизно тому самому споживанні палива ви отримуете додатково на 10% більше потужності за рахунок отриманого тепла та підвищення ефективності процесу.

Загальна когенераційна технологія реалізується на електростанціях з вбудованим утилізатором тепла. Це означає, що

тепло, яке раніше викидалося з газової турбіни, використовується в цьому утилізаційному пристрої і подається на промислові підприємства та житлові будинки. ККД такого обладнання становить приблизно (70–75)%.

Природа нової технології наступна. Як уже зазначалося, існує багато об'єктів, де виробляється тепло, пара, гаряча вода тощо. Це різноманітні технічні схеми в промислових, комунально-побутових і газотранспортних системах, в яких встановлено багато газотурбінних приводів нагнітачів магістральних газопроводів. Усі ці об'єкти можна перетворити на малі електростанції, додавши газові турбіни чи поршневі двигуни.

Теплогенератори – це локальне обладнання, яке функціонує на виробничих майданчиках і в населених пунктах, наприклад, для опалення будинків і подачі гарячої води. Однак значна кількість виробленого ними тепла викидається «на вітер». Водночас електроенергія потрібна скрізь, універсальна і може передаватися на великі відстані. Однак, як правило, теплоенергетичне обладнання не завжди поєднується. Часто там де потрібна електрика, немає куди дівати тепло. У таких випадках звичайна технологія когенерації не може бути запроваджена. Однак, якщо переробити існуючий теплблок на електростанцію, то проблеми зі збутом тепла не виникне.

Візьмемо для прикладу цементну піч. Для нормальної її роботи є важливим дотримання технічного режиму, тобто певної температури і необхідного її розподілу по всьому об'єму печі. При поєднанні такого об'єкта з газовою турбіною продукти її згоряння виводяться в топку. Однак їх температура недостатня для забезпечення технологічних процесів. Тому в таких когенераційних установках необхідно застосовувати процес допалювання в потоці вихлопних газів турбіни. Це друга особливість запропонованого підходу.

Це саме те, чого немає в звичайних когенераційних установках, які використовуються в Європі та Америці. З іншого боку, було виявлено, що допалювання значно підвищує загальну ефективність використання палива. Якщо схема утилізації була (70–75)%, форсаж збільшує цей показник до (90–92)%.

Процес спалювання в газових турбінах відбувається з надлишком повітря, що дозволяє знизити початкову температуру

газу. Якщо використовується схема пасивної когенерації, продукти згоряння газової турбіни, що надходять до утилізатора, будуть містити такий же надлишок повітря. Натомість нова технологія забезпечує можливість повністю спалити кисень і уталізувати надлишок, завдяки чому досягається така висока ефективність. Для реалізації теплоти пароутворення при спалюванні природного газу до схеми когенерації додається глибинна утилізаційна установка, яка зазвичай не враховується при оцінці енергетичних показників. Це підвищує ефективність використання палива додатково на (10–12)%. Ще однією перевагою запропонованої технології є організація процесу допалювання, що дозволяє зменшити шкідливі викиди [8].

Компанія ASH DEC (США) розробила новий ефективний метод переробки паливних відходів, заснований на новому фізичному явищі – фільтраційному горінні у зверхдіабатичному режимі, при якому температура горіння в реакційній зоні істотно перевищує адіабатичну температуру горіння. Використання зверхдіабатичних режимів створює можливості ефективно переробки різноманітних горючих відходів за допомогою газифікації з високою енергетичною ефективністю, безпечністю для навколишнього середовища і порівняно низькими витратами на переробку.

Технологічний процес термообробки складається з двох стадій, на першій стадії оброблюваний матеріал газифікується в режимі зверхдіабатного горіння повітрям і паром. Горючі продукти – гази, що містять водень H_2 , монооксид вуглецю, а в деяких випадках вуглеводні та інші органічні сполуки, спалюються на другій стадії у звичайних енергетичних установках (наприклад, парових або водонагрівних котлах) із виробництвом тепла та електроенергії.

Характеристики цього процесу полягають у тому, що як тверді, так і газоподібні продукти видаляються з реактора при низькій температурі, а тепло, що виділяється під час горіння, не видаляється з реактора, а зберігається в зоні горіння і використовується для утворення водню з води та, частково, монооксиду вуглецю з вуглеводневих речовин.

Сировина завантажується в реактор через лійку-затвор. Повітря і пара подаються з нижньої частини реактора. Продуктовий газ виходить із верхньої частини реактора, а залишок шлаку виходить із нижньої частини реактора. Перероблена суміш в

реакторі опускається під дією власної ваги. Окремі типові зони розташовані по висоті реактора. У верхньому шарі підтримується температура в межах $(100\text{--}200)^\circ\text{C}$. Тут сировину підсушують фільтрованим газоподібним продуктом. В результаті газоподібний продукт збагачується водяною парою. Нижче розташовані зони, де відбувається піроліз і коксування компонентів органічного походження в бідному на кисень середовищі.

У цій зоні газоподібні продукти збагачуються леткими продуктами піролізу. У центральній частині реактора розташована зона газифікації, де коксівні компоненти органічного походження реагують з киснем, водяною парою і вуглекислим газом при $(1000\text{--}1200)^\circ\text{C}$. Частина коксу окислюється до CO_2 , в результаті чого в зоні газифікації підтримується висока температура. У подальшій нижній зоні твердий залишок, що складається в основному з неорганічних речовин, поступово охолоджується в потоці середовища газифікації. Тут витрачаються залишкові компоненти органічного походження і вуглець. У нижній частині реактора твердий залишок охолоджується приблизно до 100°C .

Зазначена технологія була успішно випробувана на наступних видах відходів:

- газифікація нестандартних вугільних відходів із генеруванням горючого газу;
- переробка зношених автомобільних покришок і гумових відходів із витягом корду та одержанням порошку оксиду цинку, піролізних масел і горючого газу;
- переробка відходів деревообробної і целюлозно-паперової промисловості з одержанням горючого газу і піролізних смол;
 - спалювання відпрацьованих масел і масляних шламів;
 - спалювання твердих міських відходів;
 - спалювання шламу з каналізаційних відстійників;
 - знешкодження ряду промислових відходів, включаючи фарби, лаки, хімічні відходи;
- нешкідливе для навколишнього середовища спалювання на місці лікарняних відходів;
- спалювання біомаси для виробництва енергії.

3.5. Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні

Військові дії, які уже другий рік тривають в Україні, багаторічна орієнтація промисловості України на застарілі технології в усіх її галузях, «добили» промисловий та сільськогосподарський потенціал країни. Для того, щоб відродити промисловість і сільське господарство, необхідно ефективно використовувати інженерно-технічний потенціал держави.

Актуальним для кожного виробничого підприємства є пошук нових альтернативних джерел енергії. Природні умови України дозволяють використовувати енергію припливів і відливів, сонячні та вітряні джерела енергії. Великі завдання стоять перед промисловою екологією.

Важливого значення набуває нині вплив держави на запровадження нових технологій у суспільстві.

Згідно зі світовою практикою, найефективнішим механізмом стимулювання прогресу технологічних систем є конкурентне ринкове середовище, в якому держава має захищати та підтримувати лише тих суб'єктів ринку, які беруть на себе тягар інноваційної діяльності.

Втручання держави в ринкові відносини між підприємствами з метою стимулювання корпоративних інноваторів технологічних систем призводить до перерозподілу зовнішніх ефектів на користь корпоративних інноваторів.

З метою реалізації державної політики підтримки інноваційної діяльності в Україні рекомендовано використовувати такі критерії інноваційності для всієї технологічної системи та галузі, для яких може надаватися державна підтримка та стимулювання розвитку:

- параметри наукоємності виробництва. Сюди входять фактичні витрати на проведення наукових досліджень і конструкторських розробок, співвідношення витрат на такі дослідження до обсягу реалізації технологічної та іншої продукції, а також щорічний приріст витрат на науково-технічні розробки;
- параметри конкурентоспроможності технології та виробництва, які можуть складатись з показників якості продукції, характеристики каналів збуту, структури та частки ринку;
- параметри експортоздатності продукції, які відображають частку товарів, що продаються за кордоном, продукції, що

реалізується за вільно конвертовану валюту першої категорії, ринку окремих країн або навіть регіонів;

- параметри оновлення продукту, які виражається показниками коефіцієнта оновлення продукції (частці нових товарів у загальному обсязі виробництва), і в залежності від розуміння новизни (новими вважаються товари віком 1–2 роки) в часі для того чи іншого виду таких коефіцієнтів може бути декілька.

- параметри якості продукції, які найбільш точно можна визначити через характеристики сертифікації продукції.

В економічній літературі виділяється декілька причин, чому необхідна державна підтримка інноваційної діяльності:

- окремі підприємства та окремі особи не в змозі привласнювати прибуток, що виникнув від їх інноваційної діяльності в суспільстві. Але цього загального прибутку не було б досягнуто, якби підприємство не запровадило цю інновацію;

- ризики, які існують під час інноваційного впровадження нових технологічних систем, часто виходять за межі можливостей малих і середніх підприємств через високу ймовірність банкрутства;

- неможливо організувати відповідний науково-технологічний інформаційний простір відповідно до потреб лише окремих підприємств;

- недосконалі ринки капіталу для отримання традиційного фінансування інноваційних технологічних проєктів;

- можливість уникнути розпорошення ресурсів суспільства у разі необґрунтованого дублювання робіт з наукових досліджень, розробок та впровадження;

- забезпечення потреби національної безпеки. Особливо це стосується військової техніки, де інноваційні технології вирішують стратегічні переваги країни;

- зовнішні стосунки країни та її окремих підприємств. Інколи буває важливо підтримати свої інноваційні технологічні ініціативи всупереч ринковій ситуації, яка складається на певний момент, заради майбутнього зростання.

Таким чином, аналіз фактичних даних підтверджує положення про те, що велика увага до розвитку та поширення технологічних систем і витрачання на ці цілі значних коштів державою, мають безпосереднє значення для стимулювання загального економічного розвитку.

Тому головними інструментами державної підтримки інноваційних технологічних систем в Україні є [2]:

- ◆ державне управління в області технологічного прогресу стимулювання чи попиту на інноваційні технології;

- ◆ стимулювання попиту на інноваційні технології, коли центральний чи регіональний уряд купує (або укладає відповідні контракти на розробку та виготовлення) інноваційні технології та їх продукти, що являє собою інструменти стимулювання чи попиту;

 - ◆ пропозиції технологій;

 - ◆ забезпечення фінансово-технічної підтримки інноваторів, у тому числі створення науково-технічних установ, що реалізують функції інфраструктури інноваційного процесу;

 - ◆ створення сприятливого інституційно-правового середовища для підприємців-інноваторів;

 - ◆ податкова політика, сприятливий для інновацій загальний стан економіки, умови для особистого розвитку людини, охорона здоров'я, соціальне страхування, охорона природи – все це належить до інструментів створення сприятливого середовища для процесу технологічних інновацій;

 - ◆ підтримка і прямий розвиток науково-технологічної сфери. Тут можливе створення перспективних науково-дослідних інститутів і лабораторій, підтримка громадських наукових об'єднань, освітніх спілок і професійних організацій, надання гарантій на окремі науково-технічні проекти.

 - ◆ розбудова національної інформаційної інфраструктури. Розвиток національних інформаційних мереж, пов'язаних із глобальними мережами: інформаційні центри, різноманітні банки даних, установи, що надають консультаційні, дорадчі та організаційні послуги інноваторам;

 - ◆ розвиток і підтримка національної системи освіти. Повне або часткове забезпечення навчальних закладів, закладів вищої освіти, спеціальної фахової підготовки, систем безперервної підготовки та перепідготовки персоналу, вузькопрофільних курсів навчання та менеджменту;

 - ◆ фінансова допомога. Надання інноваторам грантів, кредитів, субсидій, гарантованих позик, податкових пільг на дослідження тощо;

◆ розвиток та підтримка системи освіти в країні. Повне або часткове утримання закладів освіти, університетів, спеціальної фахової підготовки, системи безперервного навчання і перекваліфікації робочої сили, курсів вузькопрофільного тренінгу та менеджменту;

◆ фінансова допомога. Надання інноваторам грантів, позик, субсидій, гарантованих кредитів, дослідницьких податкових кредитів та ін.;

◆ податкові пільги. Підприємствам та установам, включеним до інноваційного процесу, надаються податкові пільги, що можуть стосуватись як юридичних, так і фізичних осіб, бути прямими і непрямыми;

◆ створення сприятливого правового середовища для інноваторів нових технологічних систем. Це, перш за все, розвиток національного патентного права. Правова основа виробництва та споживання високоякісної продукції: системи виробництва, стандартизації та сертифікації окремих видів продукції, регулювання підприємств-монополістів і видів діяльності, надання тимчасових монополій інноваторам;

◆ посередництво державних установ у замовленні та реалізації інноваційної технологічної продукції. Сюди входять державні замовлення (контракти) на об'єкти технологічної трансформації, створення державних інституцій, що поєднують виробництво науки та різні форми прав власності, створення та сприяння розвитку, наприклад, технопарків, виставок, ярмарків, і т.д.;

◆ сприяння інноваційним розробкам у сфері суспільних послуг: охорона здоров'я, рекреація, приватне та суспільне будівництво, транспорт, телекомунікації, зв'язок тощо.

◆ установа сприяння умов міжнародної комерційної діяльності, торговельних угод, зовнішньоекономічних тарифів, режимів валютного регулювання;

◆ захист прав та інтересів вітчизняних інноваторів у міжнародному трудовому співробітництві та захист у випадках незаконної чи недобросовісної конкуренції.

Питання про науково-технічний і технологічний прогрес посідає незначне місце в існуючих програмах економічних перетворень в Україні. Ця проблематика або відсутня зовсім, або згадується формально.

Такий стан справ нібито об'єктивно відповідає реаліям, що склалися в національній економіці: інфляція, безперервна зміна економіко-правового середовища, постійна соціальна напруженість.

Одним із основних шляхів подолання кризового стану української економіки є інноваційний перерозподіл ресурсів суспільства на користь ефективних, конкурентоспроможних наукомістких технологій та виробництв.

До основних тенденцій та напрямків інноваційно-технологічної діяльності в Україні належать:

- науково-технічні програми та витрати на їх реалізацію;
- прикладні розробки, що зумовлюють науково-технічний і соціальний розвиток країни;
- винахідництво та винахідницька діяльність;
- політика пріоритетів: гостро постає проблема визначення нових пріоритетів технологічної політики та їх соціально-економічного стимулювання;
- інвестиційна політика: рівень нагромадження і, відповідно, інвестицій у країні низький, а отже, потенційні можливості розвитку науково-технічної сфери можуть бути втраченими;
- досягнення Україною конкурентоспроможного рівня технологій та виробництва потребує кваліфікованої розробки й реалізації національної концепції вирішення проблем якості продукції і послуг;
- стимулювання технологічного оновлення. Низькою є активність промислових підприємств щодо підвищення технічного рівня виробництва, комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, освоєння виробництва нових видів машин і устаткування;
- встановлення кредитних пільг підприємствам на інвестиції в технологічне переозброєння виробництва, зокрема, зменшення оподаткування банків при їх кредитуванні, встановлення банкам нормативів частки довгострокових кредитів на такі цілі;
- створення державного фонду технологічного переозброєння і реконструкції виробництва для фінансової підтримки структурної перебудови і технологічного оновлення.

Державні та міждержавні науково-технічні програми посідають істотне місце в реалізації пріоритетних напрямів розвитку української

економіки. На її реалізацію з державного бюджету виділяється значно більше коштів, ніж на виконання галузевих і регіональних програм.

Запитання для самоконтролю

1. У чому полягає зміст «високих технологій»?
2. Перерахуйте основні ознаки високих технологій та дайте їм характеристику.
3. Перерахуйте сучасні види прогресивних технологій виробництва.
4. Охарактеризуйте біологічні та хіміко-біологічні технологічні процеси. Назвіть їх переваги і недоліки.
5. Дайте визначення хіміко-технологічному процесу. У чому його переваги та недоліки?
6. Назвіть взаємопов'язані послідовні етапи будь-якого процесу хімічних перетворень.
7. Що собою являє інтенсифікація технологічних процесів? Назвіть необхідні фактори її існування.
8. В чому полягає зміст термічних процесів?
9. Охарактеризуйте барометричні процеси.
10. Каталізні процеси. Їх роль у виробництві продукції.
11. Назвіть переваги та недоліки електрохімічних процесів.
12. Що є основним носієм в плазмових процесах?
13. Під дією яких факторів відбуваються фотохімічні процеси?
14. Назвіть позитивні та негативні риси радіаційно-хімічних процесів.
15. Що лежить в основі роботи лазерних процесів?
16. Що являє собою ультразвук? Де застосовуються ультразвукові процеси?
17. Назвіть вплив технологічних інновацій на виробництво.
18. Назвіть критерії, які використовуються для оцінювання значення та ефективності науково-технічних досягнень.
19. Що визначає науково-технічний критерій?
20. Що визначає техніко-економічний критерій?
21. Що визначає соціальний критерій?
22. Назвіть основні техніко-економічні показники за допомогою яких визначають ефективність технологічного процесу.
23. Назвіть основні параметри, які характеризують технологічний процес.

24. Що таке оптимізація?
25. Який технологічний процес називається складним?
26. Що називають критерієм оптимізації?
27. Що включає в себе поняття оптимального варіанта розміщення устаткування?
28. Що передбачає принцип оптимального варіанту?
29. Дайте характеристику технологічних змін як головного чинника економічного зростання.
30. Охарактеризуйте базові та поліпшуючі інновації.

РОЗДІЛ 4. СУЧАСНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК НА РІВНІ ПІДПРИЄМСТВА

- 4.1. Підприємство та його ієрархічні структури.
- 4.2. Автоматизація виробництва як вищий етап технологічного розвитку підприємства.
- 4.3. Поняття гнучких виробничих систем, їх структура та властивості.
- 4.4. Поняття науково-технічної підготовки сучасного виробництва.
- 4.5. Конструкторська підготовка виробництва.
- 4.6. Технологічна підготовка виробництва.
- 4.7. Матеріальна та документальна підготовка виробництва.
- 4.8. Комплексна підготовка виробництва.

4.1. Підприємство та його ієрархічні структури

Сучасні підприємства являють собою технологічні системи, що складаються з горизонтально і вертикально взаємопов'язаних підсистем. Горизонтальні зв'язки: *технічні системи* – машини, обладнання, споруди, будівлі; *технологічні системи* – набір і послідовність виконання операцій та виробничих процесів; *організаційні системи* – забезпечують раціональне використання предметів, засобів праці та робочої сили, створюють умови для застосування найпрогресивніших технологій і методів праці; *підсистема трудових ресурсів*; *економічна система* – являє собою єдність економічних процесів у виробництві та економічних взаємозв'язків протягом усього виробничого циклу.

Перший, нижній рівень ієрархічної структури підприємства утворюють типові технологічні процеси, операції та стадії яких є елементами цієї підсистеми.

Другий рівень складається з набору типових основних і допоміжних технологічних процесів і пристроїв, керованих автоматичною системою управління технологічними процесами (АСУТП). Сюди входять неоднорідні за характером протікання технологічні процеси.

Третій, верхній рівень корпоративної ієрархії – це технологічні системи сукупності цехів, системи оперативного управління, організації виробництва, реалізації готової продукції

тощо. Завдання управління цим рівнем вирішує автоматизована система управління підприємством.

4.2. Автоматизація виробництва як вищий етап технологічного розвитку підприємства

Слово «автомат» у перекладі з грецької мови означає «самодіючий». У Стародавній Греції так називали механізми та пристрої, які могли виконувати якусь дію самостійно без видимої участі людини. Перші автомати в основному використовувалися священиками для демонстрації «чудес», які нібито були спричинені божественними силами. Пізніше автомати-іграшки з'явилися в будинках аристократів і грали роль розваги гостей.

Інтенсивний розвиток автоматики почався в XVIII–XIX століттях у зв'язку з європейською промисловою революцією пов'язаною з використанням енергії пари.

Першим промисловим «регулятором» того часу був поплавковий «регулятор», розроблений І.І. Ползуновим і випущений у 1765 році.

Взявши за основу принцип зміни контрольованих технічних параметрів відповідно до відхилень від заданих значень, у 1784 році британський механік Джордж Уатт побудував відцентровий «регулятор» швидкості парової машини. У сучасній техніці широко поширений принцип контролю відхилення величини від заданого, відомий як принцип Ползунова-Уатта [3].

У 1830 році Шиллінг розробив телеграф і запропонував перше електромагнітне реле, яке знайшло практичне застосування в різних галузях промисловості.

З 1856 по 1871 роки В. М. Чиколаєв розробив регулятор для дугових ламп, а в 1871 математик П. Л. Чебишев своєю працею про відцентровий регуляторам розпочав теоретичні роботи з дослідження автоматичних регуляторів.

Одним із основоположників теорії автоматичного керування вважається професор І. О. Вишнеградський, який у 1876 і 1878 роках написав свої класичні праці «Про загальну теорію регуляторів» та «Регулятори прямої дії».

Велике значення для розвитку теорії автоматичного керування мали роботи академіка О.М. Ляпунова. У 1892 році він заклав основи теорії стійкості нелінійних динамічних систем у книзі

«Загальні проблеми стійкості руху», а також обґрунтував базові положення лінійної теорії автоматичного керування.

У ХХ столітті енергія пари все більше витіснялася електричною, все більше уваги приділялося автоматизації різного електрообладнання. У цей період з'являються автоматичні електростанції, автоматизуються окремі промислові ділянки, цехи і цілі підприємства. Ставляться і вирішуються комплексні завдання автоматизації цілих промислових процесів та виробництв.

В 60...80-ті роки ХХ-го століття теорія автоматичного керування почала вирішувати все більш складніші завдання з розробки нових систем, методів їх дослідження та синтезу.

Вагомою подією в розвитку теорії автоматичного керування стала поява в 1948...1952 рр. робіт американського вченого Н. Вінера, які стали основою нового напрямку розвитку – кібернетики. Вчений А. М. Комогоров визначив кібернетику як науку про способи добування, збереження, перетворення і використання інформації в машинах, живих організмах та їх об'єднаннях. Принципи кібернетики як загальної науки про управління різними ситуаціями (системами) покладено в основу сучасної термінології та понять теорії автоматичного керування.

Сьогодні, в умовах науково-технічної революції, автомати широко застосовуються в промисловості, на транспорті та в наукових установах. Але яке б завдання не виконував автомат, він не працює сам по собі, його завдання визначається програмою, певною послідовністю дій, заданих людиною. Програми роботи машини можуть бути включені в проект. Наприклад, програма роботи часів міститься в пристрої спускового механізму і маятника, що одержують енергію від заводної пружини. У більш складних машинах, наприклад, у верстатах з програмним керуванням, робоча програма задається зовні у вигляді серії сигналів, записаних на магнітну стрічку, перфокарти або спеціальні мікросхеми. Пристрій, підключений до блоку керування машиною, «зчитує» ці сигнали та надсилає їх механізму, який виконує вказану операцію.

Машини стали цінними помічниками для людини. Автоматичні верстати і лінії різко підвищили продуктивність праці, звільнивши людей від роботи у важкодоступних і небезпечних для життя середовищах.

Доручаючи автоматом усе більш відповідальні завдання, людина постійно вдосконалює конструкцію, зовнішні та внутрішні зв'язки, шукає нові принципи дії. Щоб краще зрозуміти, як працюють машини, ми можемо порівняти їх із людьми. Природа наділила людину органами чуття, за допомогою яких людина сприймає і аналізує різні подразники, що надходять із зовнішнього середовища. Завдяки органам чуття людина бачить і чує, розрізняє запахи і кольори, відчуває смак і дотик. У відповідь на подразнення органи чуття генерують нервові імпульси, які по нервових волокнах надходять у центральну нервову систему. У відповідь центральна нервова система посиляє імпульсні команди відповідним групам м'язів, що дозволяє людині говорити, рухатися, рухати предмети, виконувати різні дії.

У автоматів також є «органи чуття». Це різні сенсорні елементи або датчики, які відчують зміни освітлення, тиску, руху, температури та звуку. Сигнали, що генеруються датчиками, через «нервові волокна», ланцюги прямого та зворотного зв'язку надходять до пристрою керування автоматом (центральної нервової системи). Залежно від призначення автомата і складності його конструкції керуючим пристроєм може бути звичайне реле, а в складних машинах – ЕОМ.

У відповідь на сигнал датчика керуючий пристрій посиляє командні імпульси на виконавчий пристрій. З їх допомогою автомати приводять у рух важелі, поршні, клапани робочих машин, приводять в дію високовольтні вимикачі, піднімають кілька тон вантажу, керують системами рульового управління кораблів і літаків. Якщо сигнал слабкий, його посилюють за допомогою спеціальної підсилювальної апаратури.

Завдяки стрімкому технологічному розвитку ХХ ст. з'явилися машини й агрегати з автоматичним керуванням енергією, технологією, транспортом тощо. Поширення засобів автоматизації та автоматизованого обладнання у виробничих процесах – автоматизація виробництва. Якщо механізація лише звільняє людей від важкої праці, то автоматизація передбачає також передачу автоматизованому обладнанню адміністративних, регулятивних і контрольних функцій, які раніше виконувала людина.

Автоматичне керування широко використовується для виконання операцій, які вимагають від людини обробки великих

обсягів інформації за короткий проміжок часу. І в цьому людині допомагають електронні обчислювальні машини (ЕОМ), які часто називають електронним мозком. Машина аналізує інформацію та допомагає знайти відповідні рішення. ЕОМ потрібні на багатьох промислових підприємствах і в транспортній сфері. Управляючи об'єктом, ЕОМ отримує інформацію від датчиків, які контролюють стан цього об'єкта. ЕОМ аналізує отримані дані та генерує команди, які перетворюються на сигнали, що впливають на об'єкти.

Так, наприклад, верстати з автоматичним керуванням без участі людини виготовляють такі вироби, як гвинти, гайки, колеса для залізничних вагонів тощо, без необхідності перенастроювання верстата під час роботи. Для виробів, які важко виробляти на одному верстаті, встановлюють кілька автоматичних верстатів і об'єднують їх для створення автоматичної лінії.

Автоматизовані лінії, верстати з програмним керуванням і промислові роботи є в багатьох машинобудівних цехах.

Автоматичне регулювання підтримує постійність режиму роботи машин і обладнання (стабілізує роботу) або змінює цей режим за заздалегідь встановленими нормативними закономірностями. Так, наприклад, на гідроелектростанції автоматичні регулятори підтримують необхідну частоту обертання гідротурбіни, задають частоту і напругу струму, регулюють потужність. Автомати запускають і зупиняють агрегати станції згідно з графіком споживання електроенергії. Автоматичне регулювання використовується не тільки в електростанціях, але і на іншому рівні, а саме, на рівні відкриття і закриття вентилів та клапанів. Автомати керують роботою дробарок, млинів, змішувачів і холодильників. На підприємствах харчової, хімічної та інших галузей промисловості автомати подають і дозують сировину для обробки, контролюють хід техніко-хімічних процесів [13].

При автоматизації виробництва функції управління також передаються автоматичним пристроям. Автомати контролюють рух потягів та літаків, обробляють транспортні документи і продають квитки. Усі сучасні літаки та кораблі оснащені автоматичними навігаційними приладами.

Пристрої автоматичного контролю відповідають за захист електричних мереж від перевантаження, коротких замикань і перенапруги, які можуть призвести до аварій.

Автоматизація є одним із ключових двигунів сучасної науково-технічної революції. Її мета – підвищення ефективності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, створення сприятливих умов для найбільш раціонального використання всіх ресурсів виробництва.

Основою автоматизації виробництва є системний підхід до побудови та використання комплексу засобів автоматичного керування, регулювання та контролю. В автоматизації широко використовуються новітні досягнення в галузі науки і техніки, що дозволяє більш повно розкрити потенціал технологічного устаткування.

Автоматична система управління (АСУ) – назва системи керування, в якій процес управління здійснюється частково автоматично, частково за участю людини.

Людина координує роботу кожної ланки АСУ, оцінює результати обробки інформації та бере на себе оперативне керівництво у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Участь людини в роботі АСУ особливо необхідна, коли окремі дії процесу керування виконуються на основі досвіду та інтуїції людини і тому не можуть бути запрограмовані.

Найважливішою науково-технологічною передумовою створення АСУ є можливість автоматизації різноманітних інформаційних процесів на основі широкого використання обчислювальної техніки.

У загальному вигляді **автоматизація виробництва** – це етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничим процесом і передачею цих функцій технічним засобам (автоматичним пристроям і системам). В основі автоматизації виробництва лежить поняття «управління».

Управління – це цілеспрямована дія на процес (об'єкт) для забезпечення його оптимального або заданого режиму функціонування. З точки зору автоматизованих систем, процеси управління складаються з багатьох елементарних операцій та етапів, які є загальними для технічних систем і живих природних систем.

Незалежно від мети, призначення чи структури об'єкта процес управління передбачає виконання таких операцій, як:

- збір і попередня обробка інформації про фактичний стан об'єктів, систем, середовищ;
- аналіз отриманої інформації, порівняння існуючої виробничої ситуації з наявною виробничою ситуацією;
- прийняття рішення діяти в певному напрямку щодо об'єкта та оцінка ймовірності виконання такої дії;
- здійснення управління, тобто формування поведінки за допомогою відповідних технічних засобів.

Якщо людина не бере участь у формуванні управлінських дій, то управління називається **автоматичним**. Управління в складних системах і ситуаціях, де остаточні управлінські рішення приймаються людьми називається **автоматизованим**. Тому й системи називають *автоматичною* або *автоматизованою*. У першому випадку за особою залишається лише функція підтримки системи та контролю за її функціонуванням. У другому – особі надається оперативна інформація за допомогою технічних засобів, але остаточне рішення, тобто етап оцінки ситуації та формування управлінської дії, приймає сама людина. Автоматичне управління, а відповідно і автоматичні системи, є більш зрілими і знаходяться на вищій стадії розвитку [14].

При реалізації процесу управління часто потрібно спочатку знайти необхідний режим роботи, а потім підтримувати його. У деяких випадках для простих об'єктів значення технологічних параметрів задаються заздалегідь, і системи називаються **системами автоматичного регулювання (САР)**. Сучасні системи автоматики та автоматизації розподілені за своєю структурою і базуються на мережевих технологіях з використанням мікропроцесорів.

Об'єктом автоматизації є будь-який технологічний пристрій, процес, машина чи обладнання, яке можна автоматизувати.

Сучасні системи автоматизації об'єднуються в складні комп'ютерно-інтегровані системи. Розглядаючи їх, необхідно насамперед підкреслити, що в них сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів спрямована на досягнення певної мети. Характер сукупності елементів системи і зв'язків між ними визначається структурою останньої. *При створенні та аналізі систем автоматизації виділяють такі структури:*

- **функціональна** – набір елементів для виконання окремих функцій, таких як отримання інформації, її обробка та передача;

➤ **алгоритмічна** – набір елементів для виконання певних алгоритмів обробки інформації;

➤ **технічна** – сукупність необхідних технічних заходів, що відображають функціонально-алгоритмічну структуру.

Основними перевагами автоматизації є те, що вона може забезпечити:

➤ підвищення продуктивності та покращення умов праці;

➤ проведення робіт у важкодоступних і взагалі недоступних для людини місцях (радіоактивні пояси, космічний простір, окремі види металургійних та інших виробництв);

➤ підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідної продукції;

➤ зростання надійності, техніко-економічних показників та загальної культури виробництва та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Автоматизація виробництва здійснюється за допомогою автоматичного обладнання, яке можна класифікувати за різними ознаками. Однією з найпоширеніших є класифікація за функціональним призначенням приладу, згідно з якою виділяють наступні автоматичні пристрої:

➤ автоматичного контролю та передачі сигналу;

➤ автоматичного захисту;

➤ обчислювально-лічильні;

➤ автоматичного керування.

Пристрої автоматичного контролю і сигналізації контролюють хід технологічних процесів, стан об'єкта і, відповідно, системи сигналізації. Оптичні сигнали використовуються за нормальних умов роботи процесів, а оптичні та акустичні – при відхиленнях від цих умов.

Автоматичні пристрої захисту захищають об'єкти у разі загрози обладнанню, виробам або обслуговуючому персоналу.

Обчислювально-лічильні пристрої самостійно виконують складні розрахунки, такі як орбіти супутників, ракет, найбільш вигідний режим технологічної роботи, швидкий аналіз і т.д.

Блокуювальні пристрої призначені для запобігання виконанню несанкціонованих команд.

Пристрої автоматичного керування забезпечують необхідні зміни в ході процесу. Це найскладніші і дуже поширені пристрої

автоматизації, роботу яких вивчає «теорія автоматичного керування».

Удосконалення мікроелектронної бази та поява мікропроцесорної техніки призвели до переосмислення різних аспектів створення автоматизованих комплексних систем (АКС). Відбувається перехід до децентралізованих технологічних процесів АКС. При розробці процесів розподіленої технології АКС використовуються дві функціональні структури: *лінійна* та *кільцева*. Обидві системи дворівневі. На нижньому рівні функціонують локальні мікрокомп'ютери, а на верхньому – центральний комп'ютер, який вирішує завдання планування, оптимізації та зміни конфігурації системи в разі виникнення аварійних ситуацій.

Використання мультишинних комплексів у розподілених технологічних процесах АКС підвищує надійність управління за рахунок резервування елементів системи, спрощує програмне забезпечення, скорочує час і витрати на розробку системи, дозволяє частинами вводити систему в експлуатацію, збільшує можливий об'єм задач, які потрібно вирішити.

Зараз на багатьох цукрових, спиртових і борошномельних підприємствах ведуться роботи по впровадженню складних систем управління з використанням керуюче-обчислювальних машин загального і спеціального призначення, мікропроцесорних систем.

Доведено ефективність використання управлінських обчислювальних комплексів (УОК) при автоматизації управління об'єктами і агрегатами середньої та високої продуктивності, технічними лініями та цехами з однорівневою та дворівневою структурами управління.

Науково-технічний прогрес у промисловості зумовлений механізацією, підвищенням рівня технічної оснащеності, збільшенням одиничної потужності обладнання, удосконаленням організаційної структури.

Технологічні процеси в промисловості тісно пов'язані з автоматизацією технологічних процесів. На сучасному етапі розвитку людства автоматизація ефективно використовується для досягнення покращених показників ресурсозбереження, покращення екологічних екосистем, підвищення якості та надійності продукції.

Основним напрямком автоматизації на сучасному етапі розвитку суспільства є будівництво комп'ютерно-інтегрованих

виробництв. Функціональність мікропроцесорних систем керування стає основою для систем автоматизації, у створенні яких вирішальну роль відіграють такі фактори, як інтеграція, розподілене керування та використання принципів програмного комплексу. При автоматизації виробництва об'єктами є не окремі технічні процеси або агрегати, а технологічні комплекси зі складними взаємозв'язками.

При системному підході автоматизація виробництва дає кращі результати, оскільки досконало вивчаються характеристики об'єктів автоматизації та розробляється функціональна структура як набір функцій, які виконує система.

Кожен елемент системи управління існує лише при реалізації тієї чи іншої технології управління. Так само **технологія управління** – це сукупність регламентованих дій, заснованих на єдиній концепції.

Для існування технології управління, необхідна інформація потрібного складу і якості, поставлені цілі та способи їх вибору, поточні методи або алгоритми обробки інформації, методи та засоби її своєчасного надання конкретним елементам управління, а також інші елементи системи, які діють для досягнення заданої мети. Взаємодія активних елементів (суб'єктів управління) системи управління має бути цілеспрямованою. Склад інформації, що підлягає обробці, методи та алгоритми її обробки, принципи, що забезпечують процес управління ресурсами, повинні базуватися на єдиній концепції управління.

Під поняттям **рівня існування системи управління** розуміють сукупність необхідних компонентів забезпечення цільової діяльності системи. В системі управління можна виділити п'ять рівнів існування:

- 1) інформаційний;
- 2) програмно-алгоритмічний;
- 3) технологічний;
- 4) матеріально-технічний;
- 5) концептуальний.

Перший рівень – це потоки та масив інформації. *Другий рівень* – це методи, алгоритми та програми переробки інформації, в тому числі контролю, зберігання, перетворення та забезпечення точності. *Третій рівень* – координація та синхронізація в часі та просторі

суб'єктів управління. *Четвертий рівень* – забезпечення системи управління необхідними ресурсами. *П'ятий рівень* – цілі та способи їх визначення, принципи господарювання, законодавчі та нормативні рамки, функціонування системи управління.

Організаційно-економічна система (ОЕС) наведена на рис. 4.1.

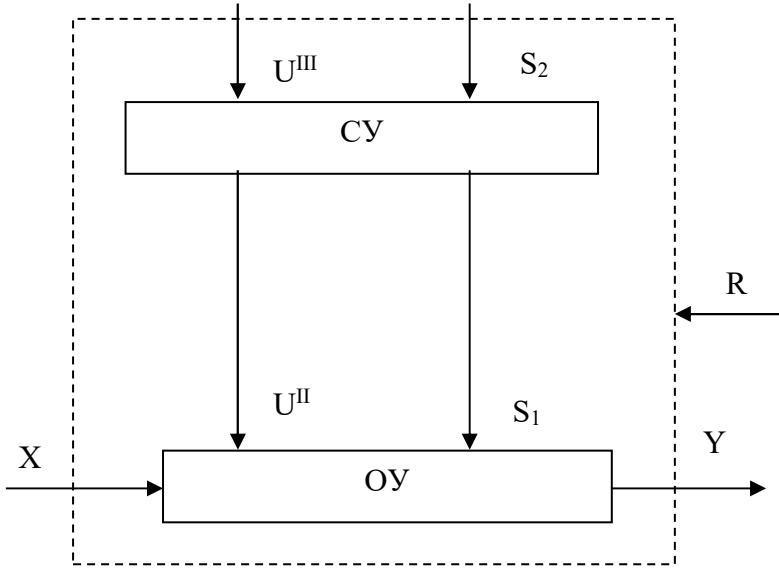


Рис. 4.1. Взаємозв'язок об'єкта та системи управління

Вона являє собою сукупність об'єкта управління (ОУ) та системи управління (СУ) цим об'єктом.

Об'єкт управління переробляє вхідний потік X матеріальних ресурсів у вихідний потік Y готової продукції. Система управління на основі інформації S_1 про стан об'єкта управління, інформації S_2 про стан зовнішнього середовища та управляючих дій U''' більш високого органу управління виробляє управляючу дію U'' на об'єкт управління. При цьому вся система піддається випадковим збуренням діям R зовнішнього середовища. При розгляді організаційно-економічної системи під зовнішнім середовищем (ЗС) розуміють інформаційну та предметну область, яка знаходиться за межами

системи та взаємодіє з нею. В зовнішньому середовищі виділяють дві підобласті – структурну та фізичну [5].

Структурна підобласть зовнішнього середовища складається з двох складових: верхньої структурної складової (BC_{cv}) або верхньої ієрархії і нижньої структурної складової (BC_{cn}), або нижньої ієрархії (наприклад, постачальники сировини або споживачі готової продукції).

Фізична підобласть зовнішнього середовища (BC_{ϕ}) – це сукупність процесів та явищ матеріального світу, які обмежують ступінь керованості об'єктів управління. Крім фізичних обмежень, які зумовлені законами матеріального світу, до BC_{ϕ} відносять і технічні обмеження кожного рівня існування системи управління (інформаційного; програмно-алгоритмічного; технологічного та ін.) Таким чином $BC = U(BC_{cv}, BC_{cn}, BC_{\phi})$. На даний час склались два підходи до автоматизації управління. Перший підхід, який найчастіше реалізується на хімічних підприємствах, оснований на припущенні, що існуюча система управління організаційно-економічним об'єктом є раціональною та ефективно вирішує поставленні перед нею завдання. В цьому випадку АСУ зводиться до автоматизації функцій системи управління та процесів, які в ній відбуваються. Це робиться двома способами:

1) додавають засоби автоматизації до активного елементу організаційно-економічної системи, що розширює можливості по обробці інформації;

2) замінюють активний елемент засобами автоматизації при виконанні деяких функцій чи процедур управління.

У відповідності до другого підходу, спочатку розробляються та впроваджуються заходи, які спрямовані на реалізацію системи управління, а потім впроваджуються засоби автоматизації. Обидва підходи до автоматизації управління дозволяють забезпечити систему управління організаційно-економічним об'єктом як допоміжним інструментом – АСУ, що розширює можливості системи управління із розв'язку задач. В організаційно-економічній системі АСУ може бути виділена в окрему систему, яка зв'язана певним чином з системою та об'єктом управління. На рис. 4.2 зображено взаємозв'язок об'єкта управління та АСУ [9].

Автоматизація діяльності виробничого персоналу припускає впровадження автоматизованих систем наукових досліджень (АСНД), автоматизованих систем науково-технічної інформації (АСНТІ), автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП), системи автоматизованого проектування (САПР) та створення в їх складі автоматизованих робочих місць для цього рівня ОЕС.

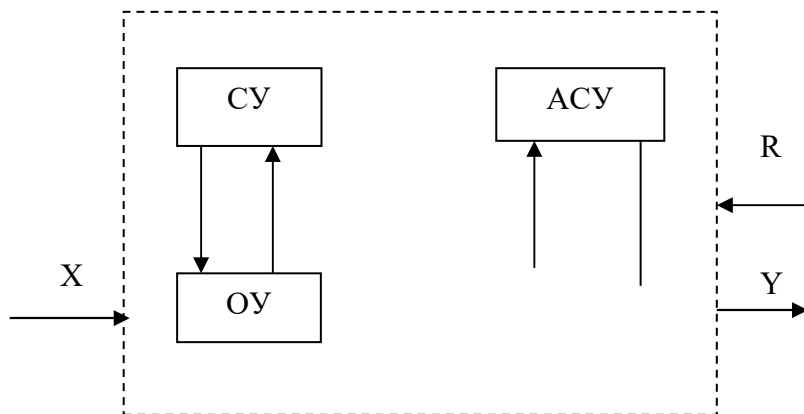


Рис. 4.2. Схема взаємозв'язку ОУ, СУ з АСУ

Засоби автоматизації також повинні забезпечувати оперативну взаємодію між виробничими і керуючими системами в процесі передачі завдань зверху вниз і даних про виконання цих завдань знизу вгору.

Завдання управління витратами сировини та матеріалів охоплюють основні та допоміжні виробництва, транспортні та складські господарства, енергетичні та ремонтні служби, а також планові, технічні, будівельні та інші підрозділи хімічного підприємства.

Контури управління витратами сировини та матеріалів передбачають синхронізацію визначення структури сировинної бази та плану випуску продукції, раціональну та ефективну організацію технологічного процесу від надходження на підприємство сировини та матеріалів до відвантаження готової продукції [5].

Метою функціонування АСУ витратами сировини та матеріалів є забезпечення програми випуску продукції при мінімізації затрат на гарантовану підтримку виробничих циклів у заданих виробництвах.

Розглянемо основні завдання управління (чотири контури) [5].

1. Завдання контуру управління ОУ – забезпечення нормального функціонування виробничого циклу за заданою програмою: реалізація руху та перетворення матеріальних потоків на виробництві, підтримка працездатного стану та оперативне усунення порушень, технологічних процесів.

2. Завдання контуру управління удосконалення ОУ – раціоналізація руху і перетворення матеріальних потоків, поліпшення технічних та технологічних показників використання сировини та обладнання з метою економії матеріальних ресурсів, підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції.

3. Завдання контуру управління СУ – організація діяльності персоналу управління по синхронізації та балансу матеріальних потоків, організація виконання виробничої програми перерозподілу ресурсів виробництва у випадку порушень виробничого процесу.

4. Завдання контуру управління удосконалення СУ – організація роботи персоналу управління по раціоналізації структури програми випуску та структури виробництва, реалізації розвитку сировинної бази, зниженню питомих витрат сировини та матеріалів на одиницю реалізованої продукції.

Методика побудови адаптивної АСУ витратами сировини та матеріалів оснований на моделюванні виробничого процесу (перша модель) та процесу управління (друга модель) із урахуванням особливостей коеволюції організаційно-економічної системи управління (ОЕС) та її АСУ [5].

Моделювання виробничого процесу пов'язане з розробкою універсальної схеми руху потоків на підприємстві, що відображають взаємодію ділянок виробництва. Ця схема являє собою орієнтовний графік типу сітки, вершинами якої є вузли, в яких відбуваються сполучення та перетворення матеріальних ресурсів. Для універсального опису в рамках моделі під ресурсами розуміють не тільки сировину та матеріали, але й фонд робочого часу основного та допоміжного виробничого персоналу, ресурси транспорту, складів, ремонту, капітального будівництва. Ребра графіка

„навантажені» даними про кількісні характеристики ресурсів, що споживаються.

Моделювання процесу управління відображає особливості та специфіку складного ОУ і передбачає виділення ряду універсальних функцій управління.

В модель включається такий перелік функцій управління:

➤ *баланс* – забезпечення необхідного складу і структури ресурсів, що входять в кожен вузол графіка даного технологічного процесу;

➤ *синхронізація* – динамічно регулює рух матеріальних ресурсів у просторі та часі, щоб мінімізувати відхилення від балансу в даному вузлі графіка;

➤ *контроль* – ініціалізація інформаційного контура СУ – ОУ для виявлення відхилень від заданих режимів балансу та синхронізації;

➤ *планування* – визначення раціональних завдань для вузлів графіка по балансу матеріальних ресурсів та забезпеченню синхронізації;

➤ *розподіл* – визначення пропорцій та напрямку руху матеріальних ресурсів на виході кожного вузла графіка;

➤ *перерозподіл* – оперативне коректування перерозподілу у випадку виявлення контролем порушень балансу чи синхронізації;

➤ *аналіз* – накопичення та обробка інформації для функцій планування, балансу та розподілу.

Моделювання перерахованих функцій виявляється достатнім для імітації основних етапів процесів управління. Використання імітаційних моделей дозволяє будувати стандартним чином логічні простори існування та реалізації завдань для різних ділянок виробничого процесу. Таким чином, забезпечується інформаційний та технологічний взаємозв'язок і здійснюється координація робіт (настройка).

До складу адаптивної АСУ витратами сировини і матеріалів входять такі комплекси завдань: оперативне управління (основне виробництво, випуск готової продукції, залишки сировини на складі, забезпечення транспортом, виконання графіку планово-профілактичного ремонту); облік та контроль (звіт про виконання плану виробництва в натуральному та грошовому виразі, витрати сировини та матеріалів, собівартість продукції, обсяги ремонтних

робіт); поточне планування (потреба на визначений період в сировині та матеріалах, потреба в запчастинах, нормування сировини на одиницю продукції); перспективне планування та прогнозування (економічні показники виробництва, структура випуску продукції, план модернізації основного та допоміжного виробництва, удосконалення та розвиток сировинної бази) [5].

4.3. Поняття гнучких виробничих систем, їх структура, властивості, ефективність

Для механізації та автоматизації дрібносерійного та одиничного виробництва основними напрямками є гнучкі виробничі системи (ГВС) або гнучкі автоматизовані виробництва (ГАВ).

Гнучке автоматизоване виробництво – це складна інтегрована система, яка охоплює весь життєвий цикл продукту (від проектування до масового виробництва). До складу ГАВ входять такі системи (елементи) автоматизації [1]:

- гнучкі виробничі модулі від 2 до 20 одиниць.
- єдині автоматизовані транспортні системи;
- автоматизовані системи інструментного забезпечення;
- системи централізованого управління ЕОМ;
- автоматизовані системи діагностики несправностей, ідентифікації та усунення дефектів усіх засобів, що застосовуються;
- автоматизовані системи випробувань, вимірів та контролю якості продукції;
- системи автоматизації наукових досліджень;
- системи автоматизації роботи всього інженерно-технічного персоналу, який працює безпосередньо на виробництві.

Гнучкі автоматизовані виробництва дозволяють швидко переходити від виробництва одного виду продукції до іншого. Це відкриває можливість автоматизації навіть невеликого односерійного виробництва.

За адаптивністю можливостей до оновлення номенклатури серійного виробництва виділяють три рівні автоматизації технологічних процесів:

1. Традиційна «жорстка» автоматизація.
2. Автоматизоване виробництво з обмеженими можливостями реконфігурації.

3. Гнучке автоматичне виробництво, що базується на застосуванні гнучких виробничих систем (ГВС).

На верстатах-автоматах усі процеси обробки деталей здійснюються без безпосередньої участі людини.

Переваги верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПУ) полягають у тому, що вони можуть виконувати збільшену кількість операцій, скорочувати час обробки та відносно легко переналаштовуватися. Використання верстатів з ЧПУ дозволяє значно підвищувати продуктивність праці (в 2–4 рази). Але завантаження заготовок і вивантаження оброблених деталей здійснюється вручну.

В умовах ринкової економіки назріла необхідність постійного оновлення виробництва і продукції, що вимагає об'єктивної необхідності зміни ролі підготовки виробництва. І це визначає необхідність переходу організації в нову форму.

Гнучкі автоматизовані виробництва включають кілька автоматизованих систем, таких як обробка, складання, транспортування, підтримка інструментів, подача сировини, заготовок і матеріалів, видалення відходів виробництва, а також системи автоматизації наукових експериментів, праці інженерів усіх спеціальностей, які працюють безпосередньо на виробництві.

На цьому етапі необхідно впроваджувати швидку гнучку систему підготовки, засновану на швидкій обробці своєчасної та адресної інформації, яка базується на розповсюдженні систем автоматизації проектної, конструкторської, технічної та організаційної документації, розвитку засобів автоматизації. Тому характеристики сучасного етапу зумовлюють об'єктивну необхідність переходу організаційної форми на новий рівень – гнучкі форми організаційної виробничої готовності. Гнучкість щодо виробничої готовності є найважливішою характеристикою, яка відображає динаміку стану і втілюється в конкретних формах організації.

Динамічність основних елементів вимагає однакових характеристик і залежить від форми їх організації. Тому **гнучкість** слід розуміти як процес адаптації організаційної форми виробничої системи до постійного оновлення продукції, що виробляється, обладнання та технології виробництва.

Гнучкість – це здатність виробничої системи переходити із одного працездатного стану в інший (в рамках технічного регламенту) у мінімально короткий строк для забезпечення якісного виконання зміненого переліку робіт, не змінюючи структури і форми її організації. По відношенню до технічної підготовки виробництва *гнучкість* являє собою прискорений перехід до проектування нових виробів в найкоротший термін з мінімальними затратами.

Отже, гнучкість виробничої системи полягає в:

- по-перше, можливості виготовляти широкий асортимент продукції з мінімальними витратами часу на відновлення;
- по-друге, швидко реагувати на зміни зовнішніх і внутрішніх умов.

Гнучкість є одним із ключових факторів забезпечення безперервності та високої швидкості матеріальних потоків, оскільки невеликі виробничі партії та зміни в асортименті продукції вимагають частого переналагодження обладнання. Підвищена гнучкість виробничих систем досягається за рахунок таких чинників:

- високого рівня конструкторської стандартизації та уніфікації;
- введення типових технічних процесів;
- використання обладнання, що швидко перенастроюється (верстати з ЧПУ, робототехніка, гнучкі виробничі модулі та системи);
- використання засобів, що спрощують переміщення техніки, обладнання тощо.

Техніко-економічна ефективність роботи ГВС визначається:

- універсальністю – можливістю обробки широкого асортименту деталей (понад 200 найменувань);
- високою гнучкістю і маневреністю, що дозволяють швидко перебудовуватися під виробництво нової продукції;
- тривалістю термінів морального старіння, що перевищують періоди фізичного зносу;
- можливістю підвищувати продуктивність праці та зменшувати кількість техніки в кілька разів;

- можливістю краще використовувати технічне обладнання та підвищувати коефіцієнт завантаження обладнання;
- скороченням циклу виробництва продукції;
- можливістю переходу до створення гнучких автоматизованих виробництв.

В умовах ринкової економіки перед керівниками та підприємцями виробничої сфери стоїть важливе завдання визначення науково обґрунтованих норм споживання матеріальних ресурсів, одного з резервів економії сировини, палива та енергії.

Наукове обґрунтування норм витрат матеріальних ресурсів під час виготовлення виробів менеджер може провести в тому випадку, якщо буде володіти основними принципами, факторами, правилами, методами оцінки показників, які визначають ефективність того чи іншого способу виготовлення цієї продукції.

До основних показників визначення рівня ефективності технологічних процесів виробництва продукції належать [1]:

- підбір вихідних матеріалів для виробів;
- методи виготовлення заготовок;
- норми витрат матеріальних ресурсів на одиницю продукції;
- потужність технологічних процесів;
- собівартість одиниці товарів;
- економічність технологічних процесів.

Норми витрат матеріальних ресурсів, тобто норми витрат сировини, матеріалів, палива, електроенергії на одиницю продукції, використовуються для визначення річної потреби в матеріалах, собівартості продукції, розрахунку матеріальних балансів, визначення вартості виробів тощо.

Для нормування витрат матеріальних ресурсів застосовуються розрахунково-аналітичні, експериментальні та звітно-статистичні методи.

Розрахунково-аналітичні методи передбачають визначення ефективної витрати матеріальних ресурсів (сировини) на основі робочих креслень, рецептур, регламентів, а відходів – на основі технічно обґрунтованих норм або їх вимірювання, зваження чи за картками розкрою.

Методи розробки норм витрат засновані на визначенні витрат сировини і матеріалів на одиницю продукції шляхом

вимірювання витрат і відходів, що здійснюється безпосередньо в лабораторних або виробничих умовах.

Звітно-статистичні методи визначають норми витрати сировини і матеріалів на основі даних про фактичні витрати на виробництво одиниці продукції за минулі роки.

Норми витрат матеріалів на виготовлення деталей включають масу деталей за кресленнями та масу технологічних і заготовельних відходів.

Маса деталі – це маса деталі без покриття, що одержується за розмірами і шорсткістю поверхні, зазначеними в технологічній і конструкторській документації. Основу норми витрат матеріалу складає маса заготовки.

Заготовка – це вихідний матеріал певної конфігурації з необхідними і достатніми допусками для виготовлення деталі.

Допуск на обробку – це додатковий шар матеріалу (порівняно з розмірами креслення) на заготовці, який необхідно видалити під час подальшої обробки, щоб отримати розміри, точність і шорсткість поверхні відповідно до креслення. Він складається з допусків на обробку, допусків на точність виготовлення заготовки та допусків на матеріал. Допуски та величини допусків визначаються дослідно-статистичними та розрахунковими методами.

Напуск – це надлишок матеріалу на заготовці понад розміри креслення деталі, що спрощує її конструкцію і процес виготовлення. Напуски включають: збільшений радіус нахилу або заокруглення, що дає можливість виїняти заготовку з ливарної форми або штампа. Надлишок матеріалу для кріплення заготовки в інструменті чи обладнанні (ковка – затискачі, листове штампування – перемички) і т.д.

Керівники та підприємці виробничої сфери можуть здійснити техніко-економічну оцінку ефективності виробничих процесів шляхом порівняння найбільш поширених показників. Одним із таких загальноприйнятих показників економічності витрат матеріалу є *коефіцієнт використання матеріалу*, який визначається відношенням маси нетто матеріалу у виробі до норми витрати матеріалу на виріб.

Вибір технологічних процесів і технологічного оснащення (обладнання, інструментів, типів обладнання) є не тільки

відповідальним, але й дуже складним завданням, з огляду на існування кількох можливих варіантів його вирішення.

Найважливішим критерієм вибору найбільш економічно ефективних технологічних процесів і обладнання є технологічність виробу, яка узагальнено характеризується його виробничою (технологічною) собівартістю. У цьому випадку для кожного варіанта необхідно розрахувати собівартість виробництва продукту і вибрати варіант з найменшим рівнем умовно-змінних і умовно-постійних витрат на одиницю продукції. При цьому розрахувати собівартість можна за такою формулою:

$$C_{np} = Z_{зм} + \frac{ЗП}{N}, \quad (4.1)$$

де $Z_{зм}$ – умовно-змінні витрати на одиницю продукції; $ЗП$ – загальна величина постійних витрат підприємства, що відносяться до собівартості продукції даного виду протягом року; N – річний обсяг випуску продукції даного виду в натуральному вимірі [2].

Існує багато конструкторських, технологічних, організаційних і економічних шляхів підвищення економічної ефективності гнучких виробничих систем. Розглянемо основні з них.

1. Терміни технічної підготовки виробництва можна значно скоротити шляхом механізації та автоматизації трудомістких обчислювальних, графічних, пошукових, множинних та інших робіт, характерних для більшості етапів конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Використання систем автоматизованого проектування (САПР) є одним із найефективніших засобів прискорення конструкторсько-технологічного проектування та прийняття оптимальних конструкторських, технологічних та управлінських рішень.

2. Іншим важливим напрямком прискорення технічної підготовки виробництва та підвищення якості є використання автоматизованих інформаційно-пошукових систем. Конструктори, приступаючи до нових розробок, вивчають, користуючись фондом, накопиченим в інформаційно-пошукових системах, найбільш сучасні елементи конструкцій, принципи їх дії, патенти, стандарти, чим значно скорочують тривалість етапів проектування і

забезпечують сучасні та перспективні вимоги до конструкції. При технологічному проектуванні інформаційно-пошукові системи надають матеріали для вирішення завдань класифікації деталей відповідно до типових технічних процесів. На основі цієї інформації створюються специфікація матеріалів, визначається порядок проходження технологічних маршрутів, перелік технологічного обладнання.

3. Удосконалення організаційної форми системи створення та освоєння нової продукції (СОНП), зокрема покращення організації взаємодії конструкторів та технологів з перших етапів проектування та розробки спільних конструкторсько-технологічних рішень.

4. Уніфікація, стандартизація та типологізація конструкторських, технологічних та організаційних рішень.

5. Комплексний аналіз технологічності конструкції та технологічної підготовки виробництва в процесі проектно-конструкторських робіт.

6. Використання функціональн-вартісного аналізу як методу системного дослідження продукції, спрямованого на оптимізацію співвідношення між споживчими характеристиками продукції та витратами на її розробку, виробництво та використання. На етапі розробки нових продуктів функціонально-вартісний аналіз використовується для запобігання непотрібних функціональних витрат.

7. Моделювання процесу СОНП, що передбачає паралельно-послідовне виконання науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та освоєння виробництва.

8. Застосування сіткових методів планування та управління в системах СОНП. Використання систем комплексної підготовки забезпечує кращу організацію роботи та оперативний контроль за її виконанням, візуалізацію ходу розробки та своєчасне виявлення «вузьких місць».

4.4. Поняття науково-технічної підготовки сучасного виробництва

Наукова підготовка виробництва є першим етапом системи СОНП. Його основна мета – продемонструвати можливі напрямки створення принципово нових видів продукції, технологій та

організації їх виробництва. Створення нової продукції, як правило, базується на результатах наукових досліджень.

Основою наукових досліджень є роботи теоретичного характеру. Науково-дослідна підготовка зазвичай включає три рівні: фундаментальні дослідження, пошукові дослідження та прикладні науково-дослідні роботи.

Фундаментальні дослідження спрямовані на встановлення невідомих раніше закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, розширення і поглиблення відомих знань про всі процеси, пов'язані зі створенням і функціонуванням нових продуктів. Залежно від того, як вони проводяться, такі дослідження можуть бути чисто теоретичними або базуватися на складних і точних експериментах. При досягненні хороших результатів фундаментальних досліджень (відкриттів, створення нових теорій) розпочинається безліч пошукових і прикладних досліджень у різних галузях науки і техніки.

Пошукові науково-дослідні роботи проводяться на основі вже відомих теоретичних досліджень і розробок. Їх мета полягає в тому, щоб знайти оптимальний спосіб практичного використання результатів фундаментальних досліджень, тобто встановити можливість використання відкритих явищ, властивостей і принципів у певній практичній сфері. Пошукові дослідження відрізняються від фундаментальних тим, що вони мають більш вузьку спрямованість і більш чіткі завдання.

Заключним етапом пошукових досліджень є оцінка можливості постановки конкретного наукового завдання прикладного характеру (на основі рекомендацій пошукових досліджень). За відсутності такої можливості результати проведених наукових досліджень утворюють запас наукових ідей, які можуть бути використані, як тільки вони виявляться доцільними.

Рекомендації щодо пошукових досліджень дозволяють перейти до найпоширенішого виду наукових досліджень – *прикладних досліджень*. Останні мають чітко сформульовані цілі та призводять до вирішення конкретних наукових завдань, необхідних для створення нової продукції. Вони передбачають проведення великої кількості експериментів, аналіз усіх можливих шляхів досягнення мети та вибір із них найбільш раціонального.

Розрізняють загальнодослідну і цільову науково-дослідну роботи. Загальними вважають дослідження, застосування результатів яких не пов'язане з конкретною сферою, продуктом чи роботою. У цільових дослідженнях робота зазвичай обмежується строго визначеними умовами щодо застосування результатів.

За результатами наукових досліджень з'являються відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції.

Відкриття – це виявлення невідомих досі об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, в результаті чого відбувається докорінна зміна рівня знань. Його відмінною рисою є істотна новизна у вирішенні окремих наукових проблем. Наукові здогади та гіпотези не вважаються відкриттями, оскільки вони не ґрунтуються на точних розрахунках чи вагомих доказах і не підтверджені експериментально.

Винаходом визнаються нове технологічне рішення проблеми у будь якій галузі економіки, що дає позитивний ефект. Вирішення технічного завдання (використання нових речовин, нових способів або конструкцій) при цьому має бути істотно новим, тобто принципово відрізнитися від відомих рішень аналогічного завдання у світовій практиці. Створення нового виробу на основі винаходу означає відповідність виробу останнім досягненням науки і техніки на рівні конструктивного рішення.

Не визнаються винаходами пропозиції, які не вирішують технічні завдання. До них відносяться розробка методів і систем планування, організації постачання, бухгалтерського обліку; побудова графіків, номограм, розрахункових формул та ін.

Раціоналізаторська пропозиція – нове технічне рішення, що є новим та корисним для підприємства, організації або установи, якому воно подано, і передбачає зміну конструкції виробу, технології виробництва, застосовуваної техніки або зміну складу матеріалу.

Воно також є результатом творчого підходу до вирішення конкретної виробничо-технічної задачі, але на відміну від винаходу це рішення не вносить принципової новизни. Раціоналізація відноситься до найбільш масової форми технічної творчості співробітників підприємства. Не приймаються раціоналізаторські пропозиції, які розроблені як проекти ІТП, що безпосередньо бере участь у розробці цих проектів.

Права та обов'язки авторів відкриттів, винаходів і раціоналізаторських пропозицій набувають чинності після видачі відповідного охоронного документа.

Автору відкриття видається диплом, що засвідчує його авторство. Цінність цього відкриття встановлюється високоавторитетними організаціями (такими як Академія наук і ін.). Що стосується самого **відкриття**, то воно стає надбанням громадськості та може вільно використовуватися. Правова охорона поширюється лише на авторів.

Автору винаходу видається безстрокове **авторське свідоцтво**, а у разі надання виняткового права на реалізацію винаходу видається **патент**. Запатентовані винаходи можуть використовуватися іншими особами лише за наявності ліцензії. **Ліцензія** – це форма передачі винахідником права на використання свого винаходу іншій особі (організації). При цьому він може залишити за собою такі ж права (*проста ліцензія*) або повністю відмовитися від них (*виключна ліцензія*).

Автор раціоналізаторської пропозиції отримує посвідчення, що підтверджує цінність запропонованої пропозиції. Це також є підставою для виплати винагороди.

З розвитком науково-технічного прогресу (НТП) науково-дослідна робота стає все більш складною і в її проведенні беруть участь працівники різних галузей – інженери, математики, економісти, фізики, біологи та ін. Тісний взаємозв'язок науки і виробництва вимагає гнучкості та ефективності науки в забезпеченні прикладних досліджень у різних напрямках. Прогресивною формою поєднання науки і виробництва є створення міжгалузевих науково-технічних комплексів (МНТК). Вони являють собою новий етап у розвитку організацій, покликаний позитивно прискорити розвиток НТП.

Місія МНТК включає розробку та освоєння типів нового обладнання, технологій і матеріалів, які є найбільш важливими для багатьох галузей промисловості. До складу МНТК входять науково-дослідні, конструкторсько-технологічні інститути, експериментальні виробництва та дослідні заводи. Одним із перших МНТК в Україні був комплекс, організований на базі Інституту електрозварювання ім. Є.О.Пейтона АН УРСР [9].

Раціональна організація виробничого процесу можлива лише на основі комплексного системного підходу, що базується на таких принципах [15,16]:

- *спеціалізація* – розподіл праці між структурними підрозділами (головними та допоміжними відділами).

- *пропорційність* – визначення відповідності продуктивності праці з урахуванням кількісних і кваліфікаційних співвідношень;

- *паралельність* – одночасне виконання і поєднання технічних операцій;

- *прямоточність* – мінімальний час для переміщення продукції на основі взаємопов'язаного комплектування робочих місць, дільниць, цехів, складів і транспортних служб;

- *безперервність, технічне оснащення*;

- *стандартність* – передбачає відображення в регламенті, затвердженому для кожного технологічного процесу в рамках паспортів, створених на машини, процеси і вироби;

- *надійність* – передбачає певний взаємозв'язок між стадіями та операціями виробничого процесу, функції якого досягаються на основі оперативного контролю виробництва, проведення попереджувальних планових ремонтів тощо;

- *економічність* – раціональне використання матеріалів і сировини, паливно-енергетичних, трудових і фінансових ресурсів при досягненні виробництва високої якості продукції.

Усі розглянуті принципи взаємопов'язані та взаємообумовлені. Наприклад, спеціалізація робочих місць створює умови для впровадження засобів автоматизації праці, а механізація всього виробничого процесу впливає на безперервність і ритмічність випуску продукції, створюючи передумови для пропорційного і збалансованого функціонування виробництва. Дотримання цих принципів забезпечує ефективне проходження технологічних процесів і якість продукції.

Процес розробки та освоєння нового виробництва, реструктуризації, технічного переозброєння сформувався як самостійна стадія виробничого процесу і отримав назву *технічної підготовки виробництва*.

Технічна підготовка виробництва – це комплекс науково-технічних і організаційних робіт, пов'язаних з розробкою нової і

вдосконаленням існуючої техніки і технології, організації виробництва і праці.

Основним завданням технічної підготовки виробництва є формування прогресивної технічної політики, спрямованої на створення найдосконаліших видів продукції та технологій її виробництва; створення умов для високопродуктивної, ритмічної та рентабельної роботи на підприємствах; скорочення тривалості технічної підготовки виробництва з одночасним підвищенням якості усіх передбачених робіт.

Специфіка технічного завдання визначається замовником і розробником.

Не допускається включення до технічного завдання вимог, що суперечать вимогам стандартів і нормативних документів, установ що здійснюють нагляд за безпекою, охороною здоров'я та природи.

Залежно від змісту *технічну підготовку поділяють* на конструкторську, технологічну, матеріалознавчу, документну і композиційну.

4.5. Конструкторська підготовка виробництва

Конструкторська підготовка виробництва передбачає виконання наступних етапів, які передбачені в ЄСКД [1]:

- 1) процес підготовки технічного завдання;
- 2) процес складання технічної пропозиції;
- 3) процес розробки ескізного проекту;
- 4) процес розробки технічного проекту;
- 5) процес підготовки робочої документації робочого проекту.

1. Проектування нової продукції починається з розробки технічного завдання, яке є первинною вихідною документацією для розробки виробу. Він повинен містити техніко-економічні вимоги до продукції, що визначають її споживчі характеристики та ефективність використання, перелік документів, які потребують спільного розгляду, порядок задачі та прийому результатів розробки. Як правило, це включає такі розділи:

- назва виробу та сфера застосування;
- технічні вимоги;
- економічні показники;
- стадії та етапи розробки;
- контроль якості та процедури приймання.

Технічні вимоги включають наступні показники:

- будова виробу та загальні вимоги до конструкції;
- умови експлуатації;
- показники призначення;
- вимоги щодо надійності, технологічності, рівня уніфікованості та стандартизації, безпеки, естетичні та ергономічні вимоги;
- показники патентної чистоти;
- обмеження обсягу використовуваних матеріалів і компонентів.

Після погодження та затвердження технічного завдання переходять до створення технічної пропозиції.

2. Технічна пропозиція містить технічні та техніко-економічні дані про доцільність розробки виробу, а також різноманітність можливих рішень, у тому числі їх порівняльну оцінку та пропозиції щодо вибору його оптимального варіанту. Розробляється на основі аналізу технічного завдання замовника і є основою для розробки ескізного проекту.

3. Ескізний проект являє собою сукупність конструкторської документації, що містить основне конструктивне рішення, яке дає загальне уявлення про будову та принцип дії виробу, а також дані, що визначають параметри та габаритні розміри виробу і основних його складальних одиниць. Якщо конструкція виробу базується (повністю або частково) на новому принципі, може виникнути необхідність у проведенні експериментальних робіт щодо підтвердження нового принципу або його нових параметрів. Ця перевірка може вимагати створення макетів, моделей або оригінальних складальних одиниць конструкції.

Отже, зміст ескізного проекту полягає у створенні початкового ескізу майбутньої конструкції. Ескізний проект узгоджується і затверджується замовником, а потім стає основою для розробки технічного проекту.

4. Технічний проект – це сукупність конструкторської документації, яка містить кінцеве технічне рішення, що дає повне уявлення про конструкцію виробу, що проєктується, і вихідні дані для розробки робочої документації. Технічний проект включає креслення виробу, його окремих вузлів і деталей, його технічні характеристики, монтажні та складальні креслення з розрахунками

міцності, твердості, стійкості та інших параметрів опору матеріалу. Технічні проекти майже завжди передбачають створення моделей виробів. Після затвердження технічного проекту починається розробка робочого проекту.

5. **Робочий проект** передбачає розробки повної конструкторської документації виробу на основі результатів випробувань прототипу. У процесі підготовки робочої документації розвиваються та уточнюються дані для технічного проекту. Робочі документи включають:

- робочі креслення всіх деталей і складальних одиниць (за винятком нормалей, тобто стандартних деталей і вузлів), що показують проєкції, розрізи, перетини, чистоту поверхні, допуски тощо;
- специфікації складальних одиниць із зазначенням марок матеріалів і ваги деталей;
- специфікації покупних деталей;
- документи, що регламентують умови експлуатації та ремонту виробів.

За робочими кресленнями на дослідному заводі виготовляються всі деталі виробу (за винятком покупних вузлів і агрегатів), а потім збирається і випробовується дослідний зразок. У процесі цього здійснюється уточнення конструкції і можливе коригування робочого проекту.

Забезпечення технологічності конструкції виробу є функцією процесу підготовки виробництва і передбачає взаємозалежне вирішення конструкторських і технологічних завдань, спрямованих на зниження трудомісткості, матеріаломісткості та собівартості продукції. Це завдання необхідно вирішувати на кожній стадії конструкторської підготовки виробництва. Для його вирішення необхідно виконати наступну послідовність завдань [9]:

- структурний аналіз виробів, визначення функцій основних складових одиниць;
- визначення можливості зменшення кількості функцій шляхом консолідації (наприклад, використовуючи методи функціонально-вартісного аналізу);
- аналіз рівня стандартизації та уніфікованості конструкції виробу та визначення шляхів його покращення;

- аналіз можливості застосування типових і групових процесів обробки, складання, контролю, випробувань, обслуговування та ремонту;
- розрахунок показників технологічності базових виробів (виробів аналогів);
- визначення виробничо-експлуатаційних показників технологічності проєктованого виробу;
- порівняльний аналіз показників технологічності проєктованих і базових виробів;
- висновки та рекомендації щодо покращення показників технологічності.

Одним із основних шляхів забезпечення технологічності на ранніх стадіях проєктування є створення параметричних рядів та уніфікація виробів усередині параметричних рядів. **Параметричні ряди** – сукупність виробів, аналогічних за призначенням, робочим процесом і кінематикою, але різних за основними параметрами (продуктивність компресора, вантажопідйомність автомобіля, робочий об'єм двигуна тощо). Параметричні ряди базуються на основі збільшення або зменшення основних параметрів виробів.

На стадії *ескізного* та *технічного* проєктування необхідно забезпечити відповідність компоновання виробу умовам виробництва, технічного обслуговування та ремонту. **Декомпозиція** (розбирання виробу на окремі складальні одиниці) дозволяє здійснювати безперервне складання, контроль та випробування і на цій основі підвищує ступінь паралельності у виконанні складальних операцій. На цих же стадіях можна використовувати покупні комплектуючі, стандартні та уніфіковані деталі та вузли, що виготовляються на спеціалізованих підприємствах.

При створенні *робочих* креслень значно збільшується обсяг завдань щодо забезпечення технологічності конструкції. На цій стадії перевіряється вибір матеріалів і типів заготовок, що забезпечує сумісність деталей і мінімізує складність збірки. Вибір номенклатури матеріалів супроводжується аналізом структурної матеріалоемності виробу з метою пошуку можливостей відмови від дорогих і дефіцитних матеріалів при розширенні використання прокату стандартних профілів і заготовок, що випускаються спеціальними підприємствами.

Для узагальнення оцінки результатів робіт, що підвищують технологічність конструкцій за ознаками уніфікації, блочності (агрегованості) та стандартизації, рекомендовано використовувати такі показники [9]:

1) коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = \frac{H_y + H_c}{H_{заг}}, \quad (4.2)$$

де H_y і H_c – кількість найменувань уніфікованих і стандартизованих деталей в конструкції виробів (за винятком кріпильних деталей); $H_{заг}$ – загальна кількість найменувань деталей у виробі (за винятком кріпильних).

2) коефіцієнт стандартизації конструкції:

$$K_{ст} = \frac{D_c}{D_{заг}}, \quad (4.3)$$

де D_c – кількість стандартизованих деталей в конструкції (за винятком кріпильних деталей); $D_{заг}$ – загальна кількість деталей в конструкції виробу (за винятком кріпильних).

3) коефіцієнт повторюваності:

$$K_{повт} = \frac{D_{заг}}{H_{заг}}, \quad (4.4)$$

4) коефіцієнт конструкторської наступності:

$$K_{пр} = \frac{D_y}{D_{заг}}, \quad (4.5)$$

де D_y – кількість уніфікованих деталей (запозичених з інших конструкцій даного ряду).

5) коефіцієнт блочності:

$$K_{бл(1)} = \frac{Y_{бл}}{Y_{заг}}, \quad (4.6)$$

або більш точно:

$$K_{\text{бл}(2)} = \frac{D_{\text{бл}}}{D_{\text{заг}}}, \quad (4.7)$$

де $U_{\text{бл}}$ – кількість блочних вузлів (уніфікованих складальних одиниць) у конструкції виробу; $U_{\text{заг}}$ – загальна кількість вузлів у конструкції виробу; $D_{\text{бл}}$ – кількість деталей, що входять у блокові вузли конструкції виробу.

Чим вище значення перерахованих показників, тим вищою буде техніко-економічна конструкція виробу.

4.6. Технологічна підготовка виробництва

Технічна підготовка забезпечує створення оптимальних матеріально-технічних передумов для випуску нових видів продукції із заданими властивостями і якісними характеристиками в найкоротші терміни і з найменшими витратами. Технологічна підготовка включає вибір сировини, матеріалів, технологічної бази, вибір типових технологічних процесів, технічного оснащення (технічного оснащення, засобів механізації та автоматизації виробничого процесу), визначення послідовності операцій, засобів контролю та випробувань, режиму роботи, кваліфікації виконавців.

Основним змістом технічної підготовки виробництва є:

- 1) відпрацювання конструкції виробу і деталей на технологічність;
- 2) розробка технологічних процесів;
- 3) проектування та виготовлення технічного обладнання;
- 4) перевірка, налагодження та впровадження розробленого технологічного процесу у виробництво.
- 5) розробка методів технічного контролю.

Зміст і обсяг робіт з технічної підготовки виробництва залежить від конструктивно-технологічних характеристик виробу, ступеня новизни і типу виробництва.

1. Відпрацювання конструкцій виробу на технологічність має базуватися на досягненні оптимальної конструкції та технологічної наступності для забезпечення максимальної економічної ефективності виробництва та експлуатації виробу. Основні завдання щодо забезпечення технологічності виробу

вирішуються в процесі створення конструкторської документації. Надалі, на стадії технологічної підготовки виробництва, технологічність забезпечується шляхом коригування документації за результатами аналізу технологічності виробу з урахуванням розроблених технологічних процесів. На цьому етапі може бути виявлена необхідність зміни конструктивного рішення з метою використання типових технологічних процесів, більш раціональних способів виготовлення деталей та складання виробів.

2. Розробка технічного процесу включає наступні етапи:

- формування технологічних кодів деталей на основі технологічних класифікаторів;
- вибір виду технічного процесу (одиничний, типовий, груповий) або пошук схожих технічних процесів;
- вибір технологічної бази (видів обладнання, інструментів, оснащення);
- складання технологічних маршрутів між цехами для руху деталей і складальних одиниць під час обробно-складальних процесів;
- розробка маршрутних та операційних технологічних процесів;
- розрахунок матеріаломісткості та норм праці;
- розробка програм управління для верстатів з ЧПУ та обробних центрів.

На стадії технологічної підготовки виробництва вибирається один із трьох типів технологічних процесів: одиничний, типовий або груповий. **Одиничний технологічний процес** спрямований на виготовлення виробів (деталей) одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від виду виробництва. Вони розробляються в такому порядку:

- вибір вихідної заготовки та способу її виготовлення;
- розробка технологічного маршруту;
- визначення необхідних засобів технологічного обладнання;
- розробка технологічних операцій;
- розрахунок норм часу та витрат матеріалів.

Типовий технологічний процес спрямований на виготовлення групи деталей зі спільними конструктивно-технологічними характеристиками. Він розроблений для типових представників і включає всі основні та допоміжні операції,

характерні для виробів цієї групи. Типові технологічні процеси були розроблені на основі аналізу активних виробничих процесів багатьох типових представників даної групи деталей. Базою типізації технологічних процесів є створений за допомогою ЕОМ класифікатор деталей. Він повинен містити повну інформацію про деталі різних типорозмірів із зазначенням усіх основних параметрів у кодованому вигляді.

Сортування цих параметрів дає можливість створювати групи деталей за подібною конструкторською та технологічною обробкою та в результаті дозволяє застосовувати типові технологічні процеси. Розробка типового технологічного процесу включає наступні етапи:

- уточнення вихідної заготовки та методу її виготовлення;
- уточнення послідовності операцій за типовими технологічними процесами;
- уточнення складу засобів технологічного обладнання;
- уточнення послідовностей переходів і режимів обробки;
- уточнення норм часу та витрат матеріалів.

Групові технологічні процеси спрямовані на виробництво груп виробів, що відрізняються за конструкцією, але мають спільні технологічні характеристики. Основою для розробки групових технологічних процесів і вибору загальних засобів технологічного оснащення є комплексний виріб - один із виробів групи або штучно створений виріб (умовний), що містить усі конструктивні елементи, характерні для деталей даної групи. Групова технологія передбачає використання методів і засобів, що властиві для крупносерійного і масового виробництва, при невеликих (а в ряді випадків і одиничних) обсягах виготовлення виробів і деталей одного найменування, тобто у дрібносерійному й одиничному виробництві. Розробка групових технологічних процесів виконується за тією ж схемою, що і розробка типових процесів.

Групова технологія є основою для автоматизації серійного та одиничного виробництва. Для організації групового виробництва використовується подетальна або вузлова форма спеціалізації виробничих підрозділів. При цьому створюються групові спеціалізації виробничих підрозділів з одночасним будівництвом групових потокових ліній, цехів, ділянок групового виробництва.

Використання типових і групових технологічних процесів дозволяє скоротити кількість різних технологічних маршрутів,

підвищити продуктивність праці та знизити собівартість продукції за рахунок використання сучасного технологічного обладнання і оснащення, а також знизити тривалість технологічної підготовки виробництва.

Вибір технологічних процесів і технологічного оснащення (обладнання, інструменту, видів обладнання) є не тільки відповідальним, але й дуже складним завданням, з огляду на існування кількох можливих варіантів її вирішення. Найважливішим критерієм вибору найбільш економічно вигідного варіанта технологічного процесу і обладнання є технологічність виробу, яка узагальнено характеризується його виробничою (технологічною) собівартістю. При цьому для кожного варіанта необхідно розрахувати виробничу собівартість виробу і вибрати варіант з найменшим рівнем змінних і умовно-постійних витрат на одиницю продукції. Для розрахунку собівартості ($C_{пр}$) доцільно використовувати формулу 4.8:

$$C_{пр} = Z_{пер} + \frac{ЗП}{N}, \quad (4.8)$$

де $Z_{пер}$ – змінні витрати на одиницю продукції; $ЗП$ – загальна величина постійних витрат підприємства, що відносяться до собівартості продукції даного виду протягом року; N – річний обсяг випуску продукції даного виду в натуральному вимірі.

Розробка міжцехових технологічних маршрутів (розцеховка) здійснюється для всіх складових частин виробу. Це включає в себе розподіл номенклатури деталей та вузлів між цехами і дільницями, а також розробку технологічних маршрутів для їх переміщення. Розцеховка визначає не тільки схему майбутнього технологічного процесу виготовлення виробу, а й номенклатуру виробничої програми кожного цеху і, отже, спеціалізацію та кооперацію основних цехів і дільниць підприємства.

Розробка технологічних процесів деталізується залежно від типу виробництва. *Одиничне та дрібносерійне* виробництво не виправдує детальної розробки технологічних процесів через високу трудомісткість.

У таких ситуаціях зазвичай обмежуються розробкою маршрутної технології. **Маршрутний технологічний процес** розробляються комплексно і оформляється *маршрутною картою*.

У маршрутній карті встановлюється перелік та послідовність технологічних операцій, типи верстатів, на яких повинні вони виконуватися, обладнання що використовується, розряди робіт та укрупнені норми часу. Маршрутні карти в одиничному та дрібносерійному виробництвах є основними документами, в яких оформляються розроблені технологічні процеси.

У *крупносерійному і масовому виробництві* технологічні процеси детально розробляються на всі операції та їх елементи. Крім маршрутної технології, розробляються операційні технологічні процеси, які деталізують технологію обробки і складання до переходів та режимів обробки. Операційний технологічний процес оформляється *операційною картою* у якій вказуються операції, переходи, технологічні режими (швидкість обертання, глибина різання, подача та ін.), вид інструменту (обробний і вимірювальний), оснащення, розряди робіт, поелементні (для кожної операції) і післяопераційні норми часу та витрати матеріалів.

3. Проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення часто є найбільш трудомістким етапом технологічної підготовки виробництва (у масовому і крупносерійному виробництві витрати часу на це становлять 60%...70% від загального часу відведеного на технологічну підготовку виробництва нового виробу).

Розрізняють стандартне та нестандартне технологічне обладнання. До *нестандартного* (на відміну від стандартного) відноситься технологічне обладнання, яке не регламентується державними або галузевими стандартами. Чим вищий обсяг серійного виробництва, тим ширше використовується нестандартне обладнання. Крім того, використання нестандартного технологічного обладнання багато в чому залежить від кількості та складності оригінальних деталей і вузлів, тобто технологічності конструкції виробу.

У процесі технічної підготовки виробництва безпосередньо на підприємстві проектують і виготовляють *спеціальне технологічне оснащення*. Його кількість залежить від кількості оригінальних деталей, що входять до складу виробу. Чим вищий обсяг виробництва, тим раціональнішим є використання спеціального оснащення, оскільки збільшення собівартості продукції компенсується економією за рахунок зниження трудомісткості

робіт. Універсальне стандартне обладнання краще купувати ззовні, тобто купувати його у спеціалізованих підприємств. Необхідно намагатися максимально використовувати обладнання, оснащення та інструменти, яке уже є в наявності підприємства [14].

На основі маршрутної технології розробляється планування обладнання, цехів та виробничих дільниць. При потребі проводиться реконструкція цехів (дільниць) та будівництво нових виробничих об'єктів.

4. Налаштування та впровадження технологічних процесів. На завершальному етапі технологічної підготовки виробництва проводиться вивірка, налагодження та впровадження розроблених технологічних процесів. Під час виконання цих робіт необхідно вивірити технологію обробки кожної деталі, складання вузлів та виробів, раціональність виготовлення обладнання.

За результатами таких вивірок усуваються окремі недоліки в технології та конструкції обладнання та остаточно налагоджується технологічний процес. Зміни на цьому етапі технологічної підготовки виробництва також можуть бути внесені в конструкторську документацію.

Технологічний процес вважається впровадженим з моменту досягнення ним виготовлення деталей і складальних одиниць за вимогами креслень і з заданою продуктивністю.

5. Розробка методів технічного контролю. Контрольні операції визначаються технологами відповідно до вимог креслень та технічних умов і записуються в технологічні карти. Для складних і відповідальних операцій технологічного контролю розробляються спеціальні карти, в яких вказується об'єкт контролю, місце його проведення, методи і засоби контролю, допустимі відхилення.

Розроблений технологічний процес оформляється у вигляді комплекту технологічної документації.

Затверджений технологічний процес є обов'язковим для всіх відділів і співробітників підприємства. Технологічна дисципліна полягає в суворому дотриманні правил і вимог щодо виготовлення заготовок, обробки деталей, складання виробів і їх окремих деталей згідно з технічною документацією.

Основою нових технологічних процесів є технологічний регламент, метою якого полягає в забезпеченні умов найбільш раціонального використання робочої сили, обладнання, матеріалів та

інших засобів виробництва і на цій основі підвищення продуктивності праці, зниження собівартості і забезпечення належних умов праці.

Регламентом визначається вид продукції, кількість та якість, норми витрат сировини на одиницю продукції, матеріалів, палива, енергії тощо. У ньому також вказується порядок виконання робіт за стадіями технологічного процесу, співвідношення виробничих потужностей підрозділів і учасників, розстановка обладнання, оптимальний режим роботи технологічного обладнання, порядок виконання технологічного процесу і параметри кожного етапу.

Технологічний регламент розробляється науково-дослідними інститутами (НДІ) або конструкторськими бюро (КБ) підприємств. Він створюється у вигляді комплексу технологічних документів і затверджується вищим керівництвом підприємства. Дотримання регламенту є обов'язковим для всіх працівників виробництва, порушення якого призводить до браку, зниження якості та зриву планомірної та ритмічної роботи підприємства. Контроль за дотриманням технологічного регламенту покладається на змінного майстра (начальника зміни).

4.7. Матеріальна та документальна підготовка виробництва

Матеріальна підготовка передбачає забезпечення підприємств (виробництв, цехів) необхідними матеріалами та енергетичними ресурсами (сировиною), підготовку складів і транспортних послуг відповідно до їх потреб, розробку систем організації зберігання, облік та реалізацію готової продукції, матеріально-технічне забезпечення. У процесі матеріальної підготовки визначаються елементи витрат на сировину, матеріали, паливо та енергію з урахуванням передового досвіду економного використання ресурсів, що використовуються на підприємстві.

Тому витратні коефіцієнти поділяються на теоретичні, що визначаються розрахунками, і результативні, що досягаються практикою. Розрахункові коефіцієнти повинні бути прогресивним і науково обґрунтованими, тобто враховувати результати передових виробництв. Фактичні коефіцієнти, як правило, нижчі від планових або розрахункових, внаслідок використання раціоналізаторських пропозицій, впровадження заходів щодо бережливості та економії.

Документальна підготовка включає розробку технічної та технологічної документації відповідно до вимог єдиної системи організації та управління процесом технологічної підготовки (ЄСПП), яка включає єдину систему конструкторської документації (ЄСКД) – комплекс державних стандартів та єдину систему технологічної документації (ЄСТД). Документація на конкретні методи і засоби технічної підготовки виробництва базується на ЄСКД, ЄСТД, єдиній системі класифікації та координування техніко-економічної інформації, єдиній системі атестації якості продукції, плановій, провідній та нормативно-технічній документації [1].

При розробці технологічних процесів використовуються наступні види технічної інформації: технологічний класифікатор об'єкта виробництва та технологічних операцій; система позначень технологічних документів, стандарти й каталоги; нормативи (параметри) технологічних режимів; матеріальні та трудові нормативи. Технологічну документація в цехах розробляється відповідно до стандартів підприємств. По змінах ведеться технологічний журнал, в якому фіксується хід технічного процесу на всіх стадіях протягом кожної зміни та вказуються всі відхилення від технологічного регламенту.

ЄСКД – це комплекс державних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані правила та норми щодо процедур створення та оформлення документів, що розробляються і використовуються підприємствами. Система забезпечує можливість взаємного обміну конструкторськими документами, спрощення їх формату, технічну підготовку до виробництва, поліпшення умов експлуатації машин, апаратів і обладнання. Стандарти ЄСКД поширюються на всі види конструкторської, облікової та реєстраційної документації.

У нашій державі діє єдина система технологічної підготовки продукції (ЄСППВ), яка являє собою сукупність стандартів, що передбачають:

- використання типових прогресивних технологічних процесів;
- використання типових автоматизованих і механізованих засобів;
- використання стандартного набору управлінських рішень і дій.

Дана система визначає системний підхід до вибору та застосування методів і засобів технологічних процесів.

Основу ЄСТПВ складають міждержавні, державні, галузеві стандарти, стандарти підприємств, нормативно-технічні та методологічні документи (ієрархія стандартів).

Технологічна підготовка відбувається за такими етапами:

- отримання вихідної конструктивної документації на виріб;
- відпрацювання конструкції виробу на технологічність виготовлення; розробка та вдосконалення типових технологічних процесів;
- проектування та виготовлення технологічного обладнання;
- організація та управління процесом підготовки виробництва.

Єдина система технологічної підготовки виробництва встановлює три стадії розробки документації.

1. Технічні завдання (визначення вимог щодо документації, виконавців, розробників, джерел фінансування, розрахунок техніко-економічної ефективності проекту).

2. Технічний проект (приймаються основні технічні рішення та визначаються виробничі завдання і функції).

3. Робочий проект (розробка спеціальної робочої документації для вирішення задач другої стадії).

Технологічна документація – це сукупність текстових і графічних матеріалів, що окремо або в комплексі визначають технологічний процес виготовлення або ремонту виробу.

ЄСТД – це система взаємопов'язаних правил і положень, які регламентують:

1. Порядок розробки документації.
2. Види документації.
3. Правила оформлення.
4. Комплектація документів на різні вироби.
5. Порядок застосування документації.

ЄСТД складається із 9 груп нормативних підстандартів:

1 група – 0 – загальні положення про технологічну документацію;

2 група – 1 – загальні вимоги до документації;

3 група – 2 – класифікація і призначення технологічної документації;

4 група – 3 – загальні вимоги до документації на магнітних носіях;

5 група – 4 – основне виробництво (правила оформлення документації за методами виготовлення або ремонту);

6 група – 5 – основне виробництво, форми і правила оформлення документації на випробування і контроль якості;

7 група – 6 – допоміжне виробництво;

8 група – 7 – резервне виробництво;

9 група – 8 – інше.

Основні документи поділяються на *загальні та спеціальні*.

Види документів загального призначення

До *документів загального призначення* відносяться такі, що призначені для всіх видів процесів і робіт незалежно від технологічних способів та методів виготовлення або ремонту виробів.

До загальних документів відносяться:

- титульний лист;
- карта ескізів;
- технологічна інструкція;
- маршрутна карта;
- комплектувальна карта;
- відомість розцеховки;
- відомість оснастки;
- відомість матеріалів.

На **титульному листі** наводять інформацію про назву виробу та всі узгодження і затвердження з виконавцями та розробниками.

Карта ескізів – графічна ілюстрація технологічного процесу виготовлення виробу або ремонту.

Технологічна інструкція – включає опис специфічних прийомів праці, методів контролю за процесами, правила користування обладнанням та інструментом, правила техніки безпеки та опис інших особливих випадків, які потребують додаткових роз'яснень.

Маршрутна карта включає опис технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу за всіма операціями у технологічній послідовності. В карті вказують дані про технологічне

обладнання та інструменти, матеріали та сировини, трудові нормативи та інші ресурси. Карта має 4 варіанти виконання в залежності від типу виробництва. Перші 3 – для одиничних процесів, 4-ий – для серійного та масового виробництва.

Комплектуюча карта включає дані про комплектуючі елементи, що входять до складу виробу.

Відомість розцеховки включає дані про маршрут надходження виробу по підрозділах підприємства у послідовності виготовлення.

Відомість оснастки – включає дані про спеціальні пристосування та інструмент, що необхідний у технологічних процесах.

Відомість матеріалів – включає дані про норми та фактичні витрати усіх матеріалів за окремими деталями виробу.

Документи спеціального призначення

До *спеціальних технологічних документів* відносяться такі, що складаються із спеціалізованих видів процесів, операцій та робіт. До них відносяться:

1. Операційна карта включає опис операцій для повного ТП з розчленуванням операцій по елементах. В карті вказують режими обробки, норми матеріалів та трудові нормативи.

2. Технологічна карта включає наступні дані:

- область застосування;
- організацію і технологію усіх робіт у послідовності з технологічними процесами;
- вимоги до якості робіт;
- нормативи витрат часу та затрат на зарплату;
- графік виконання робіт у часі;
- дані про матеріально-технічні ресурси;
- техніку безпеки та техніко-економічні показники процесів.

3. Карта трудового процесу призначена для організації праці робітників з дотриманням оптимальних режимів роботи та відпочинку. Карта включає 5 розділів:

- призначення карти;
- перелік виконавців;
- перелік засобів праці;
- умови виконання процесу в оптимальних межах;
- оптимальні прийоми праці.

4.8. Комплексна підготовка виробництва

Комплексна підготовка виробництва (КВП) за сучасними вимогами повинна реалізовуватися у вигляді технічних, організаційних, матеріальних, економічних, соціальних та екологічних вимог. Класифікація робіт за КВП представлена на рис. 4.3.



Рис. 4.3. Класифікація робіт за комплексною підготовкою виробництва

В даний час найбільш перспективним напрямком організації автоматизації робіт на основі комплексної підготовки виробництва і

забезпечення максимальної ефективності є створення систем конструкторсько-технічного проектування, широке використання автоматизованих робочих місць проектувальників, розподіленої інформаційної бази даних, розробка безпаперових міжсистемних інтерфейсів, використання прогресивних технологій і програмного забезпечення, побудованих за модульним принципом.

На сьогоднішній день такі інтегровані системи впроваджені лише для виробів, конструктивно-технологічні процеси проектування яких не є дуже складними.

Щоб максимізувати ефективність інтеграції, технічна гнучкість ЕОМ повинна відповідати інформаційній гнучкості систем проектування та управління, що вимірюється, відповідно, асортиментом проєктованих деталей і технологічним процесом їх виготовлення, а також часом реакції системи управління.

Важливим елементом такої технології є прогресивне та цілеспрямоване управління, необхідність його впровадження визначається тенденціями економічного розвитку та науково-технічного прогресу. Його основними елементами є: зростання масштабів виробництва та підвищення ступеня узагальнення; зростання складності організаційних систем з багатограними виробничими та науково-технічними зв'язками; зростання кількості взаємодіючих підрозділів, які беруть участь у складному процесі від народження ідеї до її впровадження у виробництво; зосередження на кінцевому результаті тощо.

Програмно-цільовий підхід до організації підготовки виробництва дозволяє значно знизити ризики, які зумовлені такими обставинами:

1) невизначеність результатів проектування нового продукту та їх досягнення;

2) для досягнення бажаного ефекту необхідно врахувати значну кількість вимог. Це досягається шляхом прогнозування та розробки альтернативних варіантів.

Застосування програмно-цільового підходу дозволяє раціонально організувати науково-технічні розробки та їх реалізацію, оперативне використання ресурсів, оптимізацію витрат, забезпечення необхідної якості новоствореної продукції, велику гнучкість, динамічність і підвищення відповідальності за виконання поставлених завдань на всіх рівнях ієрархії.

Напрямки удосконалення підготовки виробництва розділяють на планово-економічні, організаційно-технічні та організаційно-управлінські (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Класифікація напрямків удосконалення КПВ

Принциповою проблемою вдосконалення та розвитку програмно-цільового підходу до підготовки виробництва нової продукції є організація управління науково-технічними програмами.

Важлива роль в організації підготовки виробництва належить розробці методологічних основ програмно-цільового підходу, включаючи принципи формування та реалізації програм на рівні підприємства, розробку її концептуальної моделі, послідовності організації робіт.

Запитання для самоконтролю

1. У чому полягає зміст технічного завдання?
2. Що характеризує єдина система технологічної підготовки виробництва? Її основні завдання.
3. Назвіть стадії технологічної підготовки виробництва та охарактеризуйте їх.
4. Які функції виконує технологічна документація?
5. За якими ознаками класифікується технологічна документація?

6. Назвіть основні переваги автоматизації.
7. Перерахуйте та охарактеризуйте документи загального та спеціального призначення.
8. Наведіть класифікацію робіт за комплексною підготовкою виробництва.
9. Наведіть класифікацію напрямків удосконалення комплексної підготовки виробництва.
10. В чому полягає зміст програмно-цільового підходу? Яка його цінність?
11. Назвіть основні етапи розвитку автоматизації.
12. В яких галузях народного господарства вперше були застосовані автомати?
13. В чому полягає суть автоматизації та АСУ? Які їх особливості та відмінності?
14. Що являє собою автоматичне регулювання? Де застосовується?
15. Дайте визначення автоматичному та автоматизованому управлінню. Назвіть їх відмінності.
16. Що являють собою системи автоматичного регулювання? Наведіть приклади їх застосування.
17. Які автоматичні пристрої ви знаєте? Назвіть їх функції.
18. Назвіть мету функціонування АСУ витратами сировини і матеріалів.
19. Дайте визначення гнучкому автоматизованому виробництву.
20. За рахунок яких факторів досягається підвищення гнучкості виробничої системи?
21. Від яких факторів залежить техніко-економічна ефективність гнучких виробничих систем?
22. Назвіть шляхи підвищення економічної ефективності гнучких виробничих систем.
23. Що таке відкриття, винахід? Їх відмінність.
24. Що таке раціональна пропозиція?
25. Дайте визначення технічній підготовці виробництва.
26. Назвіть етапи конструкторської підготовки виробництва.
27. В чому полягає суть технічного завдання?
28. Що являє собою технічна пропозиція?
29. Що являє собою ескізний проект?
30. В чому полягає суть технічного проекту?
31. В чому полягає суть робочого проекту?

32. Назвіть основний зміст технологічної підготовки виробництва.
33. Назвіть основні етапи технологічної підготовки виробництва.
34. В чому полягає суть матеріальної підготовки виробництва?
35. В чому полягає суть документальної підготовки виробництва?

РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

- 5.1. Критерії оцінювання ефективності науково-технічних досягнень.
- 5.2. Рівень технології як показник якості технологічного процесу.
- 5.3. Комплексне управління якістю продукції за міжнародними стандартами.
- 5.4. Організація технічного контролю якості продукції.
- 5.5. Методи контролю якості продукції.
- 5.6. Показники техніко-організаційного та технологічного рівня виробництва.

5.1. Критерії оцінювання ефективності науково-технічних досягнень

Сучасний стан науково-технічного прогресу постійно потребує нового ступеня взаємодії науки і виробництва, використання наукового потенціалу для розв'язання певних проблем. Для оцінювання значення та ефективності науково-технічних досягнень використовують такі критерії: *науково-технічний, техніко-економічний і соціальний*.

Науково-технічний критерій визначає вагомість і тривалість наукових ідей, їх глибину, значення для нових напрямків науково-технічного прогресу. Показниками за цим критерієм є: відсутність аналогів, патентний захист, новизна роботи, що виключає факт розвитку раніше виконаних робіт, вагомість роботи. Ці показники не розкривають економічного потенціалу наукових відкриттів, їх виконання під силу лише при великих організаційних формах взаємодії науки і виробництва. Разом з тим, це не означає, що невеликі наукові колективи не можуть займатися подібними пошуками. Потрібно лишень на належному рівні організувати матеріальне стимулювання [15].

Техніко-економічний критерій визначає моральну довговічність науково-технічних рішень, можливість ефективного використання розробок протягом тривалого часу. Для визначення цього критерію використовуються техніко-економічні показники, головними з яких є такі: очікувані технічні результати від нововведень – підвищення точності, надійності, довговічності, коефіцієнта корисної дії та ін.; очікувані економічні результати від нововведень – гарантований річний економічний ефект, коефіцієнт

ефективності на одиницю витрат; можливості впровадження нововведень у різних галузях. Особливу увагу при цьому слід приділити відповідності варіантів новизни досягнутому світовому рівню науки і техніки.

Соціальний критерій визначає зміни щодо соціальних можливостей. Оцінювання за цим критерієм можна проводити, використовуючи такі показники: стирання граней між розумовою і фізичною працею; уніфікація елементів та агрегатів, що веде до взаємозамінності робітників, адаптації до процесу виробництва; створення знарядь праці, що передбачають захист та охорону навколишнього середовища, раціональність використання природних ресурсів; підвищення рівня творчої ініціативи працівників, ефективно використання їх можливостей.

Ці показники неможливо оцінити кількісними мірками, проте сьогодні при оцінюванні вагомості науково-технічного прогресу і плануванні його прискорення вони переходять на перше місце.

Усі три критерії необхідно враховувати в комплексі, що повинно забезпечувати позитивний ефект.

Основними техніко-економічними показниками, за допомогою яких визначають ефективність кожного технологічного процесу, є: витрата сировини та енергії на одиницю продукції; капітальні витрати на організацію виробництва; продуктивність обладнання (процесу); якість і собівартість продукту; інтенсивність процесу, рівень його механізації та автоматизації.

Отже, параметри, що характеризують технологічний процес, можна розподілити на три групи:

➤ ті, що характеризують індивідуальні особливості конкретних технологічних процесів (технічні характеристики устаткування, схеми компонування устаткування, склад сировини та ін.). Параметри цієї групи дозволяють виділити технологічний процес з ряду однотипних, але не дають можливості простежити його розвиток під дією різних чинників;

➤ ті, що характеризують ряд окремих технологічних процесів (енергомісткість, фондомісткість, витрати різних видів матеріальних ресурсів на одиницю продукції, параметри ефективності та ін.), вони дають можливість порівняти різні однотипні технологічні процеси між собою;

➤ найбільш загальні, що можуть бути використані для визначення закономірностей розвитку технологічного процесу (жива і уречевлена праця); значення цих параметрів пояснюється тим, що вони пов'язані з такою важливою характеристикою, як продуктивність праці.

Вирішальне значення для раціонального ведення виробництва і створення сталого й правильного технологічного режиму має організація праці та управління виробництвом, а також здійснення швидкого і систематичного контролю виробництва.

Виходячи із структури технологічного процесу, виділяють два напрями його розвитку (вдосконалення): вдосконалення допоміжних ходів (еволюційний); вдосконалення робочого ходу (революційний).

Одночасне вдосконалення допоміжних і робочих ходів можна уявити як сукупність дій з цих двох напрямків, тому для елементарного технологічного процесу такий поділ є досить виправданим.

Перший напрямок полягає в тому, що дії людини замінюються дією механізмів. При цьому практично будь-який кінематичний рух можна реалізувати за допомогою різних механізмів. Обмеження можуть виникати лише з економічних міркувань та з точки зору надійності. Відсутність змін суті технологічного процесу при вдосконаленні допоміжних ходів визначає шлях розвитку як еволюційний. Процес носить раціоналістичний характер (раціоналізаторські пропозиції).

Другий напрямок характеризується такими показниками. При вдосконаленні робочого ходу можливі різні технічні рішення з використанням нових областей знань, реалізацією прогресивних і нетрадиційних рішень. Відбуваються конкретні, революційні зміни сутності робочого ходу, а не його інтенсифікація. Для цього напрямку характерна непередбачуваність результатів, його технічна реалізація пов'язана з певними труднощами.

Можна сформулювати такі основні властивості технічних рішень, що реалізуються під час розвитку технологічних процесів еволюційним або революційним шляхами.

Група технічних рішень еволюційного типу характеризується такими властивостями:

➤ запровадження механізації і автоматизації обов'язково пов'язане з підвищенням озброєності праці працівника, а значить, з ростом продуктивності праці на одиницю продукту;

➤ запровадження еволюційних технічних рішень зменшує кількість затраченої живої праці на одиницю продукту і в більшості випадків веде до зростання продуктивності праці;

➤ ефективність технічних рішень еволюційного типу знижується в міру росту продуктивності праці.

Група технічних рішень революційного типу характеризується такими властивостями:

- технічні рішення революційного типу завжди ефективніші, ніж еволюційного того ж призначення;

- зменшення сумарних витрат праці при революційних рішеннях може реалізовуватись у результаті зменшення як живої, так і минулої праці на одиницю продукту.

Слід зазначити, що більша ефективність рішень революційного типу порівняно з еволюційним є абсолютною властивістю всіх технологічних рішень. Через те, що реалізація революційних рішень вимагає додаткових наукових досліджень, зміни технологій і основного технологічного обладнання, інших витрат, їх запровадження стає реальним лише за умови реалізації названих вище властивостей, у протилежному випадку розвиток буде відбуватись еволюційним шляхом.

Технологічний рівень будь-якого виробництва впливає на економічні показники, тому при виборі технологічного процесу необхідно провести його техніко-економічну оцінку та вибрати оптимальний варіант.

Загальними для всіх технологічних процесів техніко-економічними показниками є: продуктивність праці, витратні коефіцієнти, собівартість і якість одержаної продукції.

Продуктивність праці характеризується кількістю продукції, що виготовляється за одиницю часу. При впровадженні нової техніки, технологій, технологічних процесів рівень продуктивності є визначальним показником. Відповідно, збільшення продуктивності є переумовою до зниження собівартості.

Витратні коефіцієнти – розраховуються на одиницю виробленої продукції (витрати сировини, енергії, палива, допоміжних матеріалів). Збільшення матеріальних витрат веде до зростання собівартості

продукції та зниження ефекту від інновацій. Деколи впровадження нових технологічних ліній, окремих технічних вдосконалень веде до збільшення витрат сировини, а іноді навпаки. Основною вимогою до нових технологій, вдосконалень є матеріалозбереженість. Саме такі технології вважаються ефективними.

Собівартість являє собою суму всіх витрат на виготовлення та реалізацію одиниці продукції. Зменшення собівартості можливе за рахунок підвищення продуктивності, якості сировини (вихідних матеріалів), їх ощадливого використання, встановлення високотехнологічного устаткування, поліпшення організації технологічного процесу та ін. Для виявлення резервів виробництва, інтенсифікації технологічних процесів – проводять аналіз структури собівартості.

Якість виготовленої продукції характеризує сукупність її властивостей, складу та структури. *Показники якості мають відповідати вимогам:* технологічності, надійності, призначення, стандартизації, економічності, естетичності тощо.

Окремі конкретні технологічні процеси можуть оцінюватись за допомогою й інших техніко-економічних показників.

На підприємстві для виявлення ступеня забезпеченості виробництва необхідними видами продукції та встановлення відповідних пропорцій застосовуються *матеріальні, грошові та трудові* баланси.

Технологічний матеріальний баланс являє собою співвідношення кількості витрачених засобів та матеріальних ресурсів і отриманої продукції в грошовому вираженні у технологічному процесі. Він базується на законі збереження маси. Загальна маса матеріалів, що використовуються у виробництві має дорівнювати масі отриманої продукції. Матеріальний баланс може бути складеним також у розрахунку на одиницю продукції за одиницю часу.

Забезпечення підвищення ефективності виробництва досягається при оптимальній структурі використання ресурсів і отримання продукції.

Економічна оцінка технологій передбачає використання понять «ефект» і «ефективність».

Ефект є корисним результатом розробки та використання інновацій і може бути економічним, соціальним, екологічним, науковим або технологічним.

Економічно-корисний результат виражається у збільшенні виробництва затребуваної продукції, підвищенні її якості та конкурентоспроможності, економії всіх видів виробничих ресурсів при рості продуктивності суспільної праці.

Суспільно-корисний результат проявляються в поліпшенні умов праці, ліквідації важкої праці, збільшенні вільного часу, усуненні причин професійних захворювань і травматизму, підвищенні освітнього і культурного рівня працівників.

Екологічно-корисний результат полягає в зниженні шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище.

Науково-технічний корисний результат полягає у отриманні нових знань та технічних засобів, що забезпечують прискорення науково-технічного розвитку.

З перелічених типів ефектів найлегше оцінити *економічний* ефект.

Економічний ефект від заходів науково-технічного прогресу (НТП) розраховується на всіх етапах реалізації за весь період реалізації цих заходів і визначається як різниця між вартісною оцінкою результатів та вартісною оцінкою загальних витрат ресурсів за цей період [16].

Показник ефекту за певний проміжок часу зазвичай визначається як перевищення вартісної оцінки корисних результатів інновації над витратами, пов'язаними з її розробкою, виробництвом і використанням.

Залежно від етапу життєвого циклу інновації та достовірності використаної інформації розраховується **очікуваний** (прогнозований) або **фактичний** економічний ефект.

Економічний ефект, залежно від періоду часу за який він розраховується, може бути **річним** (середньорічним) або **сумарним** (інтегральним), і визначається з урахуванням фактора часу в життєвому циклі інновації.

Технологічні інновації можна розділити на дві групи. До першої відносять інновації, які характеризуються достатньо стабільною величиною щорічно отримуваних корисних результатів і коротким періодом вкладання коштів для їх здійснення (до року). В цю групу можна включити такі заходи, як заміна і модернізація технологічного обладнання, роботизація виробництва і т. д.

В другу групу включають інновації, які відрізняються різкими коливаннями щорічно забезпечуваних корисних результатів і вкладанням коштів для їх здійснення на протязі ряду років (впровадження гнучкої виробничої системи, реконструкція цеху (підприємства), розробка і освоєння нової продукції).

Інновації першої групи можна ранжувати на основі показників, розрахованих за один рік. Інновації ж другої групи потрібно ранжувати в порядку зменшення ефективності тільки на основі розрахунку показників за весь їх життєвий цикл, тобто за період з початку розробки до призупинення використання.

5.2. Рівень технології як показник якості технологічного процесу

Для скорочення циклу створення й освоєння нової продукції (СОНП), підвищення економічної ефективності створюваної техніки існує багато різних конструкторських, технологічних та організаційно-економічних шляхів. Основними із них є [6]:

1. Термін технічної підготовки виробництва можна значно скоротити шляхом механізації та автоматизації трудомістких обчислювальних, графічних, пошукових, множинних та інших робіт. Це характерно для більшості етапів проектно-технічної підготовки виробництва. Застосування систем автоматизованого проектування (САПР) є одним із найефективніших засобів прискорення конструкторсько-технологічного проектування та прийняття оптимальних конструкторських та управлінських рішень.

2. Іншим важливим напрямком прискорення та підвищення якості технічної підготовки виробництва є використання автоматизованих інформаційно-пошукових систем (ІПС). Конструктори, які починають нові розробки, користуючись фондами, накопиченими в ІПС, вивчають найбільш сучасні елементи конструкцій, принципи дії, патенти, стандарти, чим значно скорочують тривалість етапів проектування і забезпечують сучасні і перспективні вимоги до конструкцій. На основі цієї інформації визначається послідовність технологічних маршрутів, складається перелік технологічного устаткування та специфікація матеріалів.

3. Удосконалення організаційних форм системи СОНП. Зокрема, покращення організації співпраці між конструкторами та технологами, починаючи з перших стадій проектування та узгодження спільних конструкторсько-технологічних рішень.

4. Уніфікація, стандартизація та типологізація конструкторських, технологічних і організаційних рішень.

5. Комплексний аналіз технологічності конструкцій в процесі виробництва.

6. Використання функціонально-вартісного аналізу (ФВА) як методу системного дослідження продукту, спрямованого на оптимізацію співвідношення між споживчими характеристиками продукту та витратами на його розробку, виробництво та використання. ФВА на етапі розробки нового продукту обумовлює поперердження виникнення функціонально зайвих витрат.

7. Моделювання процесів СОНП – це паралельне та послідовне виконання науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, технічної підготовки і освоєння виробництва.

8. Застосування сіткових методів планування та управління (СПУ) в системах СОНП, що покращує організацію роботи та оперативний контроль за їх виконанням, забезпечує наочність ходу розробки та своєчасне виявлення «вузьких місць».

Конкурентноздатність і успіх будь-якого підприємства залежить від обґрунтування науково-технічної політики, яка їм проводиться, масштабів і ефективності розробки та освоєння нововведень (інновацій).

Інновація – це цілеспрямована зміна науково-технічної бази підприємства, продукції, яка випускається, предметів праці, які використовуються, технологічних процесів, джерел енергії, кваліфікації працюючих, методів організації виробництва, матеріально-технічного забезпечення і збуту, направлена на досягнення стратегічних цілей і отримання корисних економічних, соціальних, екологічних результатів.

Розрізняють наступні види інновацій на підприємстві:

- інновації продукції;
- технологічні інновації (використання більш економічних знарядь праці, прогресивних технологічних процесів);
- інновації сировини, що використовується;
- інновації організації виробництва і управлінської діяльності;
- інновації персоналу.

Основу інноваційної політики на підприємствах створюють інновації продукції, яка випускається з урахуванням запитів споживачів. Зміна продукції, що випускається, підвищення її якості і конкурентноздатності, як правило, пов'язано з інноваціями технологічних процесів, матеріалів, що використовуються, сировини, необхідністю підвищення кваліфікації працівників і т. д. Завдяки технічним інноваціям забезпечується ріст продуктивності праці, зниження собівартості продукції, підвищення її якості, що також сприяє підвищенню її конкурентноздатності.

Витрати, пов'язані з розробкою, освоєнням, і використанням інновацій ділять на капітальні і поточні.

Капітальні витрати здійснюються на протязі обмеженого проміжку часу, а обслуговують процес на протязі довгого періоду.

В склад одноразових входять витрати на:

➤ проведення науково-дослідних, технологічних і проектних робіт;

➤ розробку нової продукції і освоєння її виробництва;

➤ придбання, монтаж і налагодження обладнання;

➤ реконструкцію або будівництво споруд;

➤ поповнення оборотних коштів;

➤ попередження негативних соціальних, екологічних та інших наслідків.

Поточні витрати, на відміну від одноразових, мають місце постійно або через невеликі проміжки часу. Вони в грошовій формі відображають витрати матеріальних і трудових ресурсів на виробництво і реалізацію продукції (послуг), формують собівартість.

У сучасній ринковій економіці висуваються високі вимоги до якості продукції, саме її рівень значною мірою визначає конкурентоспроможність підприємств та їх позиції на ринку в жорстких конкурентних умовах за споживачів. Забезпечення необхідного рівня якості продукції є одним із основних завдань підприємства.

Під якістю продукції розуміють сукупність властивостей продукції, що визначають її здатність задовольняти конкретні потреби споживачів, відповідно до призначення.

Чим вищий рівень технології, тим вища якість продукту.

Під **властивістю продукції** розуміють об'єктивні ознаки продукту, які проявляються в процесі його створення, експлуатації чи споживанні. Кожен конкретний вид продукції має багато різних властивостей. Їх поєднання дозволяє відрізнити продукцію одного підприємства, від продукції іншого. Всі властивості продукції можна класифікувати на прості і складні. Прикладом складної властивості є надійність продукції. Прості характеристики включають вантажопідйомність і швидкість автомобіля, потужність двигуна, зусилля преса тощо.

Якісні та кількісні характеристики будь яких властивостей виробів називають **ознакою товару**. До якісних характеристик виробу відносять форму, зручність, місткість, зручність управління, наявність або відсутність захисних або декоративних покриттів на поверхні деталей, профіль прокату, спосіб налаштування або регулювання технічного обладнання тощо.

Якість продукції характеризується низкою показників, кожен з яких являє собою кількісну оцінку однієї або кількох властивостей продукції. Сучасна система показників якості продукції включає такі групи:

- *узагальнюючі* – відображають загальний рівень якості продукції в цілому по підприємству;

- *комплексні* – характеризують декілька властивостей виробів;

- *одиничні* – характеризують окремі властивості виробів.

Найбільш вагоме значення при оцінці якості продукції відіграють *одиничні показники*, умовно об'єднані в окремі групи.

1. **Показники призначення** – характеризують здатність виробу виконувати свої основні функції. Наприклад: швидкість, встановлена потужність, максимальна вантажопідйомність, термін використання, вміст корисних речовин тощо.

2. **Показники надійності. Надійність** – властивість виробів зберігати протягом встановленого часу значення всіх параметрів, що характеризують його здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання, транспортування тощо.

Надійність – це комплексна властивість, яка оцінюється на основі одного показника, такого як наявність відмов, довговічність і ремонтпридатність. Залежно від типу виробу, його призначення та

умов експлуатації надійність можна оцінити лише за деякими його властивостями. Наприклад, якщо виріб є невідновлюваним, то в набір властивостей надійності ремонтпридатність не включається.

2.1. **Безвідмовність** – це здатність виробу постійно зберігати свою функціональність за певних умов експлуатації та протягом певного часу або періоду обкатки. **Працездатність** – це стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи прийнятні значення всіх основних параметрів. Безвідмовність виражається кількісними показниками, такими як середній час роботи до відмови та середній час роботи до першого капітального ремонту.

2.2. **Довговічність** – це здатність виробу зберігати свою працездатність протягом тривалого періоду часу (з можливими перервами на ремонт) до встановленого граничного стану. Для кількісної оцінки довговічності використовуються такі показники, як термін служби виробу, технічний ресурс (загальний термін служби виробу за період використання).

2.3. **Ремонтпридатність** є властивістю конструкції, що полягає в її придатності до відновлення робочого стану шляхом виявлення та усунення дефектів і несправностей у процесі технічного обслуговування і ремонту. Кількісну оцінку ремонтпридатності здійснюють за показниками трудомісткості технічного обслуговування, трудомісткості розбирання та складання, заміни вузлів і агрегатів протягом терміну служби виробу.

3. **Показники технологічності.** Показники *виробничої технологічності* продукції характеризують виріб як об'єкт виготовлення та відображають ефективність конструкторських та технологічних рішень. До них належать: *показники питомої трудомісткості, використання матеріалів, коефіцієнти блочності й агрегатності конструкцій, матеріало- і енергоємності продукції.*

Експлуатаційна технологічність характеризується витратами часу та ресурсів на обслуговування і ремонт виробу.

4. Показники **стандартизації та уніфікації** дають можливість визначити ступінь використання в конструкції виробу стандартизованих і уніфікованих деталей та вузлів. До них належать *коефіцієнти уніфікації, стандартизації, повторюваності і застосовуваності.*

5. **Ергономічні показники** враховують антропометричні, фізіологічні та психологічні вимоги людини до виробу і дають змогу визначити зручність і безпеку його експлуатації. З їх допомогою вимірюються параметри продукції, що впливають на працездатність людини під час експлуатації. До показників цієї групи відносяться шум, вологість, освітленість, вібрація, ступінь зручності розташування сидінь і органів управління.

6. **Патентно-правові показники** характеризують ступінь патентної захищеності та патентної чистоти виробу. До цієї групи належать показники патентного захисту продукції в межах країни, показники патентної захищеності вітчизняної продукції патентами за кордоном, показники патентної чистоти, що відображає правову можливість реалізації продукту як на внутрішньому так і міжнародному ринках.

7. **Естетичні** показники характеризують здатність виробів задовольняти естетичні вподобання споживачів. Вони відображають наступні властивості виробів: *інформаційна виразність* (оригінальність форми; відповідність стилю, моді); *раціональність форм*; *цілісність композиції* (органічність об'ємно-просторової структури; пластичність, колорит і декоративність); *досконалість виготовлення поверхонь* (чистота контурів; ретельна обробка покриття); *стабільність товарного вигляду* (стійкість до пошкоджень; збереженість кольору).

8. **Показники транспортабельності** характеризують здатність товару зберігати придатність під час транспортування. До них відносяться такі показники, як *середня трудомісткість і витрати на підготовку одного товару до транспортування* (включаючи упаковку, навантаження і кріплення; середню вартість транспортування одного виробу на відстань 1 км і ін.).

Основні напрями підвищення якості продукції [3]:

- створення технологічних конструкцій машин, устаткування, механізмів та приладів;
- постійне вдосконалення конструкцій технічного обладнання та технології його виготовлення;
- ріст коефіцієнта уніфікації виробів відносно базових моделей;
- підвищення технологічного рівня виробництва, комплексна механізація та автоматизація виробничих і допоміжних процесів;

- ритмічна робота всіх підрозділів підприємства;
- розробка, впровадження та систематичне застосування передових методів контролю і аналізу якості продукції;
- суворе дотримання технічної, виробничої та виконавчої дисципліни;
- покращення стандартизації та технічних умов;
- впровадження наукової організації праці;
- поліпшення культури виробництва;
- розвиток творчої діяльності працівників для досягнення найкращих кінцевих результатів при економії праці.

5.3. Комплексне управління якістю продукції за міжнародними стандартами

Найважливішим досягненням останніх років у сфері забезпечення високого рівня якості та конкурентоспроможності продукції стало впровадження тотального управління якістю – Total Quality Management (TQM). Ця система охоплює всі підрозділи підприємства і спрямовує їх діяльність на забезпечення необхідної якості продукції на всіх етапах життєвого циклу.

Широке застосування системи TQM в економічно розвинутих країнах почалося з кінця 80-х років минулого сторіччя. Наукові основи концепції тотального керування якістю закладені в дослідженнях Е. Демінга, Дж. Джурана і Ф. Кросбі. Е. Демінг розробив процедуру безперервного удосконалення якості продукції, що одержала назву циклу **PDCA (Plan – Do – Check – Act)**. Даний цикл («планування – виконання – перевірка – реакція»), що має ще назву «колесо Демінга», став основою системи TQM. Його зміст полягає в тому, що на всіх стадіях свого функціонування система управління якістю (у відповідності зі спіраллю якості) повинна проходити такі періодично повторювані фази, як [12]:

- **планування (Plan)**, у процесі якого визначаються проблеми, що потребують вирішення, а також інструменти їх дослідження;
- **виконання (Do)**, що передбачає реалізацію прийнятих рішень;
- **перевірка (Check)**, що включає збір і аналіз результатів практичної реалізації розроблених заходів;

➤ **реакція (Act)**, що включає загальну оцінку всієї процедури виявлення невирішених проблем і перехід до першого етапу циклу.

TQM заснована на міжнародних стандартах в області управління якістю серії ISO 9000, ISO 14000, ISO 10000 та ін. (усі перераховані стандарти прийняті як державні стандарти України). Система комплексного керування якістю (TQM) включає такі процеси:

- планування якості продукції і виробничого процесу;
- розробку нової продукції;
- оцінку якості дослідного зразка;
- вхідний контроль матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів;
- сертифікацію продукції;
- сертифікацію виробничого процесу;
- контроль якості продукції і виробничого процесу;
- проведення спеціальних досліджень у сфері якості продукції;
- збір і аналіз інформації про якість отриманої від споживачів продукції;
- метрологічне забезпечення контрольних операцій;
- підвищення кваліфікації персоналу;
- організацію гарантійного обслуговування;
- координацію робіт в області підвищення якості;
- спільну роботу з постачальниками по забезпеченню якості продукції;
- використання циклу PDCA (Plan – Do – Check – Action);
- організацію роботи кружків якості;
- розробку відповідних галузевих, регіональних стандартів і стандартів якості підприємства;
- приведення національних стандартів у відповідність з діючими міжнародними стандартами якості продукції, послуг і робіт;
- формування культури якості;
- матеріальне і моральне стимулювання працівників у підвищенні якості продукції;
- розробку критеріїв відповідальності за якість для всіх рівнів управління процесами протягом усього життєвого циклу продукції і послуг.

Система комплексного керування якістю TQM базуються на використанні різних спеціальних методів і можуть бути класифіковані за двома основними ознаками: у залежності від **функції** управління якістю; у залежності від **об'єкта** управління якістю.

Етапи організації комплексного управління якістю на підприємстві відповідно до ISO 9001

Процес організації комплексного управління якістю на підприємстві складається з трьох основних етапів:

- 1) проектування;
- 2) впровадження;
- 3) функціонування і удосконалення.

Проектування на підприємстві системи комплексного управління якістю включає:

- прийняття рішення вищим керівництвом компанії щодо впровадження системи управління якістю;
- формування політики якості;
- створення проектних груп;
- діагностика та прогнозування діяльності підприємства;
- розробка організаційної структури;
- розробка або адаптація методів контролю якості;
- проектування інформаційної підсистеми контролю якості;
- підготовка та складання повної проектної документації для впровадження, функціонування та вдосконалення систем управління якістю на підприємстві.

Впровадження інтегрованої системи управління якістю на підприємстві включає:

- навчання персоналу;
- впровадження процедур у відділах підприємства;
- проведення внутрішнього аудиту;
- реалізація коригувальних заходів;
- сертифікацію системи управління якістю.

Функціонування й удосконалення системи комплексного управління якістю на підприємстві включає:

- періодичне проведення аудиту;
- здійснення коригувальних заходів.

На етапах впровадження, експлуатації та вдосконалення комплексної системи управління якістю дуже важливо оцінити, чи

відповідає система управління якістю встановленим вимогам шляхом проведення аудиту.

Інструкції щодо проведення аудитів якості викладені в серії стандартів ISO 10011. Розрізняють такі *види аудитів якості*:

1. Залежно від мети та характеру заходу:

- зовнішній;
- внутрішній.

2. Залежно від того, що оцінюється:

- аудит системи управління якістю;
- аудит продукції;
- аудит процесу.

3. Залежно від періоду планування:

- плановий;
- позаплановий (оперативний).

Внутрішній аудит проводиться регулярно фахівцями підприємства або зовнішніми аудиторами за власною ініціативою підприємства.

Зовнішній аудит проводиться клієнтами або третіми сторонами для отримання підтвердження того, що система якості підприємства відповідає встановленим вимогам.

Одним із різновидів зовнішнього аудиту є *сертифікаційний аудит*, за результатами якого компанії видається *сертифікат відповідності*.

Сертифікація – це процес підтвердження того, що оцінюваний продукт або система забезпечення якості підприємства відповідає визначеним нормам (стандартам), який здійснюється незалежною третьою стороною та офіційно підтверджується в письмовій формі.

Виділяють такі види сертифікації:

1. Залежно від об'єкта сертифікації:

- сертифікація продукції;
- сертифікація робіт і послуг;
- сертифікація корпоративної системи забезпечення якості.

2. Залежно від області сертифікації:

- сертифікація системи забезпечення якості;
- екологічна сертифікація;
- сертифікація соціальної лояльності.

3. За правовою ознакою:

- обов'язкова;
- добровільна.

За результатами сертифікації підприємство отримує офіційний документ: **сертифікат відповідності продукції** (Product Certification) або **сертифікат відповідності системи забезпечення якості** (Quality Assurance System Certification). Сертифікати системи якості видаються органами сертифікації та дійсні не більше трьох років.

Обов'язковій сертифікації підлягає ряд продукції, робіт і послуг, від якості яких безпосередньо залежить не тільки охорона навколишнього середовища, а й безпека життя, здоров'я та майна населення. Так, обов'язковій сертифікації підлягають продукти харчування, ліки, будівельні матеріали, автомобілі тощо. Обов'язкова сертифікація проводиться тільки державними органами сертифікації. В Україні такі установи об'єднані в єдину систему сертифікації УкрСЕПРО.

Добровільна сертифікація проводиться на вимогу підприємств по тих видах продукції, для яких законодавством не передбачена обов'язкова сертифікація. Її можуть проводити як державні органи сертифікації, так і приватні (представництва національних та іноземних установ). Основними представництвами іноземних органів сертифікації в Україні є: Об'єднання Технічного Нагляду (TUV CERT, Німеччина), Бюро Веритас (BVQI, Франція), Регістра Ллойда (LRQA, Великобританія), Societe General de Surveillance (SGS, Швейцарія).

Продукція, роботи, послуги, які пройшли сертифікацію, маркуються **знаком відповідності**. Розрізняють ознаки обов'язкової (державної) та добровільної сертифікації. Матеріальні вироби маркуються безпосередньо. Для робіт та послуг знаки відповідності проставляються на квитанціях, замовленнях, ваучерах, договорах, пакувальних матеріалах, бланках тощо.

Екологічна сертифікація базується на стандартах серії ISO 14000. Метою екологічної сертифікації є сприяння впровадженню технологічних процесів та виробництва продукції, що мінімізує забруднення навколишнього природного середовища та забезпечує безпеку життя і здоров'я споживачів.

Сертифікація соціальної лояльності базується на міжнародному стандарті SA 8000, який містить ключові критерії для

оцінки соціальної лояльності підприємства, включаючи дитячу працю, гігієну та безпеку праці, свободу асоціацій і право на укладання колективних договорів, дискримінацію, дисциплінарні заходи, робочий час, винагорода та системи управління [10].

Кожен об'єкт сертифікації (матеріальна продукція, системи забезпечення якості, роботи, послуги) має свою схему сертифікації. У таблиці 5.1 представлено схеми сертифікації систем управління якістю.

Таблиця 5.1

Етапи проведення сертифікації системи управління якістю на підприємстві

Склад робіт	Виконавці
1	2
1. Підготовчий етап	
1.1. Заявка щодо проведення сертифікації системи управління якістю на підприємстві	Підприємство
1.2. Отримання від відповідного органу з сертифікації відповіді, заповнення анкети, підготовка обов'язкових матеріалів для оцінки системи управління якістю підприємства	Підприємство
1.3. Попередня оцінка системи управління якістю підприємства та висновок про необхідність подальшої перевірки	Орган з сертифікації
1.4. Укладення договору щодо проведення сертифікації системи управління якістю на підприємстві	Орган з сертифікації, підприємств
2. Основний етап	
2.1. Підготовка системи управління якістю до перевірки	Підприємство, орган з сертифікації
2.2. Розробка програми проведення перевірки системи управління якістю	Орган з сертифікації, підприємство
2.3. Проведення завершальної перевірки системи управління якістю	Орган з сертифікації

продовження табл. 5.1

1	2
2.4. Підготовка висновків за результатами перевірки системи управління якістю. Відправка звіту про результати перевірки на підприємство	Орган з сертифікації
2.5. Оформлення, реєстрація системи управління якістю в Реєстр УкрСЕПРО і видача підприємству сертифікату системи управління якістю	Орган з сертифікації
2.6. Інформування про результати робіт з сертифікації через інформаційні довідники	Управління, Держстандарт України та УкрНДІССІ
2.7. Технічний нагляд за сертифікованою системою управління якістю протягом періоду дії сертифікату	Орган з сертифікації

Метод Хошина. Техніка планування Хошина, відома як «Сім інструментів управління якістю», використовується для вирішення різних проблем у діяльності підприємства, які безпосередньо пов'язані з якістю продукції. Перелік методів Хошина представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Методи Хошін

Етапи процесу планування	Назва методів Хошін
1. Визначення загальних цілей діяльності	1. Діаграма схожості (походить від КJ методу) 2. Діаграма зв'язків (відносин)
2. Розробка конкретних завдань для досягнення кінцевих цілей	3. Деревовидна схема (діаграма) 4. Діаграма матриця 5. Матричний аналіз даних
3. Ув'язка завдань в єдиний план дій	6. PDPC діаграма 7. Стрілочна діаграма

Діаграма подібності (метод КJ). Цей метод був розроблений

професором Jiro Kawakita. Назва «KJ» є аббревіатурою від імені творця методу. У процесі прийняття бізнес-рішень особи, які приймають рішення, часто стикаються з необхідністю маніпулювати складними описовими (словесними) даними. У таких випадках діаграми подібності можуть бути використані для чіткого та ясного вираження (формалізації) досліджуваної проблеми. Алгоритм цього методу полягає в упорядкуванні та об'єднанні словесних даних, отриманих від різних людей, на основі змістової подібності.

Діаграма зв'язків відношень) – це мережа «причинно-наслідкових зв'язків», побудована на основі даних діаграми подібності. Це дозволяє встановити залежності між виявленою проблемою та її основною причиною.

Матрична діаграма відображає зв'язок між багатьма альтернативами (причинами) і багатьма наслідками (факторами та явищами), а також ступінь їх взаємозалежності. Матрична діаграма може включати відповідні заходи для усунення негативних наслідків множинного вибору.

Деревоподібна схема (діаграма) є широко використовуваним інструментом для співвіднесення засобів із результатами, а результати стають засобами для більш загальних цілей.

Стрілочна діаграма – це спрощена схема PERT (система планування і керування програмами розробок (сіткове планування), використовується для складання розкладу та виявлення «вузьких місць» (критичного шляху). Створюється за результатами даних діаграм подібності, діаграм зв'язків, матричних діаграм та деревоподібної діаграми.

Діаграма PDPC – діаграма, що показує потік альтернатив і зустрічних заходів – використовується для оцінки виконання програми та необхідного коригування заходів під час їх реалізації відповідно до стрілочної діаграми.

Аналіз матричних даних – це метод графічного відображення даних. Аналіз даних матриці відповідає методу аналізу складових, типовим прикладом якого може бути метод багатофакторного аналізу.

ФВА (функціонально-вартісний аналіз) – метод функціонального аналізу технічних об'єктів і систем. ФФА (функціонально-фізичний аналіз) і FMEA-аналіз також належать до цієї групи методів.

Метод ФВА представляє собою технологію аналізу витрат щодо виконання виробом його основних функцій. Даний метод застосовується з метою зниження собівартості існуючих виробів або виробів що проектуються.

Метод ФВА почав активно використовуватися в промисловості США в 60-х роках. Це дозволило знизити витрати та оптимізувати собівартість виробництва продукції без шкоди для її якості. В даний час ФВА є одним з найпопулярніших методів аналізу виробів та процесів.

При застосуванні функціонально-вартісного аналізу визначається функціональність технічного об'єкта або системи та здійснюють оцінку витрат на їх реалізацію.

ФФА (функціонально-фізичний аналіз) був заснований у 1970-х роках в результаті паралельних досліджень, проведених вченими Німеччини (професор Кюлер) і СРСР (школа професора Половинкіна).

Метою ФФА є аналіз фізичних принципів роботи та наявних протиріч на технічних об'єктах, з метою оцінки якості прийнятих технічних рішень та їх подальшого вдосконалення.

Застосовуючи ФФА дає можливість підвищити якість проектних рішень, скоротити терміни виробництва високоефективних зразків техніки і на цій основі забезпечити конкурентну перевагу підприємства.

FMЕА-аналіз (аналіз режимів і наслідків відмови) – це тип функціонального аналізу, який використовується окремо та в поєднанні з методами ФВА і ФФА. Він дає можливість зменшити витрати та зменшити ризик браку. FMЕА-аналіз дозволяє визначити дефекти, які становлять найбільший ризик для споживачів, виявити їх можливі причини та розробити запобіжні заходи для їх запобігання. Цей аналіз можна виконувати як для виробничих процесів, так і для процесів експлуатації пвиробів.

5.4. Організація технічного контролю якості продукції

Найважливішою ланкою системи управління якістю продукції промислових підприємств є **технічний контроль**, який являє собою перевірку дотримання вимог до якості продукції та умов, що її забезпечують на кожному етапі виробничого процесу.

Основним завданням технічного контролю на підприємстві є забезпечення випуску якісної і комплектної продукції, що відповідає стандартам і технічним умовам.

Організація технічного контролю на підприємстві повинна відповідати ряду *найважливіших вимог*, основними з яких є:

1. Профілактичність, що полягає у попередженні порушень нормального ходу технологічного процесу і недопущенні виникнення браку. Профілактика браку забезпечується обґрунтованим вибором об'єктів і відповідних їм видів технічного контролю.

2. Достатній ступінь точності й об'єктивності при визначенні якості продукції і виявленні браку. Ступінь точності залежить від засобів технічного контролю, що застосовуються (вимірювальних інструментів і приладів), кваліфікації персоналу відділу технічного контролю (ВТК) і видів контролю.

3. Економічність, що полягає в мінімізації витрат на проведення технічного контролю. Обсяг останніх визначається вибором відповідних видів, методів і технічних засобів контролю. Значна економія засобів на проведення технічного контролю досягається при використанні статистичних методів контролю, а також за рахунок механізації й автоматизації контрольних операцій.

4. Широке залучення робітників, ІТП і службовців до виконання функцій технічного контролю якості. Залучення до технічного контролю безпосередніх виконавців, перехід на самоконтроль підвищує відповідальність виробників продукції за її якість, що призводить не тільки до зниження браку, а й до скорочення витрат власне на проведення технічного контролю.

Технічний контроль на підприємствах здійснюється централізовано силами єдиного органу – **відділу технічного контролю**, що являє собою самостійний структурний підрозділ підприємства. При організації діяльності ВТК необхідно дотримуватися таких умов [4]:

➤ відділ технічного контролю має бути незалежним органом і підпорядковуватися безпосередньо директору підприємства;

➤ штат контролерів має бути мінімальним і складатися з висококваліфікованих фахівців, що мають достатній виробничий досвід.

Начальник ВТК нарівні з директором і головним інженером підприємства несе персональну відповідальність за якість продукції, що випускається.

До складу апарату ВТК входять бюро, групи або виконавці (у залежності від розмірів підприємства):

➤ бюро *зовнішнього контролю*, що здійснює технічне приймання матеріалів, сировини, напівфабрикатів і комплектуючих виробів, які надходять на підприємство;

➤ бюро *технічного контролю в цехах* основного і допоміжного виробництва (БТК цехів), що здійснюють проміжний (операційний) і приймально-здавальний контроль;

➤ бюро *контролю за якістю знарядь виробництва*, що здійснює облік і аналіз збоїв у роботі устаткування, а також розробку заходів щодо їхнього усунення і попередження;

➤ бюро *випробувань і здачі готової продукції*, що здійснює випробування і перевірку параметрів готової продукції на їхню відповідність діючим стандартам і технічним умовам;

➤ *центральна вимірювальна лабораторія (ЦВЛ) і контрольно-перевірочні пункти (КПП)* у цехах і на дільницях, що здійснюють поточну роботу з технічного контролю на робочих місцях;

➤ *бюро обліку й аналізу браку*, що здійснює облік браку, аналіз причин його виникнення і розробку заходів щодо його попередження й усунення.

Кількість змінних контрольних майстрів залежить від розміру цеху і кількості контролерів, що працюють в одну зміну. У великих цехах може бути кілька контрольних майстрів в одній зміні.

У разі виконання контрольних функцій виробничим персоналом у ВТК підприємства створюються невеликі *інспекційні групи* для вибіркового контролю продукції і перевірки його правильності.

Якість вирішення завдань, покладених на підрозділи ВТК підприємства, багато в чому визначається обґрунтованістю вибору видів технічного контролю щодо окремих його об'єктів.

До *об'єктів* технічного контролю належать [12]:

➤ матеріали, сировина, напівфабрикати, комплектуючі вироби, інструмент, оснащення і т. ін., що надходять на підприємство;

➤ виробниче устаткування, інструмент і технологічне оснащення;

➤ технологічні процеси, що проходять в усіх виробничих підрозділах;

➤ деталі, вузли, складальні одиниці і готова продукція.

Різноманітність видів технічного контролю викликає необхідність їх *класифікації*.

1. За призначенням (етапом процесу виробництва) розрізняють вхідний, операційний, приймальний і інспекційний контроль.

Вхідний (попередній) контроль полягає в перевірці відповідності сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів і складальних одиниць, що надійшли на підприємство, у цех, на ділянку, робоче місце вимогам, встановленим у стандартах, технічних умовах і договорах на постачання. Даний вид контролю повинен не допустити надходження у виробництво бракованих предметів праці.

Операційний (проміжний, поточний) контроль здійснюється в процесі виготовлення виробу (деталі, вузла) по окремих операціях. Він може бути *поопераційним* (перевірка після кожної операції) і *груповим* (перевірка після декількох операцій, пов'язаних з обробкою окремої деталі). Операційний контроль застосовується для перевірки кількісних і якісних характеристик технологічних процесів.

Приймальний (остаточний) контроль здійснюється під час приймання готових виробів після завершення всіх стадій виробничого процесу з метою виявлення неякісної продукції. Він супроводжується спеціальними випробуваннями та аналізом рівня якості у відповідності зі стандартами і технічними умовами.

Інспекційний контроль передбачає перевірку виробів, що вже пройшли контрольні операції. Мета цього виду контролю полягає у визначенні достовірності первинних результатів контролю, а також для оцінки роботи контролерів.

2. За часом проведення розрізняють безперервний, періодичний і летючий контроль.

Безперервний контроль полягає в перевірці технологічних процесів в умовах їх нестабільності; він здійснюється безперервно,

як правило, автоматичними або напівавтоматичними засобами контролю.

Періодичний контроль полягає в перевірці виробів і технологічних процесів в умовах сталого і стабільного виробництва; він здійснюється через суворо визначені проміжки часу відповідно до календарного графіка.

Летючий контроль проводиться в спеціальних випадках, визначених стандартами підприємств.

3. За повнотою охоплення предметів праці контролем розрізняють суцільний і вибірковий контроль.

При **суцільному** контролі перевірці піддаються усі без винятку вироби одного найменування. Суцільний контроль застосовується:

➤ під час контролю предметів праці, де пропуск дефектів абсолютно неприпустимий, особливо під час виготовлення відповідних деталей, а також після операцій, які є критичними для подальшої обробки виробів;

➤ у виробничих умовах, де виникає висока кількість дефектів.

Вибірковий контроль полягає в перевірці певної частини партії однорідних предметів праці з використанням статистичних методів контролю. Даний вид контролю застосовується при великій трудомісткості контрольних операцій, а також при контролі, що приводить до руйнування виробів або інших негативних змін.

4. За місцем виконання контрольних операцій розрізняють стаціонарний і рухливий контроль.

Стаціонарний контроль здійснюється на спеціально обладнаному робочому місці контролера – контрольному пункті, куди доставляються об'єкти контролю. Даний вид контролю доцільно застосовувати при перевірці великої кількості однорідних об'єктів.

Рухливий контроль здійснюється безпосередньо на робочих місцях, де виконуються технологічні операції. Він застосовується в двох випадках:

➤ при перевірці великогабаритних і незручних для транспортування об'єктів контролю;

➤ коли відсутня необхідність у використанні спеціальних складних контрольних приладів.

5. У залежності від можливості подальшого використання проконтрольованих виробів розрізняють *руйнуючий і неруйнуючий*

контроль. Контроль, що не руйнує, здійснюється на основі непрямих ознак і виконується за допомогою ультразвукових, електромагнітних, радіаційних, рентгенівських і ряду інших методів, що не змінюють (на відміну від контролю, що руйнує,) якісних характеристик продукції.

6. За характером прийнятих рішень на основі результатів контролю розрізняють *пасивний* і *активний* контроль.

Пасивний контроль передбачає просту реєстрацію результатів виробничого процесу. Фактично він є *контролем за відхиленнями* і не попереджує виникнення браку.

Активний контроль полягає в перевірці параметрів продукції безпосередньо в процесі її виготовлення і, на відміну від пасивного контролю, є інструментом профілактики виникнення браку.

7. У залежності від рівня механізації розрізняють *ручний, механізований, автоматизований і автоматичний контроль*.

Вибір виду контролю є складним і відповідальним завданням, вирішення якого вимагає порівняння вартості його проведення з величиною можливих втрат через брак.

5.5. Методи контролю якості продукції

Відповідно до Держстандарту **управління якістю продукції** – це комплекс взаємопов'язаних заходів для встановлення, забезпечення та підтримки необхідного рівня якості продукції під час розробки, виробництва, експлуатації чи споживання, а також ряд взаємопов'язаних заходів, які включають систематичний контроль якості та здійснюються шляхом цілеспрямованого впливу на умови та фактори, що мають вплив на якість продукції.

Основною ланкою системи управління якості промислової продукції є підприємство. Зусилля щодо забезпечення якості продукції здійснюються в рамках системи управління якістю, що діє на підприємстві.

Вона розробляється з урахуванням споживчої орієнтації конкретного товару та всіх стадій життєвого циклу товару: дослідження та проектування, виготовлення, реалізації, експлуатації чи споживання.

Управління якістю у виробничому процесі полягає в контролі якості матеріалів, що використовуються при виготовленні продукції,

стану обладнання та технічного оснащення, відповідності технічним регламентам тощо.

Інформація про використання виробів протягом терміну служби є важливою для розробки стратегій покращення якості продукту. Контроль якості на цьому етапі життєвого циклу виробу полягає у визначенні умов експлуатації виробу для забезпечення необхідної надійності та довговічності виробу.

Статистичні методи контролю

В умовах масового та крупносерійного виробництва, а також у випадках застосування руйнуючого контролю або небезпеки пошкодження об'єктів при контролі, застосовують вибірковий контроль, який базується на застосуванні статистичних методів.

Під **статистичними методами контролю** розуміють контроль якості продукції та умов технічного процесу за допомогою застосування теорії ймовірностей та математичної статистики.

Спочатку статистичні методи використовувалися лише для виконання приймального контролю. Для цього широко використовують методи *одинарних і подвійних вибірок*. Надалі у зв'язку з підвищенням вимог до якості продукції виникла необхідність застосування *статистичних методів попереджувального контролю* – контролю за ходом технологічних процесів з метою запобігання браку.

Метод одинарних вибірок (однієї проби). Суть цього методу (рис. 5.1) полягає в наступному. Якщо у вибірці, що дорівнює n об'єктів із усієї партії N , кількість бракованих об'єктів l виявляється меншою або рівною певному значенню C , то вся партія вважається якісною. Якщо більше C , партія бракована та підлягає суцільному контролю [11].

Параметри n і C визначаються виходячи з таких умов:

- ризик потрапляння бракованого товару до замовника (споживача) не повинен перевищувати певного значення;
- загальна кількість зразків, що підлягають контролю як в прийнятих, так і відхилених партіях, має бути мінімальною.

Метод одинарних вибірок є найпростішим і тому найчастіше використовується в практиці приймального контролю.

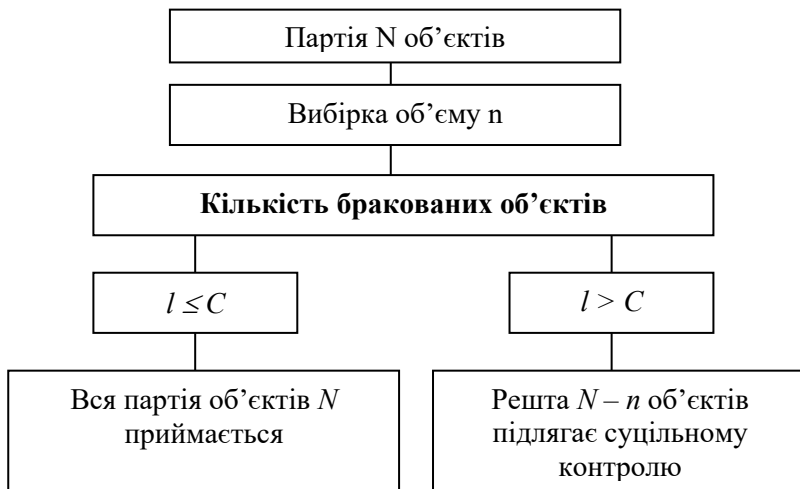


Рис. 5.1. Схема здійснення приймального контролю методом одинарних вибірок

Метод подвійних вибірок (двох проб). Схему алгоритму проведення контролю методом подвійних вибірок представлено на рис. 5.2.

Якщо в першій вибірці обсягом N ; кількість бракованих екземплярів у партії l_1 є меншою або рівною деякій величині C_1 , то вся партія об'єктів приймається і друга вибірка не проводиться. При l_1 , більшому за величину C_2 вся партія об'єктів бракується і підлягає суцільному контролю.

Якщо кількість бракованих виробів у першій вибірці більша C_1 , але є меншою або дорівнює C_2 – проводиться друга вибірка обсягом n_2 . Якщо сума бракованих виробів у першій l_1 , і другій l_2 вибірках буде меншою або дорівнюватиме C_2 , то вся партія приймається, а при $l_1 + l_2 > C_2$ – бракується і підлягає суцільному контролю.

Метод подвійних вибірок істотно підвищує впевненість в об'єктивності і надійності контролю.

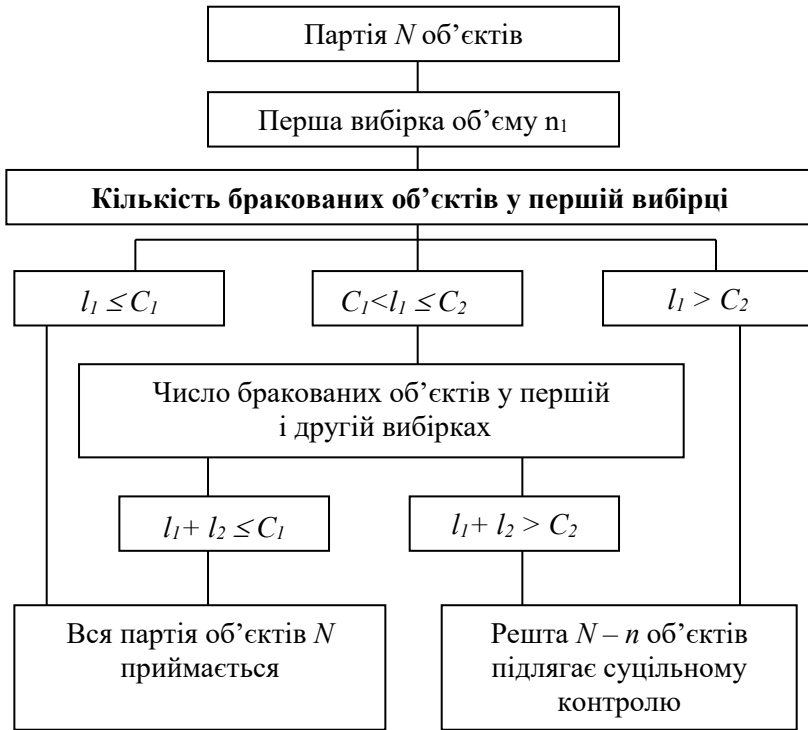


Рис. 5.2. Схема здійснення приймального контролю методом подвійних вибірок

Статистичні методи попереджувального контролю. Для даних методів є характерним те, що контроль здійснюється в процесі обробки (технологічного процесу) шляхом перевірки проб, що періодично відбираються (вибірок). За результатами перевірки визначається стан процесу обробки та можливість появи дефектів. Існує багато відомих статистичних методів превентивного контролю, зокрема:

- методи з використанням контрольних карт (метод середнього арифметичного, метод індивідуальних значень);
- методи із застосуванням контрольних карт (метод середніх арифметичних і метод індивідуальних значень);
- метод групування або калібрів розподілу;
- метод «п'яти груп якості» та ін.

На практиці отримав широке розповсюдження один із методів використання контрольних карт – **метод індивідуальних значень**. Це засновано на правилі «Трьох сигм». Перевагами цього методу є його *простота* (оскільки немає розрахунку узагальнених статистичних властивостей) і *наочність* (усі результати вимірювань наносяться на контрольну карту).

Статистичні методи контролю характеризуються *високою економічною ефективністю*. Їх використання значно скорочує брак продукції, зменшує кількість контрольних операцій і кількість контролерів, та як наслідок, значно здешевлює проведення технічного контролю.

Методи кількісної оцінки рівня показників якості

Технологія кількісної оцінки рівня показників якості продукції є предметом дослідження спеціальної науки, яка називається **кваліметрією**. Відповідно до її основних принципів процес контролю якості складається з двох етапів:

- 1) визначення кількісного значення контрольованого параметра;
- 2) порівняння отриманих значень із визначеними стандартами або іншими нормативними значеннями.

Для оцінки кількісних значень показників якості продукції використовуються різні методи, в тому числі:

➤ **експериментальні методи**, засновані на фізичних досліджах;

➤ **методи метрології** (вимірювання маси, твердості, геометричних розмірів, зносостійкості, електропровідності тощо).

➤ **експертні методи** базуються на використанні досвіду та інтуїції фахівців;

➤ **соціологічні методи** полягають в аналізі отриманих даних з точки зору працівників та безпосередніх споживачів продукції.

На основі експертних і соціологічних методів формується оцінка (як правило, за бальною системою) ергономічних, сенсорних і естетичних властивостей товару (вимірювання запаху, смаку, кольору тощо).

Технічні засоби контролю

Для виконання контрольних операцій на підприємствах використовується широкий набір **технічних засобів**. Від раціонального вибору засобів контролю для кожного конкретного

виду значною мірою залежить, наскільки отримані результати будуть мати необхідну точність і об'єктивність, а також вартість проведення технічного контролю.

За **характером впливу на хід технологічного процесу** розрізняють *засоби активного* і *пасивного контролю*.

До **засобів активного контролю** відносяться різноманітні вимірювальні прилади (індикатори, автоматичні настроювачі, електроконтактні пристрої, радіоелектронні пристрої), які вбудовані в обладнання та здійснюють автоматичне регулювання технологічних процесів. Коли деталь, що обробляється, досягає встановленого критичного розміру, ці пристрої видають сигнал, автоматично змінюють режим роботи устаткування або навіть зупиняють його.

Застосування технічних засобів активного контролю посилює його профілактичну спрямованість та сприяє підвищенню ефективності контролю як інструменту забезпечення необхідного рівня якості продукції. Відповідно значно скорочується тривалість виробничого циклу та зменшується потреба в контролерах.

До **засобів пасивного контролю** відносяться:

- **універсальний** мір'яльний інструмент (мікрометри, штангенциркулі й ін.);
- **спеціальні** мір'яльні пристосування (калібри, скоби і т. ін.);
- **контрольно-сортувальні автомати і напівавтомати** – відокремлюють придатну продукцію від бракованої або сортують її на певні групи.

5.6. Показники техніко-організаційного та технологічного рівня виробництва

В процесі оцінки рівня виробництва виділяють наступні рівні: абсолютний, відносний, перспективний та оптимальний.

Абсолютний рівень являє собою набір конкретних показників, які не порівнюються з відповідними показниками подібних виробів.

Плановий рівень (перспективний) – це сукупність показників, які враховують науково-технічний розвиток і підвищення споживчого попиту.

Відносний рівень – це співвідношення абсолютних показників до показників кращих світових зразків.

Оптимальним вважається рівень, при якому якісні показники та економічні витрати продукції знаходяться в рівновазі між собою.

Особливу увагу слід приділити оптимізації так званих значень показників якості продукції. **Оптимальними** вважаються такі значення показників якості продукції, за яких досягається або найбільший ефект від експлуатації чи споживання продукції при відповідних затратах на її створення і експлуатацію та споживання, або заданий ефект при найменших затратах, або найбільше співвідношення ефекту до затрат. Критерії оптимізації іноді називають *цільовою функцією*.

Комплексні показники характеризують декілька властивостей виробів в цілому, включаючи витрати, пов'язані з розробкою, виробництвом і експлуатацією. Комплексні показники поділяють на на групові, інтегральні та узагальнюючі.

Групові показники якості характеризують конкретні групи ознак продукції.

Інтегральні показники якості відображають співвідношення сумарного корисного ефекту від експлуатації або споживання виробів до загальних витрат на створення та експлуатацію або споживання продукту. Вони використовуються для оцінки доцільності впровадження даного варіанту виробу у виробництво або подальшої експлуатації з урахуванням зростаючих витрат на обслуговування та ремонт. Інтегральний показник визначається за формулою 5.1:

$$I = \frac{E}{Z_c} + Z_e, \quad (5.1)$$

де E – корисний річний ефект від експлуатації продукції, виражений у натуральних одиницях; Z_c – сумарні капітальні витрати на створення продукції, грн; Z_e – сумарні експлуатаційні (поточні) витрати, грн.

Показники, за якими приймають рішення оцінювати якість продукції, називаються **визначальними**.

Оцінка якості продукції – це ряд операцій, що містять вибір номенклатури показників якості продукції, встановлення значень цих показників і порівняння їх з базовими. Базовими показниками зазвичай є:

1) *для контролю якості* – номінальні та граничні значення обраних показників;

2) *під час атестації* – параметри еталонних зразків;

3) *під час випробувань виробів* – значення показників, зафіксованих у технічних завданнях на розробку продукції даного виду;

4) *під час аналізу якості продукції* – показники, досягнуті за попередній період у процесі виробництва.

Для порівняльного аналізу використовуються не показники, а рівні якості.

Під рівнем якості продукції розуміють відносну характеристику якості продукції, яка оцінюється на основі базових значень відповідних показників.

Відносна характеристика якості продукції, яка базується на співставленні значень показників, що характеризують технічну завершеність оцінюваної продукції, з відповідними базовими значеннями, називають **технічним рівнем якості**.

Техніко-економічний рівень виробництва представляє собою узагальнюючий комплексний показник, який характеризується такими складовими:

➤ *рівнем знарядь праці*;

➤ *рівнем предметів праці* – визначається якістю предметів праці і вартістю сировини;

➤ *рівнем робочої сили* – визначається кваліфікацією працівників;

➤ *технологічним рівнем* – рівнем виробничих та технологічних процесів;

➤ *організаційно-економічним рівнем* – визначається організаційною структурою виробництва та економічними показниками.

Технологічний рівень (T_p) – такий рівень виробництва, який є комплексним показником і враховує:

1. Рівень технологічної інтенсивності процесу.

Технологічна інтенсивність характеризується ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів. Для його визначення використовують:

➤ коефіцієнт використання сировини або матеріалу;

➤ коефіцієнт використання енергії;

➤ коефіцієнт використання виробничих площ.

2. Рівень технічної організації виробництва визначається кількістю стадій і операцій технічного процесу, їх сумісністю, можливістю переналадження процесів на виробництво іншої продукції або на інші режими роботи.

3. Рівень технологічної оснащеності характеризується кількістю нової техніки, рівнем автоматизації процесів, організації та інформаційного забезпечення виробництва.

4. Рівень керованості технологічних процесів характеризується ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, безпеки та безаварійності роботи обладнання, надійності.

Запитання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте поняття «ефект» та «ефективність».
2. Назвіть відмінності економічного, соціального, екологічного та науково-технічного ефектів.
3. Які основні принципи застосовуються при розрахунку порівняльної ефективності інновацій всіх видів?
4. Дайте визначення якості та якими показниками вона характеризується?
5. Що розуміють під властивістю та ознакою продукції, їх відмінності?
6. Які рівні якості визначають в процесі її оцінки?
7. Назвіть групи на які поділяються методи визначення показників якості продукції.
8. Які значення показників якості продукції вважають оптимальними?
9. Що характеризують комплексні, групові та інтегральні показники якості?
10. Які методи оцінки та контролю рівня якості вам відомі? В чому їх відмінність?
11. Перечисліть основні напрямки поліпшення якості продукції.
12. Назвіть особливості та відмінності техніко-екологічного і технологічного рівнів виробництва.
13. Перечисліть економічні показники ефективності технологій.
14. Що характеризує продуктивність праці?
15. Назвіть вид ефекту, який найбільш легко піддається вартісній оцінці? Які види ефекту вам відомі?

16. Що розуміють під надійністю?
17. Яке призначення показників виробничої технологічності та транспортабельності? У чому їх відмінність?
18. Що характеризують патентно-правові показники?
19. Що характеризують естетичні показники.
20. Назвіть основні напрямки поліпшення якості продукції.
21. Назвіть відомі вам методи управління якістю продукції. В чому їх відмінність?
22. В чому полягає суть комплексного (тотального, TQM) управління якістю?
23. В чому полягає суть методу управління якістю згідно Хошін?
24. Що таке сертифікація?
25. Які види сертифікації ви знаєте?
26. Приведіть класифікацію видів технічного контролю.
27. Назвіть основні методи контролю якості продукції.
28. В чому полягає суть статистичних методів контролю?

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ГАЛУЗЕЙ

- 6.1. Паливно-енергетичний комплекс.
- 6.2. Водогосподарський комплекс України.
- 6.3. Металургійна галузь.
- 6.4. Машинобудівний комплекс.
- 6.5. Хімічна промисловість.
- 6.6. Будівельна галузь.
- 6.7. Транспортна галузь.

6.1. Паливно-енергетичний комплекс

Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) складається з групи галузей та підгалузей промислового виробництва, що спеціалізуються на видобутку, збагаченні, переробці та споживанні твердих корисних копалин, рідкого та газоподібного палива, а також виробництві, передачі і використанні електроенергії та теплоти. Структура ПЕК України формується з урахуванням існуючого паливно-енергетичного балансу та відображає регіональні особливості видобутку (виробництва) і споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Паливно-енергетичний баланс України характеризується рядом індивідуальних особливостей. Вони виражаються низьким використанням первинних енергетичних ресурсів, таких як кам'яне вугілля з високою питомою вагою, атомна енергія, гідро електроенергія, нафта та продукти її переробки. У зв'язку з війною в Україні та ускладненням постачання цих енергоресурсів для забезпечення майбутніх потреб держави очікується значне зростання виробництва газу та рідкого палива в Україні [8].

Паливна промисловість України складається з кам'яновугільної та буровугільної, нафтогазодобувної, торф'яної та нафтопереробної промисловості. За останні роки в структурі виробництва палива відбулися серйозні зміни. Структура видобутку характеризується такими показниками: на вугілля припадає 76,3% загального виробництва палива (в перерахунку на умовне) і 95% промислово-виробничих працівників, зайнятих у галузі. Далі йдуть газова промисловість (18,9% і 2,5% відповідно), нафтова промисловість (4,0% і 0,8%) і торф'яна промисловість (0,4% і 1,2%).

Вугільна промисловість України представлена видобутком кам'яного і бурого вугілля. Районами видобутку кам'яного вугілля є українська частина Донбасу і Львівсько-Волинський басейн, а бурого вугілля – переважно Дніпровський буровугільний басейн.

Управління галуззю здійснюється галузевими асоціаціями, до складу яких входять підприємства, пов'язані з вугільною промисловістю.

На півночі Львівської та південному заході Волинської області, після другої світової війни створено Львівсько-Волинський вугледобувний басейн. Видобуток вугілля тут становить приблизно 14 мільйонів тонн на рік. Частину вугілля збагачується і постачається на електростанції Західної України (Бурштинську та Добротвірську).

Видобуток бурого вугілля в основному ведеться в Кіровоградській та Черкаській областях (Дніпровський буровугільний басейн). Це вугілля характеризується високою вологістю та зольністю і відносно низькою теплотворною здатністю, до того ж, в основному використовується у прилеглих районах. Буровугільна промисловість обмежено розвинена також в Житомирській області.

Нафтова промисловість представлена нафтовидобувною та нафтопереробною промисловістю, що виникли в Прикарпатті на початку другої половини XIX ст. в Бориславі біля Надвірної в районі Коломиї. Наприкінці XIX – на початку XX ст. Прикарпаття було всесвітньо відомим центром видобутку нафти. Рідке паливо досі видобувають у районах Прикарпаття (Борислав Нафтогаз і Долинанафтогаз у районі Борислава (Львівська область), Долини та Надвільної (Івано-Франківська область). Масштаби видобутку нафти тут незначні і не збільшуються через виснаження запасів [6].

Значно більший видобуток нафти відбувається в районах Донецько-Придніпровського басейну. Нафтогазовидобуток ведеться у Сумській області (Охтирське та Качанівське родовища), Чернігівській (Гнідинцівське, Прилуцьке родовища та ін.) та Полтавській областях (Сагайдацьке, Зачепилівське, Радченківське родовища та ін.).

У 1998 р. в Україні було видобуто 5,4 млн т нафти (включаючи нафтовий конденсат). За останні роки виробництво рідкого палива в Україні скоротилося. Нафтопереробна

промисловість України, до початку військової агресії у 2022 році, була представлена Лисичанським, Кременчуцьким, Херсонським, Надвірнянським, Дрогобицьким, Львівським, Одеським і Бердянським нафтопереробними заводами.

Українська газова промисловість зародилася ще в 20-х роках ХХ століття на Прикарпатті. Центрами видобутку газу тут були Дашава, Більче-Волиця, Калуш, Рудки та ін.

У 1940 році в Прикарпатті було зосереджено 87% шахт тодішнього Радянського Союзу. З цього регіону були прокладені магістральні газопроводи до Києва, Мінська, Риги, Москви та інших міст. У зв'язку зі швидким розвитком східних газодобувних районів частка західноукраїнського регіону у видобутку газу поступово зменшувалася. Останніми роками значно зменшився видобуток газу, особливо в Прикарпатті, через виснаження ресурсів.

Торф'яна промисловість набула розвитку на півночі України, в районах зосередження основних запасів торфу, в межах Чернігівської, Рівненської, Житомирської, Сумської та Львівської областей. Видобуток паливного торфу в Україні є незначним та невпинно скорочується. Торф (у вигляді брикетів та кускового торфу) використовується як паливо в невеликих масштабах (2 млн т в 1998 р.).

Зменшення видобутку торфу на паливні цілі є цілком природним процесом. Осушувальна меліорація на Поліссі, основному районі торфових родовищ, змінила водно-повітряне співвідношення в них, що підвищило вимоги до їх використання. В основному це стосується Волинської та Рівненської областей, де торфовища становлять відповідно 9,6% та 8,4% від загальної площі. Безперечно вплинула на використання торфу і аварія на Чорнобильській АЕС, яка призвела до різкого підвищення радіологічного фону в багатьох районах Полісся. Торф є цінним добривом і сировиною для багатьох хімічних продуктів. Тому його використання як палива необхідно ще більше скорочувати [5].

Електроенергетика є базовою галуззю розвитку економіки. В довоєнні роки, за обсягом виробництва електроенергії Україна вдвічі перевищувала Польщу, на 45% – Італію. В Україні вироблялося лише на 15% електроенергії менше, ніж у Великобританії.

Енергетика України являє собою багатогалузеве господарство. Це включає теплоелектростанції, гідроелектростанції, атомні електростанції, а також велике електромережеве господарство.

В Україні були розташовані (на даний час більшість зруйновано) такі потужні теплові електростанції, як Вуглегірська, Запорізька, Криворізька-2, Готвальдська (Харківська обл.), Бурштинська (Івано-Франківська), Ладижинська (Вінницька обл.), Придніпровська (Дніпропетровська обл.), Старобешівська, Курахівська (Донецька обл.), Трипільська (Київська обл.) та ін.

На гідроелектростанціях у 2018 р. було сконцентровано всього 4,7 млн кВт потужностей при загальному виробітку 10,1 млрд кВт електроенергії. На гідроенергетику припадає близько 9% потужностей і 4% виробництва електроенергії. Основне виробництво електроенергії забезпечують Дніпровські гідроелектростанції. Це Дніпрогес, Кременчуцька, Каховська (була), Дніпрожжинка, Канівська та Київська. Серед інших потужних електростанцій можна назвати Дністровську ГАЕС-ГАЕС, Терезьку (Закарпатська область) та інші.

В Україні діють декілька потужних АЕС, зокрема Запорізька (на даний час окупована), Рівненська, Южноукраїнська та Хмельницька.

Паливо. Основні типи палива включають кам'яне вугілля, нафту, природний газ, дрова, торф, горючі сланці та продукти переробки цих природних видів палива, такі як кам'яновугільний кокс, деревне вугілля, коксовий газ та продукти переробки нафти (важка нафта, дизельне паливо, реактивне паливо, тощо). У розвинених країнах на одну людину витрачається до 10 т умовного палива (29200 кДж/кг) на рік.

Нафта зараз є одним із найбільш важливих видів палива. Її видобуток у світі становить 3,6 млрд тонн, в Україні – 3,8 млн тонн (76 кг на людину), але цього явно недостатньо для внутрішнього попиту. Через нестабільність ринку нафти виникає потреба в розширенні видобутку.

Резервом для видобутку нафти в Україні є нерозвідані родовища, розташовані в глибині Дніпровсько-Донецької западини, Передкарпатської западини, Волино-Подільської нафтогазонасної області та Азово-Чорноморського шельфу. Питома теплота згоряння

нафти – 40000 Дж/кг. Нафту видобувають зі свердловин, з яких фонтанами нафта надходить на поверхню.

Кам'яне вугілля – основний вид природного палива. Видобуток вугілля в Україні становить (80–85) млн т на рік (у світі 4,3 млрд т). Воно містить 75% вуглецю, (3–12)% вологи, (2–4)% сірки (в основному сірчаний колчедан) і (12–20)% негорючих мінералів, що перетворюються при горінні в золу. Зараз на вугілля припадає третина загального споживання палива. Питома теплота згоряння кам'яного вугілля становить (22–30) тис. кДж/кг. Вугілля спалюють у топках теплових електростанцій, нагрівальних печах, газогенераторах і ін.

Кам'яне вугілля служить також сировиною для отримання коксу і штучного рідкого палива. Україна має великі запаси кам'яного вугілля, яких достатньо для забезпечення потреб економіки. Вугілля видобувають у підземних шахтах, його об'єм (товщина) становить від 0,5 до 3,5 метрів, але у відкритих наземних родовищах його потужність значно більша.

Кам'яновугільний кокс отримують в результаті термічної обробки коксівного вугілля при температурі (1000–1100)°С без доступу повітря. При коксуванні вугілля, крім коксу, отримують коксовий газ, смолу та підсолону воду з аміаком.

Кокс представляє собою міцні, шпаруваті шматки різних розмірів і має колір від блискучого сріблястого до матового темно-сірого. Кокс має питому теплоту згоряння приблизно 30000 кДж/кг і містить (2–4)% вологи. Мінеральні сполуки складають (7–13)%, сірка – (0,6–2)%, інше – вуглець. Основна маса коксу випаюється для доменної плавки і називається **доменним**. Ливарний кокс зі зниженим вмістом сірки (менше 1%) використовують для виплавки чавуну в вагранках.

Найкращою сировиною для отримання коксу є коксівне вугілля, але його запаси дуже обмежені. Шихта виготовляється шляхом змішування різних марок вугілля, близьких за властивостями до коксівного вугілля, і завантажується в камерну коксу піч.

Сучасна коксова піч являє собою камеру обігріву розміром 14 x 0,4 x 4 м зроблену з вогнетривкої динасової цегли, яка вміщує понад 15 тонн шихти. Одна батарея має до 70 камер. Число печей у батареї таке, що при послідовному їхньому завантаженні кокс

видається майже безупинно до закінчення процесу коксування. Гарячий коксовий газ, прогріваючи стінку камери, підтримує в ній температуру в межах (1100–1200)° С.

Вугілля витримують у печі без доступу повітря (14–17) годин доти, доки воно не спечеться в суцільну масу, яка називається «**коковим тістечком**». Леткі продукти коксування по газопроводу відводяться для подальшої переробки.

Готовий кокс знімається з дверей камер і вивантажується коксовиштовхувачем у гасильний вагон, звідки транспортується на спеціальну ділянку, де гаситься водою або інертними газами. Леткі продукти коксування, що містяться в коксовому газі, залишають пекти при (1700–800)° С у вигляді парогазової суміші, з якої при послідовному охолодженні виділяється кам'яновугільна смола, надсмольна вода, сирий бензол і газу (аміак, сірководень).

З 1 тони шихти при коксуванні виходить 730 кг коксу, 30 кг кам'яновугільної смоли, 80 кг підсоленої води, 10 кг бензолних вуглеводнів, 3 кг аміаку і 140 кг сухого коксового газу.

Отримані продукти розділяють на фракції з яких за допомогою багатоступінчастої переробки отримують сотні органічних речовин. Тому кам'яновугільна смола містить понад 300 речовин, причому приблизно (50–60%) маси смоли складають висококиплячі продукти з великою молекулярною масою. Смолу переганяють на кілька фракцій, з яких виділяють окремі речовини, такі як фенол, нафталін, антрацен, піридин і ін.

Залишок після дистиляції смоли перетворюється на пек, який використовується у виробництві пластмас, електродів електричних печей і будівництва доріг.

Дегтарна вода містить розчинений аміак і різні солі амонію, які утворюються в результаті взаємодії аміаку з іншими компонентами коксового газу при охолодженні. Обробка гудроної води полягає в нагріванні парою для виділення аміаку та обробці вапняним молоком. Потім аміак використовується для виробництва сульфату амонію в сатураторі. Феноли, що містяться у надсмольній воді, відганяють і екстрагують водним розчином гідроксиду натрію.

Сирий бензол – це складна суміш різноманітних окремих хімічних сполук, які використовуються у виробництві полімерів, барвників, вибухових речовин, миючих засобів і фармацевтичних

препаратів. Сирий бензол поділяють на різні фракції перегонкою при температурі кипіння.

Скраплення – це перехід речовини з газоподібного стану в рідкий. Це можна зробити при температурах нижчих за критичні. У промисловості це відбувається при температурах нижче -50°C шляхом стиснення газу компресором із конденсацією температури в теплообміннику, охолоджуваному водою або охолоджуючою рогою. Сучасні методи зрідження газів засновані на використанні глибокого охолодження в детандерах.

Скраплений газ. Природний газ містить велику кількість відносно важких вуглеводнів (пропан, етан, пентан, бутан, вищі вуглеводні) і використовується як побутове паливо, автомобільне паливо, а також як сировина для хімічної промисловості. Перший етап виділення важких вуглеводнів з природного газу і переходу в зріджений стан здійснюється на промислових підприємствах на ділянках газовидобутку, щоб уникнути ускладнення магістральних газопроводів. На промислових підприємствах із природного газу виділяється приблизно 94% пентану, 74% бутану, 65% пропану, 36% етану та вищих компонентів. Для отримання товарного етану газову суміш, отриману на промисловому підприємстві, фракціонують у заводських умовах [2].

Частина зрідженого газу споживається при видобутку нафти з розгерметизованих свердловин змішаними методами екструзії для підвищення нафтовидобутку пласта. Суміші пропану та бутану використовуються приблизно в рівних кількостях у житловому, комерційному та транспортному секторах.

Етан також використовується для виробництва етилену, основної сировини з якої виготовляються полімерні матеріали.

Деревне вугілля випалюється із деревини у печах при сухій перегонці без доступу повітря. Питома теплота згоряння різних порід сухих дров приблизно однакова, приблизно 20000 кДж/кг. Для обвуглювання достатньо температури $(400-450)^{\circ}\text{C}$. Деревне вугілля містить (0,05–0,15)% сірки і (1–3)% горючих сполук. Питома теплота згоряння 34000 кДж/кг. Деревне вугілля використовується для нагрівання ковальських горнів та при цементації сталі.

Мазут – це залишок від перегонки нафти, що становить (40–50)% її маси. Питома теплота згоряння мазуту дуже висока (44000–46000) кДж/кг. Мазут використовують для розігріву Мартенівських

печей та печей термічних цехів. Мазут також використовується на теплових електростанціях.

Природний газ в основному (до 99,9%) складається з вуглеводнів, його об'ємна теплота згоряння становить 33000 кДж/м³, досягаючи в окремих родовищах 65000 кДж/м³. Великою перевагою природного газу є відсутність у ньому токсичного чадного газу. Коксовий газ містить водню – 60%, метану – (20–35)%, оксиду вуглецю СО (II) (4,5–4,7)%, оксиду вуглецю СО₂ (IV) (вуглекислий газ) – (1,8–4,0%), азоту – 10%, інші гази та водяна пара. При коксуванні зазвичай з 1 тони вугілля залишається (300–320) м³ газу. Його об'ємна теплота згоряння досягає 19000 кДж/м³. Коксовим газом розігрівають мартенівські печі, та працюють двигуни внутрішнього згоряння [12].

Характеристика підприємств енергетики

В Україні (до повномасштабного вторгнення) вироблялось щорічно біля 180 млрд кВт годин електроенергії, з яких частка АЕС складала 42%. Встановлена потужність АЕС складала 12818 МВт при загальній потужності електростанцій – 54000 МВт.

Електрична енергія виробляється електричними генераторами – пристроями для перетворення різних видів енергії (механічної, хімічної, теплової, світлової) в електричну.

Майже вся електрична енергія, яка використовується в Україні, одержується шляхом перетворення механічної енергії за допомогою електромеханічних генераторів, які працюють за принципом пропускання електричного струму по провіднику, що рухається в електричному полі. Генератор складається з ротора, статора, джерела магнітного поля та обмоток. Для зняття струму з обмотки встановлюються струмознімачі (клеми). В основному генератори використовуються як основні джерела електроенергії на теплових електростанціях, гідроелектростанціях, атомних електростанціях, газотурбінних електростанціях тощо.

Хімічна енергія перетворюється в електричну завдяки гальванічним елементам, світлова енергія – безпосередньо в термобатареях і магнітогідродинамічних генераторах, енергія світла – в фотоелементах. Більшість ТЕС працюють за такою схемою: спалюється паливо (пиливе вугілля, мазут, газ, сланці, торф тощо) перетворюючи воду на пару, яка надходить до турбіни та

приводиться в дію електрогенератор, який виробляє електроенергію і відправляє її в електричну мережу.

Електроенергетика впливає не тільки на розвиток економіки, а й на територіальну організацію продуктивних сил. Будівництво потужних ліній електропередач дозволяє освоювати паливні ресурси незалежно від відстані до точки споживання. Розвиток електричного транспорту розширює територіальні межі галузі промисловості.

Достатні обсяги електроенергії забезпечують виробництво електротехнічної сталі, алюмінію та інших кольорових металів, але паливно-енергетичні витрати становлять більшу частку вартості кінцевої продукції у порівнянні з традиційними галузями економіки. У багатьох регіонах України (Донбас, Придніпров'я) електроенергетика визначає спеціалізацію виробництва і є основою для формування регіональних виробничих комплексів [6].

Розміщення електроенергетики в основному залежить від наявності паливно-енергетичних ресурсів і споживачів електроенергії. Зараз майже третина електроенергії виробляється в районах споживання і більше двох третин – у районах виробництва. Наразі місця для будівництва електростанцій обирають з урахуванням зручності транспортування палива та електроенергії, а також екологічних умов.

За даними Міненерго України, з 2016 року частка теплової генерації в загальному виробництві електроенергії скоротилася на 5%. Іншими словами, якщо у 2016 році ТЕС становила 32,2% загального виробництва електроенергії, то за підсумками 2020 року теплові електростанції виробляли лише 27,2% електроенергії. Частка кліматично нейтральної електроенергії, виробленої атомними електростанціями, великими гідроелектростанціями та відновлюваними джерелами енергії, становила приблизно дві третини загального споживання в 2020 році. Враховуючи військові дії та відповідно до затвердженого Міністерством енергетики України прогнозного балансу електричної енергії, очікується перехід до відновлюваної генерації – не «довгострокова перспектива», а нагальна потреба.

ТЕПЛОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Теплові електростанції (ТЕС) – це промислові підприємства, що здійснюють вироблення теплової та електричної енергії для промислових виробництв та муніципальних споживачів.

Теплова електростанція виробляє електричну енергію шляхом перетворення хімічної енергії палива через теплову енергію згоряння в механічну енергію обертання валу електрогенератора.

Теплові електростанції поділяються:

- ✓ за призначенням та місцезнаходженням;
- ✓ за видами палива, що використовується;
- ✓ за характеристиками технологічного обладнання, що застосовується.

Промислові теплові електростанції з переважним споживанням тепла розміщують у безпосередній близькості до підприємств-споживачів. На вибір майданчиків для опалювальних станцій, призначених для постачання міст, впливають зростаючі вимоги щодо охорони навколишнього середовища та особливості перспективного розвитку міської забудови. Опалювальні теплові електростанції розміщують за межами міст, що значно збільшує відстань транспортування тепла.

Теплові електростанції використовують як основне паливо природний газ, мазут, тверде паливо (вугілля та торф). Рідше для роботи використовуються відходи лісозаготівельної та деревообробної промисловості, біогаз та деякі інші джерела енергії.

Різноманітність основного технологічного обладнання визначила кілька типів теплових електростанцій, до яких належать:

1. Котлотурбінні електростанції:

1.1. Конденсаційні електростанції (КЕС чи ДРЕС).

1.2. Теплоелектроцентралі (теплофікаційні електростанції, ТЕЦ).

2. Газотурбінні електростанції.

3. Електростанції на базі парогазових установок (комбінованого циклу).

4. Електростанції на основі поршневих двигунів (дизель).

1.1. Конденсаційні електростанції

Конденсаційні електростанції (КЕС) забезпечують постачання споживачів тільки електричною енергією, що виробляється за рахунок спалювання органічного палива. Зазвичай їх будують поблизу родовищ палива, щоб уникнути дорогого транспортування. Принцип дії КЕС заснований на отриманні в парогенераторі водяної пари високого тиску з температурою 540⁰С за рахунок спалювання вугільного пилу, газу або мазуту. Отримана

пара надходить до турбіни, де її потенційна енергія перетворюється на кінетичну енергію обертання ротора турбіни та електрогенератора. Відпрацьована пара потрапляє в конденсатор, усередині якого розташовані латунні трубки, по яким циркулює вода, що охолоджує. Пара обтікає трубки, конденсується, стікає та видаляється. Отримана вода надходить у деаератор, де видаляється кисень і додається очищена вода, а з деаератора вода потрапляє у котел (рис. 6.1). Процес отримання електроенергії ведеться безперервно [5].

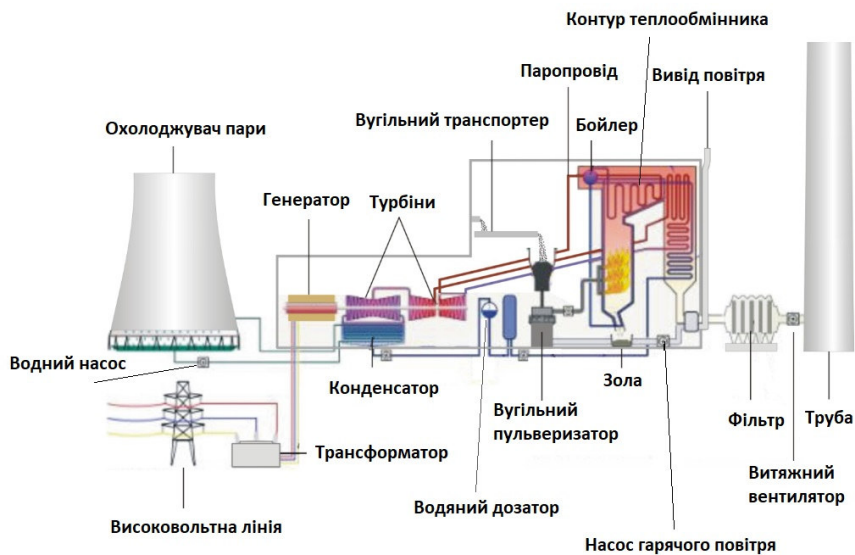


Рис. 6.1. Схема роботи конденсаційної електростанції

Найбільшими КЕС в Україні є Вуглегірська, Старобешівська, Курахівська, Слов'янська (Донецька область), Запорізька, Ладизинська (Вінницька область), Трипільська (Київська область) та ін.

1.2. Теплоелектроцентралі

Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) – теплоелектростанція, яка одночасно виробляє електроенергію та тепло у вигляді гарячої води та пари. Тепло і пару можна використовувати як для промислових, так і для побутових потреб. Обладнання ТЕЦ відрізняється від обладнання КЕС лише в тій його частині, яка пов'язана з відбором

пари та гарячої води з контуру та передачею їх для постачання зовнішніх споживачів. Пар для технологічних цілей та нагрівання води може бути отриманий відбором останніх ступенів турбін. При цьому скорочується обсяг пропускання пари через конденсатор та знижуються втрати теплової енергії (рис. 6.2).

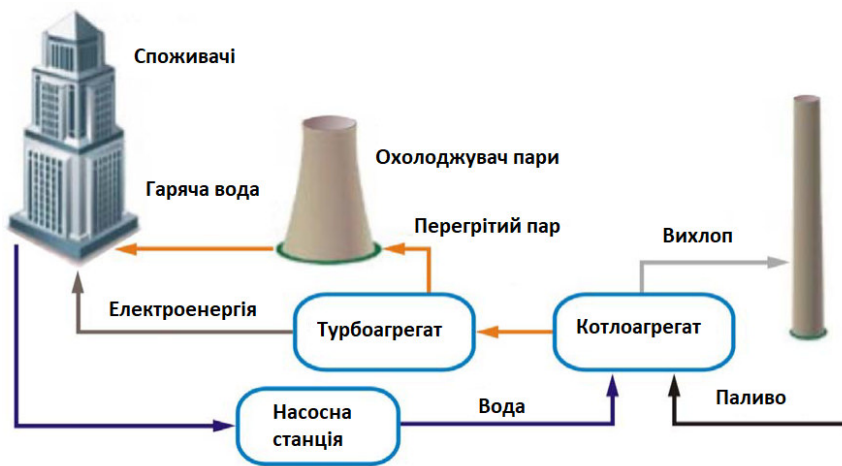


Рис. 6.2. Схема роботи теплоелектроцентралі

Великого значення в довоєнний час набули теплоелектроцентралі (ТЕЦ), споруджені поблизу споживача, оскільки радіус транспортування від них теплоти незначний (10–12 км), а коефіцієнт корисного використання теплоти становить майже 70%, у той час як на ТЕС – тільки (30–35)%. За даною технологією в Україні обігривається понад 25 міст. Найбільші з теплоелектроцентралей є: Київська ТЕЦ-5, Дарницька (Київ), Київська ТЕЦ-6, Харківська ТЕЦ-5, Одеська, Калузька, Краматорська та ін.

Відрізняють два типи теплоелектроцентралей:

- ✓ ТЕЦ, оснащені турбінами з протитиском
- ✓ ТЕЦ з регульованим відбором пари.

1.2.1. ТЕЦ, що оснащені турбінами з протитиском

У теплоцентралях першого типу відпрацьована пара надходить по тепломережах до споживачів, а також використовується в теплообмінниках для нагрівання води, що

застосовується для теплопостачання. Відпрацьована пара конденсується у споживачів тепла та за допомогою насосів подається назад у парогенератор. Основний недолік таких ТЕЦ – необхідність роботи за тепловим графіком споживачів, тобто якщо ТЕЦ має видати споживачеві значну кількість електрики при низькому запиті на пару, відпрацьовану пару доведеться скидати. В іншому випадку пар доведеться пропускати повз турбіни та охолоджувати до необхідних споживачу параметрів, що передбачає зайві витрати енергії. Тому потужність турбогенератора використовується нерівномірно і потребує дублювання електричних потужностей ТЕЦ конденсаційними агрегатами.

1.2.2. ТЕЦ з регульованим відбором пари

Схема роботи ТЕЦ з регульованим відбором пари ближча до схеми КЕС. В цьому випадку не вся пара подається споживачеві. Регульована її частина відводиться з проміжних ступенів турбіни на потреби тепло- та паропостачання, а решта потрапляє у конденсатор. Таким чином, забезпечується як тепловий, так і електричний графік навантаження. ТЕЦ з регульованим відбором дозволяє розвивати повну електричну потужність при відсутності витрати пари у теплових споживачів.

2. Електростанції на основі газотурбінних установок (ГТУ)

Електростанції на основі газотурбінних установок (ГТУ), парогазових установок (ПГУ) та на основі поршневих двигунів мають менші потужності в порівнянні з КЕС та ТЕЦ і частіше використовуються як джерела електроенергії для обслуговування невеликих підприємств та селищ, але є й приклади ПДУ великої потужності. *Газотурбінні установки* (ГТУ) призначені для отримання електроенергії при спалюванні палива, коли обертання турбіни електрогенератора проводиться газоподібними продуктами згоряння, а не за допомогою водяної пари. За конструктивним виконанням та принципом перетворення енергії газові турбіни істотно не відрізняються від парових. Замість громіздкого парогенератора у ГТУ використовується відносно малогабаритна камера згоряння. Паливом є мазут або природний газ. Продукти, що пройшли турбіну згоряння при необхідності можуть бути використані для нагрівання води та теплопостачання [5].

Позитивними сторонами ГТУ є те, що вони дозволяють виконувати роботу при різко змінному навантаженні, можуть часто зупинятися, швидко запускатися, забезпечувати інтенсивну швидкість набору потужності та досить економічну роботу в широкому діапазоні навантаження. Об'єм будівельно-монтажних робіт на газотурбінних електростанціях зменшується вдвічі, оскільки немає потреби у спорудженні котельного цеху та насосної станції.

До *недоліків ГТУ* відноситься те, що стандартна її потужність становить близько 100 МВт, а ККД при повному навантаженні (28–42)%.

3. Електростанції на основі парогазових установок (ПГУ)

У технологічній схемі парогазових електростанцій (ПГУ) використовується принцип поєднання парових та газових турбін. Ця схема використовується у випадках, коли необхідно максимізувати виробництво електроенергії. Таке об'єднання дозволяє зменшити втрати теплової енергії в газових турбінах або теплоти газів парових котлів. Тим самим забезпечується підвищення електричного ККД до 58%. Парогазові установки споживають істотно менше води на одиницю електроенергії, що виробляється порівняно з паросиловими установками, а система водяного охолодження компактніша. Як паливо для роботи ПГУ використовуються мазут або природний газ. Позитивною стороною застосування технології ПГУ є мінімізація шкідливих впливів на довкілля.

АТОМНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

В Україні експлуатуються чотири атомних електростанцій (Запорізька, Південноукраїнська, Хмельницька, Рівненська) з 15 енергоблоками (13 енергоблоків типу ВВЕР-1000 і два – ВВЕР-440), Запорізька АЕС є найпотужнішою в Європі – 6 енергоблоків загальною потужністю в 6000 МВт.

Загальна потужність атомних електростанцій України становить 12,8 млн кВт. Їхня частка у внутрішньому виробництві електроенергії становить понад 45%. На Рівненській АЕС працюють два блоки по 440 МВт і два блоки по 1000 МВт, на інших атомних електростанціях працюють блоки по 1000 МВт (ЧАЕС наразі закрыта). Українські енергетики продовжують працювати в умовах дефіциту органічного палива та величезних неплатежів за

поставлену електричну енергію. Це суттєво впливає на надійність і безпеку всієї енергетичної системи України [13].

Управління атомною промисловістю в Україні здійснює Державна служба ядерного регулювання та нагляду.

Крім того, у 1996 році було створено Національну ядерну енергетичну компанію «Енергоатом» з метою покращення енергозабезпечення промисловості та суспільного сектору, підвищення якості атомних електростанцій та забезпечення їх конкурентоспроможності на енергетичному ринку.

Станом на січень 2022 року державна компанія «Енергоатом» була найбільшою енергогенеруючою компанією України, на яку припадало понад 50% загального виробництва електроенергії в Україні. На НАЕК «Енергоатом» покладено функції експлуатуючої організації, відповідальної за безпечну роботу атомних електростанцій у масштабах країни.

Електроенергія від атомних електростанцій передається в основному до мереж з напругою 750 кВ. Напруга турбогенераторів АЕС передається або безпосередньо через блокові трансформатори з вищою напругою 750 кВ, або через трансформатори зв'язку 330/750 кВ із збірних шин станцій.

На рис. 6.3–6.7 представлені АЕС України.



Рис. 6.3. Запорізька АЕС (на даний час окупована агресором)



Рис. 6.4. Рівненська АЕС



Рис. 6.5. Південноукраїнська АЕС



Рис. 6.6. Хмельницька АЕС



Рис. 6.7. Саркофаг Чорнобильської АЕС

Принципова технічна схема виробництва електроенергії на АЕС не відрізняється від схем на звичайних електростанціях, за винятком способу отримання тепла для перетворення води в пару високого тиску. Джерелом тепла атомної електростанції є ядерний

реактор, у якому вивільнена ядерна енергія перетворюється на тепло в самогенеруючому, але контрольованому процесі ядерного поділу.

Ядерний реактор замінює топку котла. Як ядерне паливо використовується збагачений уран-235 і плутоній-239, а реакція поділу ядер здійснюється стрижнями з кадмієвої або борної сталі, які поглинають нейтрони, сповільнюючи кількість поділів урану-235. Змінюючи глибину занурення стрижнів може суттєво впливати на роботу реактора.

Реактори зазвичай двоконтурні. Теплоносій (рідкий метал, вода, газ) циркулює в першому радіоактивному контурі і знаходиться в захищеній зоні реактора. Другий контур не потребує спеціального біологічного захисту і його винесено за межі реакторної зони, де здійснюється перетворення теплоти пари в електроенергію.

Принципову схему атомної електростанції представлено на рис. 6.8.

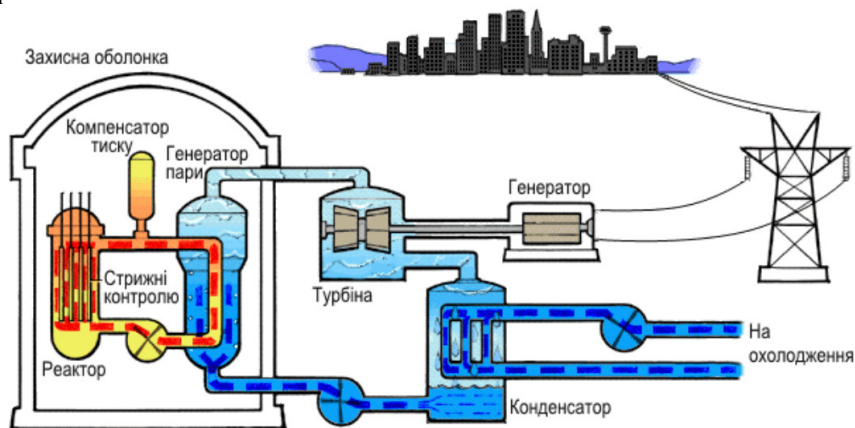


Рис. 6.8. Схема вироблення електроенергії на атомних електростанціях

В результаті випромінювання уранових стрижнів в активній зоні реактора утворюється тепла енергія з температурою до 600°C , яка регулюється керуючим урановими стрижнями з уповільнювачами, розташованими всередині корпусу реактора. В результаті циркуляції (зазвичай рідкий натрій) рідини за допомогою насоса першим контуром відводиться тепло, яке перетворює воду в пару в пароутворювачі.

Сповільнювачі призначені для перетворення ланцюгової реакції поділу ядер в стаціонарну реакцію за рахунок поглинання більшої кількості нейтронів, що забезпечує стабільність виділення енергії під час поділу ядерного палива.

В першому контурі компенсатор ємності підтримує певний тиск в першому контурі. Сам реактор міститься в герметичному захисному корпусі. Другий контур відводить із пароутворювача пару, що приводить в дію парову турбіну і генератор змінного електричного струму. Після турбіни водяна пара конденсується в холодильнику, а рідина (вода) насосом другого зовнішнього контуру через теплообмінник знову направляє до пароутворювача. Принцип роботи атомних електростанцій в основному нічим не відрізняються від звичайних ТЕС за виключенням способу одержання тепла.

На діючих атомних електростанціях, використовуються реактори трьох типів: ВВЕР-1000 та реактори на швидких нейтронах БН-600, графітові каналні РБМК-1000 і РБМК-1500 та водоводяні корпусні ВВЕР-440.

Реактор ВВЕР-1000 розташовується всередині герметичної залізобетонної оболонки діаметром 47,7 м та висотою 67,5 м. Реактор і парогенератор розділені залізобетонною стінкою товщиною (1,0...1,5) м. В реакторі знаходиться 66 тон збагаченого урану. Атомні електростанції мають ряд переваг порівняно з іншими типами електростанцій. Вони не мають складів, приміщень та устаткування для приготування палива, не викидають в атмосферу шкідливих оксидів азоту, оксидів сірки та золи, тобто не забруднюють атмосферу і не використовують кисень. Недолік – особливі умови зберігання відпрацьованого ядерного палива [9].

ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Гідроелектростанції є одним із найефективніших джерел електроенергії. Їх переваги полягають в тому, що вони виробляють електроенергію у (5–6) разів дешевше ніж ТЕС і вимагають у (15–20) разів менше людей для обслуговування на відміну від атомних електростанцій. Коефіцієнт корисної дії ГЕС більше 80%. Однак розташування їх повністю залежить від природних умов, а кількість виробленої електроенергії змінюється залежно від сезону. Будівництво гідроелектростанцій на рівнинних річках України

приведе до значних збитків, оскільки значні площі землі доведеться затопити під водосховища.

Поки що гідроенергетика не посідає значного місця в енергетиці України, займаючи до 9% потужностей і 9,2% виробництва електроенергії. Основні гідроелектростанції розташовані на Дніпрі: Дніпрогес, Кременчуцька, Каховська, Дніпродзержинська, Канівська та Київська. На річці Дністер – Дністровська ГЕС – ГАЕС; на Закарпатті – Теребля Ріцька. Крім того, на малих річках працює близько 100 малих електростанцій. Збудовано каскади ГЕС на річках Рось (Корсунь-Шевченківська, Стебрівська та ін.) та Південний Буг.

Особливу роль відіграють Київська та Дністровська гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС). Вироблену ними електроенергію можна використовувати для постачання споживачів у години пік. Гідроелектростанції працюють як помпи за принципом переміщення однакового об'єму води між двома басейнами на різній висоті [14].

Шість найпотужніших гідроелектростанцій України представлено на рис. 6.9–6.14.



Рис. 6.9. Дніпровська ГЕС (потужність – 1569 МВт)



Рис. 6.10. Кременчуцька ГЕС (потужність – 686,4 МВт)



Рис. 6.11. Канівська ГЕС (потужність – 444 МВт)

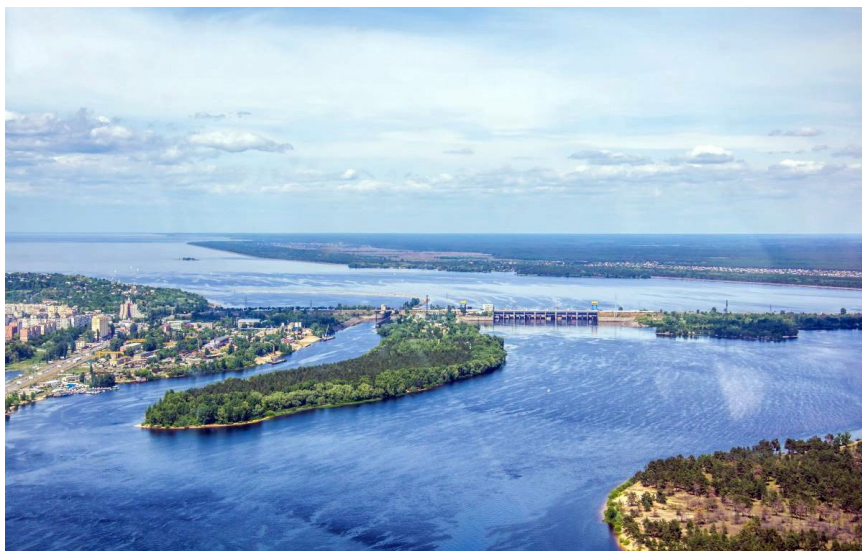


Рис. 6.12. Київська ГЕС (потужність – 408, 4 МВт)



Рис. 6.13. Середньодніпровська ГЕС (потужність – 352 МВт)



Рис. 6.14. Каховська ГЕС (потужність – 351 МВт. – зруйнована окупантами у 2023 році)

Основною тенденцією розвитку електроенергетики України є інтеграція електростанцій в енергосистему для виробництва, транспортування та розподілу електроенергії між споживачами. Це пов'язано з необхідністю ритмічного постачання електроенергії споживачам, а виробництво та споживання електроенергії характеризується як сезонними, так і добовими коливаннями. Енергетичні системи дозволяють нам маневрувати виробництвом електроенергії як у часі, так і в просторі.

Початкова неузгодженість навантажень на окремих ланках енергосистеми дає можливість при необхідності передавати потужність у зустрічних напрямках із заходу на схід і з півночі на південь. У процесі транспортування електроенергії на значні відстані її втрати неминучі і зростають із збільшенням відстані, але зменшуються із збільшенням напруги передачі. Тому дуже важливим є будівництво ліній високої напруги.

ВІТРОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Ідея заміни органічного палива відновлюваними джерелами енергії стає все більш затребуваною. У Канаді, Норвегії, Швеції,

Швейцарії та Австрії частка енергії вітру в енергетиці уже перевищує 25%.

Більшість ВЕС України розташовані на узбережжі Чорного та Азовського морів, на території Кримських і Карпатських гір, в Одеській, Херсонській та Миколаївській областях. За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, ці регіони є найбільш придатними для використання енергії вітру.

«Зелену» електроенергію в Україні виробляють 34 ВЕС, у тому числі й на окупованих територіях. Найбільшими з них є Ботієвська, Приморська, Мирненська, Орлівська, Овер'янівська та Новоазовська ВЕС (рис. 6.15). Усі перші сім вітрогенераторів, окрім Ботієвської та Приазовської, запрацювали у 2019 році.



Рис. 6.15. Найбільші вітрові електростанції в Україні

Ботієвська ВЕС збудована у 2012 році. Станція складається з 64 турбін Vestas V-112 по 3 МВт кожна, загальною потужністю 200 МВт.

Робота станції дозволяє зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу на 730 тис. тонн вуглекислого газу. Це еквівалентно викидам 365 000 автомобілів.

Приморська ВЕС почала роботу в листопаді 2019 року. ВЕС встановлено 52 вітрогенератори потужністю 3,8 МВт кожна. Висота вежі 110 м, діаметр ротора 137 м, потужність електростанції становить 200 МВт.

Мирненська ВЕС має 35 турбін загальною потужністю 163 МВт. Станція може виробляти приблизно 574 млн кВт-год енергії на рік і скорочувати викиди CO₂ на 455 тис. тонн на рік.

Орлівська ВЕС розташована в Приморському районі Запорізької області. Всього Орлівська ВЕС має 26 турбін V126 компанії Vestas потужністю 3,8 МВт. Висота вежі 112 метрів, а діаметр ротора становить 126 метрів.

Новотроїцька ВЕС складається з 12 вітротурбін V126 потужністю 3,65 МВт кожна та восьми ВЕУ V136 від компанії Vestas потужністю 3,6 МВт. Загальна висота кожної вежі становить 117 метрів, а розмах лопатей – 126 і 136 метрів.

Овер'янівська ВЕС введена в експлуатацію у 2019 році. Потужність ВЕС становить 68,4 МВт. Це дозволяє скоротити викиди CO₂ на 210 тис. тонн на рік.

Новоазовська ВЕС була спроектована в 1996 році і введена в експлуатацію через 15 років. Він складається з 23 вітрових турбін потужністю 2,5 МВт кожна, а їх виробником є німецька компанія Fuhrlander AG. При проектуванні та будівництві ВЕС були враховані всі вимоги ботаніків, орнітологів і зоологів, щоб зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Вигляд та розміщення вітротурбін представлений на рис. 6.16.

До переваг використання вітроелектричних установок відносять:

1. Використовуються повністю відновлювані джерела енергії. Завдяки дії сонця повітряні потоки постійно рухаються в атмосфері, і для їх створення не потрібно добувати, транспортувати або спалювати паливо. Джерело принципово невичерпне.

2. В процесі роботи вітряної електростанції відсутні шкідливі викиди. Тобто технологія є повністю екологічно безпечною.

3. Вітряні електростанції не використовують воду для своєї роботи.

4. Основні робочі частини генераторів ВЕУ розташовані на значній висоті над землею. Щогла, на якій встановлюється вітрогенератор, займає на землі невелику площу, тому навколишній простір можна успішно використовувати для господарських потреб, розміщувати на ньому різні будівлі та споруди, наприклад, сільськогосподарського призначення.



Рис. 6.16. Вигляд роботи вітротурбін ВЕС

5. Застосування вітрогенераторів особливо виправдане для ізольованих територій, куди звичайними способами електроенергію доставити практично неможливо, Автономне забезпечення електроенергією таких територій є особливо важливим.

6. Після введення ВЕС в експлуатацію вартість кіловат-години значно знижується.

Наприклад, у Сполучених Штатах спеціально вивчають роботу нових ВЕС і оптимізують ці системи таким чином, що витрати на електроенергію для споживачів знижуються до 20 разів від початкової вартості.

7. Витрати на технічне обслуговування під час експлуатації є мінімальним.

До недоліків використання вітроелектричних установок відносять:

1. Залежність від зовнішніх умов у конкретний момент. Вітер може бути сильним, а може бути й штиль. Для забезпечення безперебійного електропостачання споживачів у таких нестабільних умовах потрібні системи накопичення електроенергії значної

ємності. Крім того, потрібна інфраструктура для передачі цієї енергії.

2. Будівництво вітрогенератора передбачає матеріальні витрати. У деяких випадках залучаються регіональні інвестиції, але це не завжди легко забезпечити. Початкові етапи реалізації проекту досить затратні.

3. Деякі експерти зазначають, що вітряки спотворюють природний ландшафт, а їх зовнішній вигляд порушує природну естетику. Тому великим підприємствам потрібна допомога фахівців з дизайну та ландшафтної архітектури.

4. Вітрові турбіни створюють аеродинамічний шум, який може викликати дискомфорт у людей. З цієї причини деякі європейські країни прийняли закони, які вимагають, щоб відстань від вітрових турбін до житлових будинків становила не менше 300 метрів, а рівень шуму не перевищував 45 дБ вдень і 35 дБ вночі.

5. Є невелика вірогідність зіткнення пташок з лопатями вітряка, проте вона настільки мала, що не потребує спеціального розгляду.

Незважаючи на недоліки, переваги вітрових турбін з точки зору екологічних переваг очевидні. Для уточнення варто зазначити, що робота вітрової турбіни потужністю 1 МВт може заощадити приблизно 29 000 тонн вугілля або 92 000 барелів нафти протягом 20 років.

СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНІЇ

Приблизно 0,2% випромінювання Сонця використовується для фотосинтезу всіма рослинами на Землі. Завдяки цьому наша планета завжди підтримує тепловий баланс з навколишнім середовищем. На відміну від теплової, електричну енергію зручніше споживати. Найефективнішим способом перетворення сонячної енергії в електричну є фотоелектричний та паротурбінний, які використовуються на звичайних теплових електростанціях.

Сонячна енергетика – відносно нова галузь в Україні. При цьому швидкість її розвитку є дуже високою порівняно з іншими галузями вітчизняної економіки. Відтак, за підсумками 2021 року сонячна енергетика становила понад 5% від загального виробництва електроенергії в Україні.

Вся територія нашої країни придатна для розміщення сонячних електростанцій. При цьому найбільш сприятливими є

південні регіони України (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька, частини Донецької області та АР Крим), де наразі зосереджено понад 60% промислових СЕС. Станом на кінець 2021 року загальна потужність сонячних електростанцій становить 6320 МВт (без урахування тих, що розташовані на тимчасово окупованих територіях). Частковий вигляд однієї із СЕС України (Дунайської) представлено на рис. 6.17.



Рис. 6.17. Частковий вигляд Дунайської СЕС

За результатами аналізу темпів розвитку сонячної енергетики в Європі, наша держава мала одні з найвищих показників. Проте агресивні військові дії завдали галузі значних збитків. Дві третини СЕС України розташовані на півдні, де сьогодні тривають важкі бої. За різними оцінками, на окупованих територіях знищено понад 30% сонячних електростанцій (приблизно (1120–1500) МВт встановленої потужності). Крім того, було зруйновано понад 25% непромислових (приватних) СЕС.

ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Оскільки теплові та гідроелектростанції розташовані поблизу родовищ палива або водосховищ річок, а споживачі, як правило,

розташовані на значній відстані від електростанцій, електроенергія передається по лініях, таких як повітряні та кабелі лінії, а також по електромережах.

Повітряні лінії будують для передачі електроенергії на великі відстані через малонаселені та сільські райони, а кабельні лінії – у містах і промислових центрах. Втрата потужності в мережі за законом Джоуля-Ленца визначається за формулою:

$$Q = I^2 R \tau, \quad (6.1)$$

де I – сила струму; R – опір провідника; τ – час.

Щоб зменшити втрати, необхідно зменшити опір провідника, тобто збільшити площу поперечного перерізу провідника, або зменшити силу струму.

Струм передається на значні відстані при напругах 20, 35, 110, 150, 220, 330, 750, 1150 кВ, а постійний струм – 1500 кВ. Лінії електропередач напругою 380 В (із заземленою нейтраллю), 220 В і 127 В називаються **низьковольтними** і використовуються в розподільних мережах, що з'єднують підстанції і споживачів.

Передача електричної енергії на відстані понад 1000 км змінним струмом нерентабельна через значні втрати в проводах і порушення синхронності роботи генераторів. Тому в таких випадках встановлюються випрямлячі, які перетворюють змінний струм в постійний, а в зоні споживання постійний струм за допомогою інверторів знову перетворюється в змінний високої напруги. Далі, через пониження напруги в трансформаторах, електричний струм надходить до споживачів.

Оптимальним матеріалом для електропроводів є мідь, алюміній, сталь, а в особливих випадках – бронза. Для ліній з напругою 35 кВ використовують комбіновані сталюалюмінієві проводи: центральна частина стальна забезпечує певну міцність, а алюмінієва має високу електропровідність.

Перспективи розвитку електроенергетики полягають у використанні таких відновлюваних джерел енергії, як вода, вітер і сонце. Вважається, що більша частина енергії, яка нам знадобиться в майбутньому, буде надходити від космічних електростанцій, які допоможуть задовольнити наші енергетичні потреби. Сонячні батареї будуть перетворювати сонячне світло в електрику, а

отримана енергія спрямовуватиметься на землю у вигляді мікрохвильових пучків. Сонячний модуль складається з ряду кремнієвих, фотоелектричних елементів, послідовно сполучених один з одним для збільшення напруги, яка буде отримуватись при попаданні на них сонячного світла. Стандартний модуль цього типу зможе виробляти максимум 2 А при напрузі 17 В, а отримана потужність дорівнювати 34 Вт. Також в майбутньому може бути перспективним одержання електроенергії хімічним перетворюванням води (спалювання водню, після якого утворюється екологічно безпечний викид – вода).

Водень може використовуватися як добавка (активатор) в газових турбінах і поршневих двигунах, знижуючи токсичність вихлопних газів і дозволяючи основному паливу згоряти ефективніше. Основна проблема – накопичення водню. Досить зауважити, що густина водню становить $0,09 \text{ кг/м}^3$, тобто для його зберігання треба мати величезний об'єм ємності, дуже великий тиск в цій ємності. Зараз вдуться розробки по визначенню методів накопичення водню методами абсорбції на основі використання гідридів металів, накопичувачів водню. Ведуться роботи з розробки та вдосконалення водневих двигунів для автомобілів та авіації.

Щоб використовувати водень як паливо, потрібно знайти шляхи вирішення багатьох проблем, в основному пов'язаних з його зберіганням і транспортуванням. В останні роки було синтезовано велику кількість сплавів для зберігання водню, деякі з яких уже використовуються в промисловості. Однак для отримання комбінації таких параметрів, як значна сорбційна ємність, легкість процесів сорбції-десорбції водню за невисоких температур, висока теплопровідність, легкість активації, наявність стабільних робочих характеристик під час експлуатації з невисокою вартістю. Ці завдання досить складні і не вирішенні [11].

Використання біогазу під час бродіння біомаси може замінити 750000 тон умовного палива на рік. Експлуатація повітряних електричних двигунів має потенціал для постачання (30–40) млрд кВт/год кожен рік, а енергетичний потенціал малих річок становить 2400 МВт тамже виробляти 4 млрд кВт/год електроенергії. Запаси гідротермічної енергії на глибині до 2000 м складатимуть 28300 тис. м^3 на добу при 30°C .

6.2. Водогосподарський комплекс України

Водне господарство є великою виробничою та природоохоронною галуззю України, завданням якого є забезпечення потреб суспільства у воді, створення сприятливих умов для розвитку всієї економіки країни, здійснення відтворення та охорони водних ресурсів.

Водні ресурси в Україні безпосередньо впливають на стан розвитку суспільства. Вода споживається промисловістю та сільським господарством, забезпечує роботу водного транспорту, рибальства, лікування людей, відпочинку, туризму та спорту. У результаті водні ресурси використовуються для різноманітних соціально-економічних, культурних, естетичних і гігієнічних потреб людини. Без води не може бути ні тварин, ні рослин, а отже, і життя на Землі.

Інтенсивність та якість використання водних ресурсів економікою країни залежить від багатьох факторів, але насамперед від організації суспільного виробництва та результатів господарської діяльності. Для забезпечення розвитку промисловості і сільського господарства, будівництва нових міст і розширення існуючих, потрібні великі обсяги води. У сучасних умовах економіка України споживає (використовує) понад 28 км³ води на рік. На промислове виробництво використовується (54–55)% загальної кількості води, на сільське господарство – (30–32)%, для господарських та питних потреб у містах – (14–16)% [13].

Особливості виробничого контролю у водному господарстві визначаються формою власності на засоби виробництва, характером виробничих відносин, впливом об'єктивних економічних законів та іншими факторами.

Виробничо-управлінські структури водного господарства в Україні будуються з урахуванням техніко-економічних і соціальних особливостей цієї галузі [1; 13].

Управління виробництвом у водному господарстві на рівні держави здійснює Державне агенство водних ресурсів України. Метою діяльності якого є реалізація основних напрямів державної політики у сфері водного господарства, задоволення потреби населення, національної економіки у водних ресурсах, їх збереження та відтворення, реалізація інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом.

Пріоритетними напрямками роботи Державного агенства водних ресурсів України є:

1. Впровадження державного моніторингу вод.
2. Акредитація лабораторій моніторингу вод.
3. Підготовка планів управління річковими басейнами.
4. Встановлення оптимальних режимів роботи штучних водойм та водогосподарських систем, що забезпечують безпечні умови життєдіяльності населення та функціонування галузей економіки.
5. Забезпечення захисту населених пунктів, виробничих об'єктів та сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод, створення безпечних умов життєдіяльності населення.
6. Забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів, що користуються привізною водою.
7. Підвищення енергоефективності, впровадження на всіх водогосподарських об'єктах електроспоживання АСКОВЕ (автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії) [13].

Характеристика водних ресурсів

Поняття «водні ресурси» в широкому розумінні включає воду річок, озер, водосховищ, каналів, морів і океанів, підземні і ґрунтові води, воду гір і полярних льодовиків, атмосферні опади. Це поняття також включає самі водойми, такі як річки, озера та океани, які використовуються для судноплавства, гідроенергетики, рибальства, відпочинку, туризму тощо без вилучення води.

Кількість водних ресурсів визначається кількістю води в різних частинах гідросфери (табл. 6.1).

На Світовий океан припадає 96,5% усіх водних ресурсів Землі. Річкова вода має практичний інтерес для задоволення потреб людей. Їх одномоментний об'єм дуже малий, однак у кругообігу вологи він відтворюється протягом року в середньому приблизно 23 рази і в зв'язку з цим оцінюється у 47 тис. км³ на рік, або при вираженні через шар стоку – 315 мм і через модуль стоку – 10 л/с з 1 км². Величина річкового стоку суттєво змінюється по території: від 10 – 20 мм/рік районах до 9000 мм/рік і більше в окремих дуже зволжених гірських масивах [33].

Таблиця 6.1

Об'єм води і активність водообміну різних частин гідросфери
Земної кулі

Частина гідросфери	Об'єм води, тис. км ³	Частка від об'єму, %		Тривалість умовного водообміну
		всіх вод	прісних вод	
Світовий океан	1338000	96,5	-	2500 років
Підземні води	23700	1,72	30,9	1400-10000 років
Льодовики	26064	1,74	68,7	9700 років
Озера	176	0,013	0,26	17 років
Ґрунтова волога	16,5	0,001	0,05	1 рік
Води атмосфери	12,9	0,001	0,037	8 діб
Болота	11,5	0,0008	0,033	5 років
Водосховища	6,0	0,0004	0,016	0,5 року
Річки	2,0	0,0002	0,006	16 діб

Річкові водні ресурси складаються з двох нерівних і відмінних частин походження: підземної та надземної. Перша є постійною і стабільною, тому регулювання, в принципі, не потрібне. Водночас це в цілому характеризує відновлювані запаси підземних вод у зонах активного водообміну. Глибинні підземні води, що знаходяться нижче рівня річкового стоку, не відіграють важливої ролі в сучасному кругообігу води і мають застійний характер, тому часто мінералізовані, іноді сильно мінералізовані. Поверхнева частина річкового стоку дуже мінлива, тому її використання потребує принципового регулювання.

Загальна вологість території зазвичай характеризує річний відновлюваний запас вологи в ґрунті.

Теоретично водні ресурси є невичерпними, оскільки вони відновлюються в процесі кругообігу. Навіть нещодавно вважалося, що на Землі так багато води, що, за винятком деяких посушливих регіонів, не потрібно турбуватися про те, що у нас може закінчитися вода. Проте споживання води зростає дуже швидкими темпами, і людство все частіше стикається з проблемою чистої води.

Вода є одним із найважливіших компонентів біосфери та основою життя на Землі. Її нестача або надлишок вбиває людей і навіть цілі народи та цивілізації.

Сьогодні під впливом діяльності людини змінюються природні, гідрологічні, гідрометеорологічні, гідрохімічні, гідрологічні, гідробіологічні та інші процеси за участю води. Одним з основних видів антропогенного впливу на стан і режим водних ресурсів та водних об'єктів є характер сільського господарства на водозбірних площах, регулювання стоку, промислове, сільськогосподарське та комунальне водопостачання. Збільшуються обсяги стічних вод і маса забруднюючих речовин у них.

Надмірне зарегулювання водного середовища призводить до порушення кругообігу води із забрудненням підземних і поверхневих вод нітратами, отрутохімікатами, важкими металами (домішками мінеральних добривах), тваринницьким стоком, урбанізацією, вирубуванням лісів тощо. Із руйнуванням природних умов стоку внаслідок інтенсивного використання підземних вод рівень ґрунтових вод місцями значно знизився (до 100 метрів). Іншими словами, змінилися і режим води в підземній сфері.

Нарешті, зміна клімату внаслідок парникового ефекту може спричинити виникнення та розширення аридних зон у різних регіонах світу. Однак ні вірогідність, ні масштаби цих процесів сьогодні неможливо достовірно оцінити.

Кількісне виснаження водних ресурсів є лише одним із аспектів проблеми. Другий аспект – це їх якісне «виснаження» – забруднення води. Зараз забруднюється більше води, ніж використовується. Один кубометр забраної, а потім повернутої до джерела забрудненої води псує у п'ять-десять разів, а іноді й більше води. Крім того, забруднена вода містить все більше речовин, які не існують у природі та не можуть бути нейтралізовані самою природою. Ці забруднювачі поширюються і завдають серйозної шкоди всьому живому, навіть на генетичному рівні [13].

Природі потрібен час, щоб очиститися і відродитися, але посилена діяльність людини не дає водним ресурсам цього часу. Незважаючи на те, що у світі не вистачає води для питного водопостачання. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 1,348 мільярда людей у країнах, що розвиваються, не мали

достатнього запасу води протягом (2010–2020) років. Найкращі результати були досягнуті в Азії та Океанії, де за цей період воду отримали понад 1 мільярд людей. У той же час в африканській напівпустелі Кахель (на південь від Сахари) кількість людей, які не мають достатньої кількості питної води, зросла на 29%. Ця організація прогнозує, що до 2030 року більше 1 мільярда міських жителів будуть позбавлені належного постачання питної води. Вже сьогодні третина населення світу відчуває дефіцит питної води.

Зазначені вище проблеми, пов'язані з водними ресурсами, характерні і для України, яка вже має всі ознаки екологічної катастрофи, спричиненої переважно станом водних ресурсів. Військова агресія лише загострила цю проблему.

Вивчивши та узагальнивши кращий досвід країн Європи та Північної Америки, країни-члени Європейської економічної комісії ООН з навколишнього середовища та водних ресурсів розробили рекомендації під назвою «Керівні засади екосистемного підходу до водогосподарської діяльності». Ці засади (принципи) формулюються наступним чином:

- ✓ політика має бути превентивною, а не реагувати, і зосереджена на причинах і факторах впливу, а не на боротьбі з симптомами;

- ✓ розвиток співробітництва та почуття колективної відповідальності за охорону навколишнього середовища серед працівників управління, директивних органів та водокористувачів. Необхідно сприяти реалізації принципу «забруднювач платить»;

- ✓ необхідно розглядати весь басейн як природну одиницю та проводити в цьому контексті комплексну водогосподарську діяльність на основі екологічного підходу, а для великих річкових басейнів необхідно враховувати наявність у них географічної мозаїки різноманітних екосистем;

- ✓ кінцевою метою будь-якої політики раціонального водокористування має бути збереження та, якщо можливо, відновлення водних систем до рівнів, близьких до їх початкового природного стану;

- ✓ оцінка екосистем повинна базуватися на комплексних критеріях щодо якості та кількості водних ресурсів, а також флори та фауни;

✓ водне, а також суміжні законодавства повинні відображати функцію води як засобу підтримки екосистем. Генеральний план водогосподарської діяльності вважається важливим інструментом, заснованим на екосистемному підході до водогосподарської діяльності. Щоб забезпечити ефективність екологічного підходу, він повинен охоплювати різноманітні джерела забруднення, включаючи кислотні опади та вимивання ґрунту, і використовувати всі можливі засоби контролю.

На жаль, за останні кілька років, окрім спроб окремих людей вирішити певні проблеми охорони навколишнього середовища, суттєвих зрушень у цій сфері не було досягнуто, а навколишнє середовище планети, головним чином водні ресурси, продовжує погіршуватися.

Отже, проблема збереження та відновлення чистоти навколишнього природного середовища, насамперед повітря, води та ґрунту, має міжнародний характер і її вирішення є предметом турботи людей усіх країн, незалежно від їхніх політичних поглядів, що деградація водних екосистем є деградацією й занепадом цивілізації, а можливо, і початком кінця людства в цілому.

Соціально-економічне значення водних ресурсів

Термін «водні ресурси» стосується об'єму поверхневих і підземних вод, які використовуються або потенційно доступні для використання в процесі матеріального виробництва.

Сьогодні водні ресурси є обмежуючим фактором не тільки для окремих країн, але й для розвитку продуктивності та соціально-економічної ситуації цілих континентів. Без перебільшення можна сказати, що проблеми водних ресурсів, особливо питання чистої питної води, мають глобальний масштаб. Тому питання про значення водних ресурсів для подальшого соціально-економічного розвитку суспільства є одним із найважливіших.

Водогосподарський комплекс складають водні ресурси, водокористувачі, установи управління та контролю. Він характеризується визначеною функціональною, галузевою та регіональною організацією та структурою. Водні ресурси є природно-сировинною базою водогосподарського комплексу.

Процес виробництва полягає в підготовці води для різних цілей. Вода, підготовлена до використання за допомогою окремих водогосподарських об'єктів і споруд, вже є продуктом

водогосподарського комплексу і відпускається або надається водокористувачам у порядку, встановленому відповідно до водного законодавства [13].

Водокористувачами є держава, кооперативи, громадські підприємства, організації, установи, юридичні та фізичні особи. Водні об'єкти обслуговують важливі побутові, лікувальні, курортні, оздоровчі, а також сільськогосподарські, промислові, енергетичні, транспортні, рибальські та ін. потреби Водокористувачі у складі комплексу не є узагальненими, а існують у вигляді окремих галузей, таких як сільське господарство, гідроенергетика, водний транспорт, рибальство тощо.

Водогосподарський комплекс України територіально представлений такими водогосподарськими районами: Закарпатський, Дністровсько-Бузький, Волинський, Нижньодніпровський, Верхньодніпровський, Донецько-Приазерський, Кримський.

В Україні щорічно використовується (28–32) км³ води з вододжерел для споживання населенням і економікою. З них безповоротно втрачається понад 18 км³. У деяких регіонах така витрата води вже перевищує місцевий стік.

Найважливішим серед користувачів є комунальне господарство, де безповоротні втрати води становлять 3,36 км³, що становить понад 11% безповоротного водоспоживання. У великих містах водопостачання на одного жителя досягає понад 400 літрів на добу. Забруднення поверхневих і дуже небезпечних підземних вод досягло надзвичайного рівня. У той час як перелік речовин, які можуть забруднювати воду та спричинити захворювання, генетичні зміни тощо, різко збільшується, перелік речовин, які контролюються санітарними службами, збільшується дуже повільно.

Більша частина води (44%) споживається в промисловості, де вона використовується як теплоносії, абсорбент, розчинник тощо. Споживання прісної води в промисловості розподіляється наступним чином: електроенергетика – 71%, металургія – 19%, вугільна промисловість – 3,5%, хімічна та нафтохімічна – 2,6% (дані 2020 року).

Сільське господарство є другим за величиною споживачем води. На його потреби використовується трохи менше 11 км³ на рік, з яких приблизно 70% припадає на зрошення та обводнення

сільськогосподарських угідь, 13% – на потреби сільськогосподарського водоспоживання та до 16% – на виробничі потреби підприємств сільськогосподарського профілю та менше 2% на проблеми господарсько-житлового призначення.

Важливим водокористувачем є рибна галузь, для якої використовуються багатоцільові водосховища і ставки. Успішний розвиток аквакультури вимагає забезпечення належної якості води, контролю температури, глибини каналів і водойм.

Досить важливе місце в структурі водогосподарського комплексу України займає гідроенергетика. Її водойми, або водосховища, є головним регулятором стоку. Це дає можливість використовувати водні ресурси не лише для виробництва енергії, а й для зрошення, водопостачання, розвитку рибальства, водного транспорту тощо.

Водний транспорт у системі водогосподарського комплексу України виступає водокористувачем, споживаючи воду для утримання водних шляхів у період навігації з гарантованою глибиною.

Річки, водосховища, озера, як об'єкти водних ресурсів мають рекреаційне значення. На їх узбережжі будуються пансіонати, будинки і бази відпочинку, на базі мінеральних лікувальних вод будуються курорти. Рекреаційне господарство потребує великих обсягів чистої прісної води для підтримки глибини місць купання та дотримання санітарних умов і температурного режиму встановлених водойм.

Україна має один із найнижчих показників водозабезпеченості серед європейських країн. Використання води в басейнах фактично досягло максимальної межі. Проблемка використання води набула практично загальнодержавного статусу.

Найбільшими забруднювачами вод України є комунальне господарство, чорна та кольорова металургія, коксохімічне, важке енергетичне та транспортне машинобудування, енергетика та сільське господарство.

Забруднення води, повітря та ґрунту, особливо після аварії на Чорнобильській АЕС, призвело до збільшення смертності, скорочення тривалості життя та зростання захворюваності серед населення України, а також до погіршення економічної ситуації.

Основна мета на найближчий час – стабілізація і зниження рівня забруднення та виснаження водойм. Плановий принцип охорони водних ресурсів полягає в дотриманні балансу між негативним впливом діяльності людини на водні об'єкти та їх здатністю до самозбереження та самовідновлення.

Вплив водних ресурсів на розвиток промисловості

Промисловість споживає дуже багато води. Наприклад, на виробництво 1000 банок консервів в залежності від їх виду і типу тари витрачається від 2 до 20 м³ води, а на виробництво 1 т м'яса – більше 15 м³, молока – 8 м³. Споживання води пов'язано з миттям, очищенням сировини, застосуванням гідротранспорту, використанням води як охолоджувача (теплоносія) в двигунах, машинах і апаратах, екстрагента, а також з витратами на господарські та побутові потреби [4].

Використання води можна розділити на дві категорії: технічне та технологічне. В результаті використання прісної води утворюються забруднені стічні води з різними концентраціями і видами забруднень, такими як побутові, транспортні та інші.

Частина води повертається до природних резервуарів, створюючи велику кількість забруднення, яке завдає шкоди навколишньому середовищу. Основною причиною цих втрат є недосконалість очисних споруд прямоточним способом очищення. Промислові стічні води також можуть містити компоненти, які можуть бути використані в інших галузях.

Техніка та технологія повинні органічно вписуватися в кругообіг речовин у природі та збільшувати їх, не порушуючи замкнутої природи кругообігу. Техніка повинна бути економічною, тобто органічно гармоніювати з біосферою (природним середовищем).

У проєктах нового будівництва та реконструкції діючих підприємств у спеціальному розділі передбачаються заходи щодо охорони водних об'єктів, ґрунту і повітря від забруднення стічними водами та іншими промисловими викидами.

Збільшення потреб у воді та погіршення її якості є одними з актуальних питань раціонального використання та охорони водних ресурсів, які є важливою складовою національного багатства України. Деякі проєкти підприємств передбачають складні переробні потужності, які займають значну площу землі. Їх вартість

становить значну частину загального обсягу капітальних вкладень на будівництво об'єкта (до 20%). Також зростають експлуатаційні витрати на водопостачання та водовідведення. Тому економіка водокористування стала дуже важливим фактором підвищення ефективності виробництва в харчовій промисловості [4].

До певного моменту проблеми водокористування не існувало. Підприємства безкоштовно черпали воду з річок, озер, ставків чи артезіанських свердловин. Після короточасного очищення стічні води скидали у резервуар для розрідження та поступового природного самоочищення. Міські каналізаційні мережі приймали стічні води підприємств промисловості, що розміщені у містах і селищах без обмежень.

Дефіцит прісної води в даний час створює серйозну загрозу забруднення навколишнього середовища, в тому числі водойм. Це зобов'язує державу й інших суб'єктів господарювання вживати серйозні і термінові заходи з охорони і економному використанні водних ресурсів, а законодавчому органу – удосконалити низку законів з екологічної законодавчої бази.

Необхідність охорони водних ресурсів пов'язана також з їх обмеженістю, недостатньою потужністю очисних споруд підприємств і населених пунктів, недостатнім використанням водозберігаючих технологій. За експертними оцінками забезпеченість України водними ресурсами становить 50% при щорічному споживанні води біля 100 млрд м³.

Значна кількість органічних речовин, які містяться у відпрацьованих водах підприємств, розкладають кисень і тим самим порушують складні біологічні цикли в річках та інших водоймищах.

Деякі води містять токсичні речовини, які отруюють водну флору та фауну. Найбільш шкідливими і небезпечними є викиди хімічної, металургійної, картоплепереробної, спиртової, пивоварної та інших галузей. Механізація збирання сільськогосподарських культур (цукрових буряків, картоплі, овочів) істотно знизила трудомісткість робіт, але на підприємствах з переробки овочів зросли витрати води на їх миття, що ускладнило очищення води.

Технічні та санітарні вимоги до води. Промислові підприємства використовують три категорії води: господарсько-питна, виробнича та протипожежна. Склад і властивості води будь-якого вододжерела, методи водопідготовки, конструктивні

особливості водопровідних мереж повинні відповідати державним стандартам України на «Вода питна». Вода, що подається споживачам, повинна бути захищена від випадкового або систематичного забруднення створенням зон санітарної охорони і герметичності водопровідних систем. Якість цієї води визначається характером розташування і сукупністю властивостей її складу.

Бактеріологічні показники. Безпека води в епідемічних ситуаціях визначається непрямими показниками: рівнем загального бактеріального забруднення та вмістом бактерій груп кишкової палички. До бактерій груп кишкової палички у питній воді відносяться грамнегативні, які не утворюють спори та зброджують лактозу із утворенням кислоти і газу при 37° С протягом (24–48) год, або які зброджують глюкозу з утворенням кислоти та газу при 37° С протягом 24 годин і не мають оксидазної активності.

До отруйних речовин належать миш'як, нітрити, нітрати, свинець, селен, фтор і ін. Вміст радіоактивних елементів суворо регламентований. Один літр питної води не повинно містити більше ніж 10 мг азоту, нітратів і до 1 мг нітритів. У деяких джерелах вміст нітратів і нітритів більш ніж в 10 разів перевищує допустиму норму.

Органолептичні показники. Органолептичні властивості води (запах, колір, смак, каламутність) зумовлені вмістом хімічних речовин, а токсичність хімічних речовин визначається їх здатністю погіршувати органолептичні властивості води при мінімальних концентраціях.

Вода не повинна містити видимих водних організмів і не повинна мати плівку на поверхні. Специфічний запах або присмак, що з'являється при хлоруванні, не повинен перевищувати одного балу. Хімічні речовини, що впливають на органолептичні показники води під час обробки природної води, не повинні перевищувати норми. Водневий показник (рН) повинен бути в межах (6,5–8,0).

Жорсткість води визначається в міліграм еквівалентах іонів Ca^{+2} або Mg^{+2} , що містяться у одному літрі води. Цю жорсткості приймають 20,04 мг/л іону. Розрізняють тимчасову, постійну та загальну жорсткість.

Тимчасова жорсткість (карбонатна, або та від якої можна позбавитись) обумовлена наявністю у воді бікарбонатів кальцію і магнію, які при кип'ятінні переходять в розчинені карбонати і випадають у вигляді щільного осаду (накипу).

Постійна або стала жорсткість (не карбонатна, або така що від неї не можна позбавитись) обумовлена наявністю всіх інших солей кальцію та магнію, які при кип'ятінні залишаються у розчиненому стані. Таким чином, тимчасова та стала жорсткість утворюють загальну жорсткість води. В залежності від вмісту іонів Ca^{+2} і Mg^{+2} відрізняють дуже мяку (із вмістом до 1,5 мг-екв/л), м'яку (1,5 мг-екв/л), помірно жорстку (3–6 мг-екв/л), жорстку (6–10) мг-екв/л і дуже жорстку (10 і більше мг-екв/л).

Воду пом'якшують шляхом застосування хімічних (вапневих, содових, нітратних і фосфатних), а також фізико-хімічних (іонообмінних) засобів.

Окислюваність води обумовлена вмістом органічних домішок і визначається кількістю перманганату калію, що витрачено при кип'ятінні одного літра води із надлишком KMnO_4 протягом 10 хв.

Кислотність або лужність води характеризується концентрацією водних іонів, що визначають за допомогою індикаторів. Вода вважається кислою при $\text{pH} = 6,5$, лужною – при $\text{pH} = 7,5$. В промисловому водокористуванні визначають прісну воду, яка містить 1 г солей у 1 л води, та солону із вмістом більше 1 г солей у 1 л [4].

Показники забруднень стічних вод. В результаті використання чистої води для господарських чи виробничих потреб та в протипожежному забезпеченні утворюються господарсько-побутові забруднені стічні води, виробничі з різною мірою забруднення (умовно чисті, транспортно-мийні), а також атмосферні.

Забруднення стічних вод поділяють на органічне, неорганічне та біологічне. Органічне забруднення буває рослинного походження (рослини, фрукти, зерно, залишки паперу) і тваринного походження (фізіологічні виділення тварин, залишки тканин, жири). Неорганічна частина забруднень складається з піску, глини, частинок шлаку, мінеральних солей, лугів, мінеральних масел та інших речовин.

Біологічне забруднення стічних вод представлене бактеріями, гельмінтами, дріжджами, цвіллю, дрібними водоростями, вірусами тощо.

Важливими показниками забруднення стічних вод є наявність завислих речовин, зважених домішок, забарвлення, температура,

мінеральний склад домішок, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, наявність хвороботворних і токсичних речовин.

Біохімічна потреба в кисні (БПК) характеризується кількістю кисню, що використовується для біохімічних процесів. БПК вимірюють за 5, 10 і 20 діб до остаточного розкладання органічних сполук (БПК₅, БПК₁₀, БПК₂₀, БПК_{пов.}). У нас прийнято показник БПК_{пов.}. Хімічна потреба в кисні (ХПК) визначається розрахунковою кількістю кисню, який необхідний для повного окислення елементів органічної речовини. БПК завжди нижчий, ніж ХПК, тому що частина органічної речовини витрачається на ріст організмів в активному мулі і міститься в стабільних органічних сполуках, які не порушуються біохімічними процесами.

Промислові стічні води та побутові містять багато зважених і розчинених речовин органічного походження, які визначають важливі рівні БПК та ХПК. Ці показники визначаються шляхом лабораторного аналізу періодичного відбору проб, що займає значні витрати часу.

Органолептичними показниками є смак, колір і запах води. Колір води в основному залежить від концентрації зважених речовин. Їх контролюють автоматично за допомогою різних методів вимірювання.

Оптичні методи контролю ефективні лише при відносно низьких концентраціях зважених часток (до 10 г/л). Вищі концентрації вимагають інших методів вимірювання цього значення. Температура стічної води контролюється за допомогою автоматичного потенціометра та моста, а забарвлення – за допомогою аналізатора кольору.

Бактеріологічний аналіз обмежується визначенням кількості бактерій, індексу кишкової палички (не більше 3) і титру кишкової палички (менше 300) в 1 л води. Побічним показником бактеріологічного обнасення може бути концентрація залишкового хлору в стічній воді. Промисловістю випускаються пристрої для автоматичного визначення концентрації залишкового хлору (А-КХ, ФАК-1), але вони не знайшли широкого розповсюдження через ряд недоліків, головним з яких є значна тривалість аналізу (20–30) хв. Із розглянутих показників забруднення стічних вод основними є концентрація завислих частинок, залишкового хлору і БПК. Інші показники (реакція рН і

температура стічних вод), незначна і короточасна зміна яких приводить до порушення процесу очищення вважають допоміжними [4].

Водопостачання підприємств складається з двох потоків технологічної води: 1) «вода питна» із централізованого господарсько-питного водопостачання; 2) «технічна вода», яку беруть із водоймищ і артезіанських свердловин.

В залежності від виду забруднень стічні води поділяють на потоки: господарсько-побутові, які скидають в міську каналізацію; транспортні і транспортно-мийні, які характеризуються в основному неорганічними забрудненнями; технологічні з органічними і біологічними забрудненнями. Останні після охолодження, як правило, використовуються повторно. Усі інші потоки перед повторним використанням повинні пройти механічну та біологічну очистку та знезараження.

Очищені стічні води після розбавлення свіжою водогінною водою можуть бути використані на технічні потреби підприємств. При необхідності частина очищеної води може виводитися із рециркулюючої системи. Таким чином, проблему водопостачання підприємств технічною водою можна частково розв'язати за допомогою повторного використання очисних споруд.

Вимоги до показників якості води, що надходить на виробництво, встановлюються окремо в кожному конкретному випадку в залежності від особливостей технологічного процесу.

Впровадження водозберігаючих технологій

Для України, яка має обмежені водні ресурси, велике значення має здійснення заходів щодо економного використання води, тобто створення замкнених (безстічних) систем водопостачання.

На всій території країни водні ресурси (поверхневі та підземні) використовуються нераціонально. Промислові технологічні процеси потребують великої кількості води. Промислові технології потребують великої кількості прісної води. Так, на виробництво 1 т сталі використовується до 120 м³, чавуну – 230 м³, паперу – 800 м³, каучуку – 3500 м³, синтетичного волокна – до 5000 м³ води і т. д. Значну кількість води споживає енергетика (45–46)% загального водоспоживання народним господарством). Для одержання 1 т сільськогосподарської продукції потрібно:

пшениці – 800–1200 м³, кукурудзи – 3200 м³, рису – (5000–7000) м³ води [13].

Майже половина забраної води скидається в річки та водойми у вигляді нечистот і стічних вод.

Промисловість. Будівництво закритих (безстічних) систем водопостачання є основним напрямком зменшення використання прісної води та запобігання скиданню стічних вод. Ці системи є складною частиною безвідходної технології, заснованої на комплексному використанні сировини, що відповідає економічним і екологічним вимогам. Розвиток систем в проекті повинен бути пов'язаний із застосуванням сучасних методів очищення стічних вод, що забезпечує одночасне вивільнення з них і утилізацію важливих для економіки країни речовин.

Оптимальний варіант замкнутої системи водопостачання базується на таких принципах [13]:

- ✓ впровадженні на підприємствах безводної або маловодної технології;

- ✓ виявленні та очищенні найбільш концентрованих локальних потоків стічних вод;

- ✓ включенні схем очищення цих вод у технологічні процеси підприємства;

- ✓ створенні локального замкнутого контуру;

- ✓ повторне використання стічних вод в інших процесах;

- ✓ використанні очищених побутових стічних вод для технічних потреб;

- ✓ створенні без продувних зворотних циклів;

- ✓ використанні свіжої річкової води лише для особливих потреб і для поповнення втрат у різних системах.

У деяких випадках вартість очищення стічних вод для використання в промислових системах водопостачання може бути значно нижчою, ніж вартість їх очищення, якби вони скидалися у водойми. Під час експертизи проектів необхідно перевіряти наявність та повноту розроблення заходів щодо будівництва закритих (безстічних) систем водопостачання з необхідним техніко-економічним та екологічним обґрунтуванням.

Системи повторного водопостачання в промисловості використовують 53,4 млрд куб. Найбільша економія прісної води

досягнута в паливній, хімічній, нафтохімічній промисловості та чорній металургії.

Найбільш водомісткими промисловими підприємствами є теплові електростанції. З впровадженням передових прогресивних технологій загальне споживання води в промисловості продовжує зменшуватися, а споживання теплової енергії зростає. Дуже повільними темпами впроваджуються закриті системи зворотного водопостачання на об'єктах енергетики. Великі гідроелектростанції та атомні електростанції, як правило, працюють на системах прямого водопостачання, що призводить до теплового та хімічного забруднення водою.

Основним напрямом економічного та раціонального використання водних ресурсів у теплоенергетиці є зменшення питомих витрат прісної води за рахунок:

- ✓ встановлення більш сучасного енергетичного обладнання;
- ✓ застосування зворотних систем у промисловому водопостачанні;
- ✓ застосування хімічної обробки додаткової води в зворотних системах;
- ✓ поверне використання замасляної та замазученої води;
- ✓ використання випарувальних установок високо мінералізованої води;
- ✓ мінімізації фільтрації із золівідвалів та використання сухого очищення золи.

Зрошуване землеробство. Реальна економія води в зрошуваному землеробстві може бути досягнута шляхом вдосконалення технічних засобів та організаційних заходів.

В цілому ККД зрошувальних систем в Україні дуже високий і дорівнює 0,82, а в системах із закритою мережею та передовою широкозахватною дощувальною технікою – (0,90–0,98). Найбільша економія поливної води на одиницю площі досягається при застосуванні систем мікрозрошення (крапельного та підкореневого), при цьому норми поливу в (2–2,5) рази нижчі за традиційні способи поливу.

Головну роль у зниженні непродуктивних втрат води та її фактичного використання на зрошення відіграють інформаційно-дорадчі системи оперативного планування зрошення, які враховують особливості ґрунтів та їх якість, вологість, фазу розвитку рослин,

пріоритет зрошення культур у сівозміні. Удосконалення зрошувальної техніки, автоматизації та обліку води ще більше зменшить використання води для зрошення.

Сільське водопостачання. Розвитку сільськогосподарського водопостачання в Україні приділено недостатньо уваги. Як наслідок, сучасний рівень водозабезпечення сільського населення характеризується низькими показниками. В Україні з 28,7 тис. сільських населених пунктів центральним водопостачанням забезпечено 3,4 тис. Близько 600 сільських населених пунктів південного регіону з населенням 300 тис. осіб. Використовують для господарських потреб привозну воду [13].

Відносно високим рівнем розвитку характеризується водопостачання виробничої сфери. Так, тваринництво забезпечене центральним водопостачанням в середньому на (83–85)%, водовідведенням – понад 6%, сільське господарство – в середньому на 67 і 12% відповідно.

В Україні середнє споживання води на господарські потреби населення становить 55 літрів на одного жителя села на добу, що свідчить про низький рівень централізованого водопостачання. У майбутньому збільшення споживання води спостерігатиметься лише за рахунок розвитку громад.

Зниження питомих витрат води у тваринництві, яке є основним споживачем води у виробничій сфері, є нереальним у короткостроковій перспективі через високі трудові та матеріальні витрати, необхідні для великих тваринницьких підприємств. Основна увага при цьому має бути зосереджена на підтримці фактичного споживання прісної води на нормативному рівні.

Комунальне господарство. Ресурсозберігаюча політика міського водоспоживання – це, перш за все, раціональне використання води населенням. Аналіз споживання води в цій галузі показує, що споживання води зростає.

Одним із основних і відносно недорогих заходів, спрямованих на зниження споживання води міськими жителями, є використання специфічних нормативів водоспоживання, які регулюють рівень обґрунтованого водоспоживання та реально допустимі витрати. В Україні граничні питомі витрати води населенням і комунальними підприємствами встановлені на рівні 330 літрів на добу на одного міського жителя. Загалом у державі збереження фактичного

споживання води на такому рівні заощадить приблизно 700 мільйонів кубічних метрів питної води. Обов'язковою умовою реалізації цього заходу є наявність лічильників води на 100 відсотках усіх об'єктів, які споживають більше 2,5 м³ води на добу [1; 13].

Ще одним перспективним напрямком раціонального використання водних ресурсів є заміна питної води водою технічної якості. Цей захід дозволяє економити до 30% питної води в житлових приміщеннях. Так як остання використовується не тільки в комунальному господарстві, а й у промисловості, а за рахунок використання нетрадиційних джерел води для всіх сфер питного водокористування економиться близько 4,5 км³ якісної води.

Враховуючи те, що питання раціонального водокористування тісно пов'язане з охороною водних джерел, до першочергових заходів слід віднести дисбаланс потужностей водопровідної системи та водоочисних споруд, дефіцит яких у державі становить 1,3 млн м³/добу держави.

6.3. Металургійна галузь

Металургія – наука про промислові способи одержання металів і сплавів.

Металургією також називають галузь, яка виробляє метали та сплави з руд та іншої сировини, що містить метали. Метали та сплави одержують різними способами. Найчастіше використовують пірометалургію (від грецького «піро» – вогонь та металургія) [1].

Розрізняють такі способи виробництва металів та сплавів:

1. **Пірометалургія.** За цим способом виробництво металів і сплавів базується на використанні теплової енергії, що виділяється при спалюванні палива або при протіканні хімічних реакцій у сировині. Під час згоряння палива виділяється тепла енергія і утворюється СО. Теплова енергія використовується для нагрівання та плавлення сировини, а СО використовується для відновлення металу з його сполук (оксидів). Пірометалургійним методом одержують чавун у доменних печах (рис. 6.18), сталь – у мартенівських печах.

Доменний процес. Через колошник завантажуються шихта, яка являє собою суміш концентрованої залізної руди, агломератів,

коксу, флюсу, вапняку, магnezії, вапна, випаленого в печі протягом 4–6 годин, кварцевого піску і повітря.

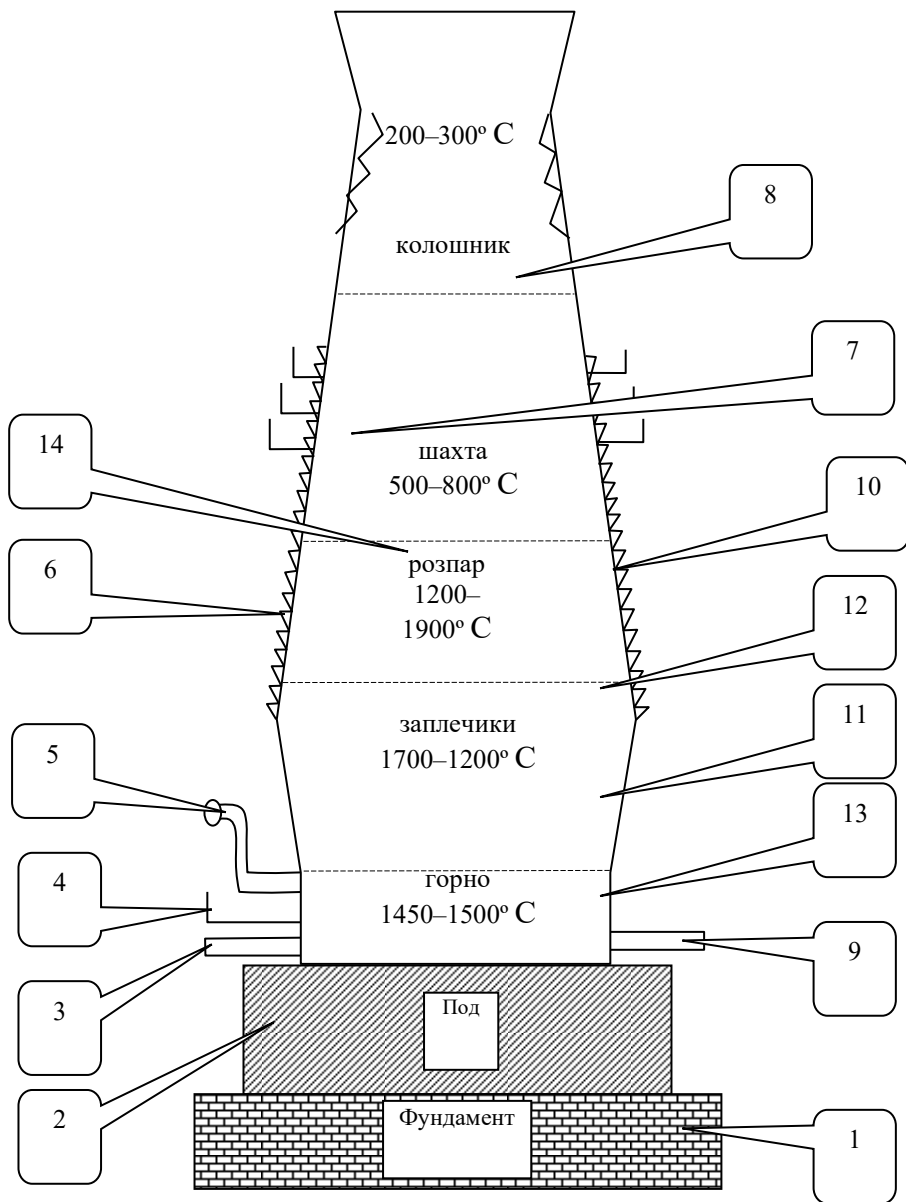


Рис. 6.18. Доменна піч

Доменна піч складається з: колошника (8), шахти (7), розпару (14), заплечиків (12), горна (13), 10 – металевий кожух, 6 – кільцеві площадки, 5 – фурмений рукав, 4 – робоча площадка, 9 – жолоб для випуску шлаку, 2 – под (дно горна), 1 – фундамент. Доменна піч – круга, діаметром 9–11 м, висотою 70–80 м.

Процес горіння починається знизу (горні), куди подається нагріте і збагачене киснем повітря. Під час згоряння коксу виділяються вуглекислий і чадний гази, які піднімаються через товщу шихти, реагують з рудою і відновлюють залізо (гази потім піднімаються в колошник, де шихта підсушується при $t = 200\text{--}300^\circ\text{C}$) та відводяться назовні для подальшого використання.

Виплавка металу відбувається в середній і нижній частині (лонжероні) шахти при $t = (1200\text{--}1900)^\circ\text{C}$, звідки чавун краплями через заплечники стікає в горно. У той же час у розпарі утворюється розплавлений доменний шлак, що складається з порожньої (позбавленої заліза) породи, золи, сірки, залишків коксу та флюсу. Шлак також стікає в горно і періодично виводиться з домни за межі доменної печі. Розплавлений чавун зливають через нижні «льотки» горна (4–8) разів на добу, а потім подають на спеціальні розливочні машини, де відливають чушки. Потім чушки відправляють у сталеливарний або ливарний цех для переробки чавунних чушок у виробі з чавуну.

Шлак, що випускаються з печі, використовується для виготовлення цементу та шлакової цегли. Основну масу чавуну, що виплавляється в доменних печах, є білий чавун, який використовується для виробництва сталі. Приблизно 10% становить ливарний (сірий) чавун, який використовується для переробки чавуну на чавунні вироби. У середньому на одну тону чавуну витрачається (1,5–3) т залізної руди, (0,5–0,7) т коксу, стільки ж флюсу, (2500–3000) м³ повітря, 30 м³ води.

Розливка чавуну. Доменні печі безперервно працюють від 5 до 8 років. Піч досягає нормальної продуктивності через (6–10) днів після задувки. Чавун і шлак випускають за графіком: чавун (4–8) разів на добу, шлак через (1,5–2) години.

Чавун і шлак випускаються в ковші чавуно- та шлаковозів, встановлених на спеціальних металевих платформах.

Перероблений чавун транспортується в сталеплавильний цех і розливається в спеціальні ковші-міксери ємністю до 2000 тонн.

У змішувачі чавун усереднюється і зберігається перед заливкою в Мартенівську піч або конвертер. При необхідності чавун підігрівають газовими пальниками до необхідної температури.

Ливарний чавун розливають у форми на спеціальних розливних машинах, створюючи напівциліндричні чушки вагою від 16 до 32 кг.

2. Електрометалургійний спосіб. Електрометалургійні процеси отримують метали і сплави в електродугових, індукційних та інших типах електропечей. В електропечах сировину нагрівають до більш високої температури, ніж при пірометалургійному способі. Сировина плавиться дуже швидко.

3. Плазмовий спосіб. Суть плазмової металургії полягає в тому, що оксиди металів перетворюються в плазму при температурі 10000°C з певним ступенем іонізації. Енергія іонізації атомів металу нижча, ніж атомів кисню, тому в такій плазмі атоми металу іонізуються, а атоми кисню залишаються нейтральними. Для видалення іонів металу з отриманої суміші використовується магнітне поле. У плазмових печах виробляють вольфрам, молібден, синтезують карбід титану. Цей спосіб використовується для отримання високоякісних металів та сплавів.

4. Хіміко-металургійний спосіб. Цей спосіб поєднує в собі хімічний і металургійний процеси. Таким способом отримують титан. З титанової руди виготовляють чотирихлористий титан, який відновлюють за допомогою магнію.

5. Гідрометалургійний спосіб. За цим способом з допомогою розчинників виділяють метали з руд, концентратів, відходів виробництва. Потім з цих розчинів електролізом отримують метали. Таким чином виробляють і очищають кольорові метали, такі як мідь, цинк, нікель, кобальт, хром, срібло, золото. Виробництво металу цим способом складається з наступних етапів: підготовка руди до плавки; розчинення руди або концентрату в розчиннику; отриманий розчин очищають від шкідливих для електролізу домішок; електроліз.

6. Порошкова металургія. Цей спосіб поєднує процеси виготовлення порошків металевих і неметалічних сполук, з яких шляхом пресування (надання їм форми і розмірів) і подальшим спіканням виготовляють вироби (заготовки, деталі тощо).

7. Космічна металургія. Виробництво металів і сплавів у космосі називають **космічною металургією**. Плавка металів і отримання сплавів здійснюється без тиглів (з грец. – сковорода, каструля), оскільки в космосі немає сили тяжіння. Під дією поверхневого натягу розплави набуває форми кулі і вільно зависає у просторі. Для надання розплавам будь-якої довільної форми використовують електромагнітне поле.

У космічному середовищі компоненти сплаву добре змішуються. При відсутності сили тяжіння газ добре розчиняється в розплаві, і після кристалізації отриманий сплав має вигляд «губки» з рівномірно розподіленими газонаповненими комірками. Такі сплави називаються **металогазами**. Ці сплави надзвичайно легкі, наприклад, сплав який містить 87% газу і 13% сталі плаває на воді, як коркове дерево. Металеви дуже перспективні в авіабудуванні та ракетобудуванні, а також для виробництва космічної техніки.

Привертає увагу також технологія отримання композиційних волокнистих матеріалів і виробів шляхом лиття. У земних умовах з цих матеріалів отримати якісні вироби неможливо.

Космічна металургія відкриває великі можливості для отримання сплавів надвисокої чистоти з рівномірним (заданим) розподілом домішок. Це важливо в процесі виробництва напівпровідникових матеріалів, які можуть використовуватися в процесах вирішення енергетичних проблем.

Крім перерахованих вище способів отримання металів і сплавів існують ще й інші, наприклад електронно-променевиий спосіб.

Рафінування та розливання сталі

Для поліпшення якості сталі її піддають рафінуванню, тобто очищують від домішок, які негативно впливають на її якість. Очищати сталь можна в сталеварних агрегатах і поза ними. Ці два способи рафінування сталі по-різному впливають на техніко-економічні показники сталеливарних агрегатів.

Процес рафінування сталі в агрегатах збільшує час плавлення в них, а отже, зростає собівартість сталі і знижується продуктивність агрегатів.

Впровадження безагрегатного виробництва сталі потребує спеціального обладнання різної складності – ковшів, печей, обладнання та ін. Сталь рафінують або відразу після її вивантаження

з агрегату, тобто після плавлення, або після кристалізації, тобто у вигляді твердої речовини.

Процес рафінування розплавленої сталі передбачає її вакуумування, тобто продувку інертними газами, перемішування із синтетичними флюсами тощо.

Тверду сталь переplавляють електрошлаковим, вакуумно-дуговим, вакуумно-індукційним та ін. способами. Після завершення переplавлення сталь, що потрапляє в ківш, продовжує поглинати гази з навколишнього середовища (в даному випадку атмосфери цеху). Отже, щоб ізолювати сталь від повітря, а також зменшити кількість домішок, розчинених у ній, сталь вакуумують. Вакуумування проводять кількома способами.

1. Об'ємне вакуумування. Даний спосіб передбачає переміщення ківша зі сталлю у вакуумну камеру, де за допомогою потужних pomp знижують тиск до (60–150) Па. З розплаву, де тиск газу значно вищий, ніж над розплавом, газ виходить у камеру і звідти відкачується. Внаслідок такої дії в розплаві зменшується кількість кисню, азоту, водню тощо. Наприклад, якщо розплав залишити у вакуумній камері протягом 15 хвилин, то кількість водню в сталі зменшиться на 40%.

2. Порційне вакуумування. На відміну від попереднього способу, коли весь ківш розплавленого металу одночасно вакуумують, то тут, у процесі порційного рафінування вакуумуються лише невеликі порції сталі. Цей процес відбувається наступним чином: над ковшем, заповненим розплавленою сталлю, ставлять камеру. За допомогою pomp у камері створюється вакуум, як і в попередньому способі. Під дією атмосферного тиску розплав через патрубок, який з'єднує камеру з ковшем, виштовхується в камеру, де й проходить дегазацію. Потім камеру піднімають і порція дегазованого розплаву повертається в ківш, а камера займає попереднє положення, і так по чергово.

З усіх інертних газів аргон у металургії найчастіше використовується для видування розплавленої сталі. Перемішуючи розплав, аргон прискорює хімічні реакції і сприяє видаленню газів та неметалевих включень з розплаву на поверхню. Бульбашки аргону в розплаві завжди рухаються знизу вгору. Кисень і водень проникають через бульбашки аргону і разом досягають поверхні розплаву, а потім викидаються в атмосферу.

На очищення 1 тони сталі витрачається 1 м³ аргону. Звичайно, собівартість сталі збільшується, але якість підвищиться. Вміст кисню в сталі після обробки аргonom знижується в 1,5 рази.

Шляхи продування розплаву різні: через фурми, вставлені в розплав, або через шпарувате днище чи збоку.

Очищення сталі синтетичними флюсами. Флюси виплавляють в електричних печах, основними складниками яких є CaO (55%) і AlO (40%), решта SiO, MgO і FeO. Флюси нагрівають до температури (1650–1700)° C та виливають у ківш, який підставляють до сталелеварного агрегату. Сталь потужним струменем виливається у ківш, де перемішується із флюсами. Компоненти флюсу взаємодіють з наявними в сталі домішками, і утворені продукти реакції спливають на поверхню розплаву. Цей спосіб очищення розплавленого металу зменшує вміст сірки в сталі вдвічі та скорочує час виробництва сталі. Таким чином, час варіння сталі в дуговій печі скорочується на (30–50) хвилин, що призводить до економії енергії та зниження собівартості сталі.

3. Електрошлаковим способом рафінують мартенівську сталь і сталі, що отримані в електропечах. Зміст цього способу передбачає, що зі сталі, яку треба очистити від домішок виготовляють вальцюванням або литтям електроду, який закріплюють в електротримачі над охолоджуваним водою кристалізатором. До початку процесу на дно кристалізатора кладуть затравку, насипають шар флюсів (99% CaF, решта Al і кальцієва селітра) і вмикають струм. Між електродом і затравкою виникає електрична дуга, і тепло розплавляє флюс. Коли розплавлений флюс досягає певної товщини, дуга гасне. Струм, що протікає через флюс, нагріває його до температури 2000° C. Розігрітий шар флюсу плавить сталевий електрод. Розплавлена сталь проходить через шар флюсів для видалення домішок і потрапляє в охолоджуваний водою кристалізатор, де з неї формують виливки круглої, квадратної або іншої форми. Вага вилівки може досягати 110 тон. Шар шлаку, що утворився в процесі очищення сталі, захищає очищений метал від окислення. Одночасно переплавляються кілька електродів.

Отримані виливки не мають дефектів ліквіації, мають гладкі поверхні, однорідні і щільну мікроструктуру, високу якість. Вміст кисню у виливку зменшується в (1,5–2) рази, а сірки – в (2–3) рази. Зменшується вміст неметалевих включень. Очищена сталь

використовується для виготовлення турбінних лопастей, валків, компресорів тощо.

Для очищення сталі від газів і неметалевих включень сталь переплавляють у вакуумно-дугових печах, що працюють на постійному струмі.

Електроди виготовляють зі сталі, виплавленої в мартенівських печах. Електрод, який кріплять до охолоджуваного водою штока, виконує роль катода, анодом є затравка, а потім очищений виливок, який перебуває в тиглі, охолоджується водою. Між катодом і анодом виникає електрична дуга. Електрод розплавляється і краплями стікає у тигель з розплавом, де застигає у вигляді вилівка. Оскільки піч вакуумована, то гази та неметалеві включення виводяться з розплаву.

Термін використання виробів, виготовлених з очищеної цим способом сталі, збільшується в (1,5–2,5) рази. Корозостійкість сталі розміщеної у водному розчині (3% NaCl) збільшується вдвічі. Покращується структура вилівки.

Розливання сталі – це дуже відповідальний момент у виробництві.

Готову сталь випускають із сталеварних агрегатів в розливний ківш, звідки вона розливається у виливниці або проміжні ковші машини безперервного розливу. Ковші облицьовуються вогнетривкою цеглою. Кожен ківш має отвір у дні, через який сталь надходить до виливниць або на розливні машини. Ківш має діаметр приблизно 5,5 метрів і висоту приблизно 6 метрів і може вмістити до 400 тонн сталі.

Виливницями називають чавунні форми, у яких розплавлена сталь або інші сплави чи метали кристалізуються в певну форму. Продукція, отримана шляхом розливання називається вилівками.

Поперечний переріз виливниць може бути квадратним, прямокутним або круглим. Квадратні вилівки переробляють на пластини, а круглі – на труби, колеса тощо. Вага вилівка може становити від 7 до 300 тонн. Заповнювати розплавленим металом виливниці можна двома способами: зверху або знизу (за допомогою сифона). Звідси і походить назва способу розливу.

1. Розливання зверху. При цьому способі розливання виливницю заповнюють розплавом з ковша. Кожна виливниця заповнюється окремо. Коли сталь застигає, її об'єм зменшується

приблизно на 6%, що сприяє утворенню западин. Для зменшення глибини западини верхню частину виливниці утеплюють. Цей спосіб широко використовують для отримання великих виливків. Незважаючи на те, що цей спосіб простий і немає втрат металу на заповнення ливника, він є малопродуктивним і низько якісним.

2. Розливання знизу (сифонне). При цьому способі розливання одночасно заповнюють розплавом (4–60) виливниць. Виливниці встановлюють на піддон, у центрі якого розміщено ливник у вигляді труби, виготовленої з вогнетривів. Ливник з'єднаний із виливницями за допомогою каналів. Розплав із ковша подають до центрального ливника і знизу він поступово заповнює виливниці.

Таким способом отримують виливки малих та середніх розмірів. Продуктивність цього способу значно вища ніж попереднього, а також краща якість поверхні виливків. Однак він має такі недоліки: важко з'єднати виливниці та ливники; існують великі втрати металу пов'язані із заповнення ливника; існує можливість забруднення сталі неметалевими включеннями у ливнику та каналах.

Безперервне розливання сталі впроваджено у виробництво порівняно недавно. Це перспективний спосіб і, ймовірно, стане основним способом розливання всіх металів і сплавів у майбутньому.

В даний час по всьому світу працюють сотні установок безперервного лиття, які називаються **машинами безперервного лиття заготовок** (МБЛ). Відомі різні типи МБЛЗ, але найбільш поширеними є горизонтальні та вертикальні.

Схема МБЛЗ вертикального типу. Розплавлена сталь з ковша надходить до проміжного ковша, а звідси – до кристалізатора, який охолоджується водою.

На початку розливання днищем кристалізатора є затравка, виготовлена з такого самого металу чи сплаву, який розливають. Затравка має форму «ластівчиного хвоста». У наслідок інтенсивного охолодження біля стінок кристалізатора утворюється тверда оболонка, у середині якої перебуває розплав. Виливок рухається вниз, потрапляє до зони вторинного охолодження за допомогою бризкалок, де відбувається повна кристалізація виливка. У міру того,

як вилівок виходить із кристалізатора, його місце займає розплав, який безперервним потоком надходить із проміжного ковша.

Швидкість заливання розплаву співмірна швидкості витягання вилівка з кристалізатора і становить (0,5–10) м/хв (для розливання сталі). Після проходження тягових роликів вилівок нарізають на необхідну довжину ацетиленово-кисневим різакком. Відрізок вилівка направляють на обробку (прокатку, кування, вальцювання тощо).

Вилівки, отримані на машинах безперервного розливання, мають гладкі поверхні та дрібну кристалічну структуру. Для їх отримання не потрібні вилівниці, а для оброблення вилівок – великі вальцівні. Продуктивність таких машин велика. Однопотокова машина за 1 годину розливає (100–150) тонн сталі. Ці машини можуть бути як однопотоковими, так і багатопотоковими (до 8-ми потоків).

Недоліком МБЛЗ вертикального типу є їх висота. Тому останнім часом у вжиток увійшли горизонтальні машини. Ці машини мають вигнутий кристалізатор. Вилівки, що виходять з кристалізатора, вирівнюють на вальцях. Коштують такі машини значно дешевше за вертикальні, але витягувати вилівки при поломці машини складно.

На МБЛЗ виготовляють сортові заготовки з розміром сторони (60–150) мм, круглі заготовки діаметром (60–330) мм та труби.

При розливці металів і сплавів за допомогою МБЛЗ використовується вакуум, що підвищує вихід придатного металу, знижує витрати енергії та покращує якість вилівок.

Технологія чавуну. Виробництво чавуну є найважливішою галуззю промисловості України.

Відомо, що продаж металу є і залишається основною статтею експорту нашої країни. З чавуну відливають корпуси електродвигунів, шестерні, циліндри, плити, станини верстатів, супорти, деталі швейних, друкарських, лічильних, сільськогосподарських, текстильних та інших машин.

Сплави заліза, що містять більше 2,14% вуглецю, називаються **чавунами**.

Чавуни виробляють у доменних печах шляхом розплавлення шихти, яка містить залізну руду, паливо та флюси, з використанням гарячого повітря. З руди відновлюється залізо та з'єднується з вуглецем та іншими елементами (рис. 6.19).

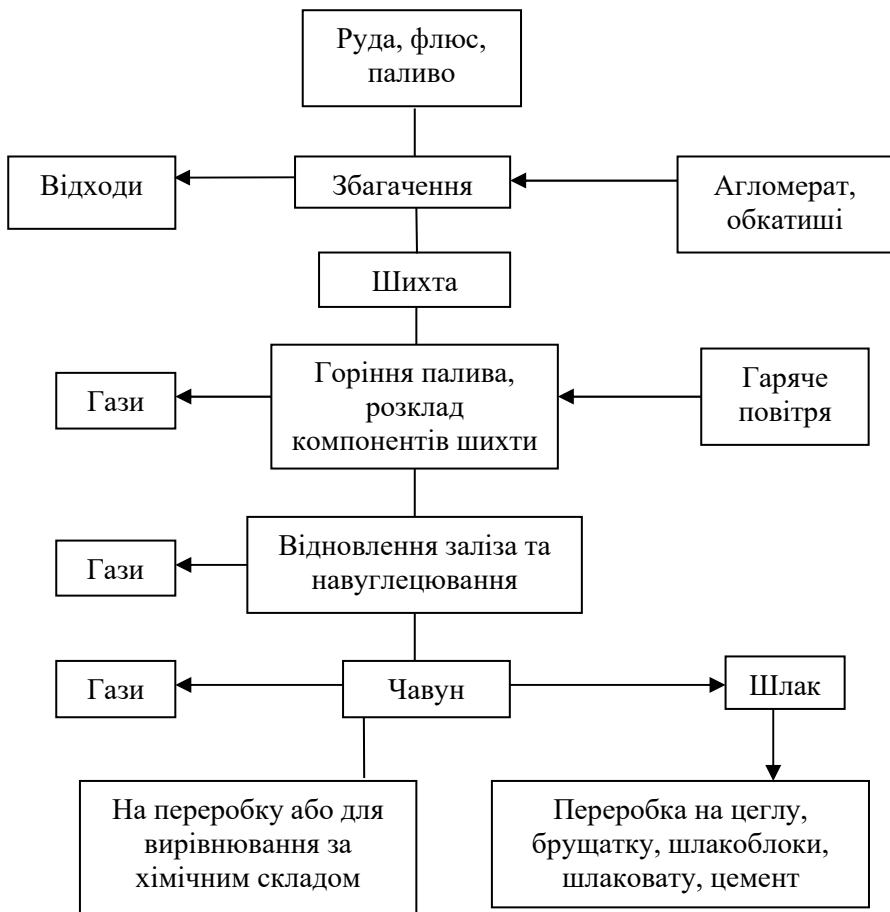


Рис. 6.19. Схема технологічного процесу виплавки чавуну

Мінеральні утворення, що складаються із сполук одного або кількох металів, які економічно вигідно добувати промисловим способом, називають **рудами**. Основною залізною рудою є магнітний залізняк (магнетит) Fe_3O_4 , червоний залізняк (гематит) Fe_2O_3 , бурий залізняк $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ або шпатовий залізняк (сидерит) $FeCO_3$.

Розрізняють багаті і бідні руди (залежно від кількості компонентів руди), а також легковидобувні і важковидобувні руди.

Відновлення руд залежить від густини і хімічного складу мінералів. Руди із крихкою дірчастою структурою належать до легковідновлювальних. Щільні ж руди належать до важковідновлювальних. Такі елементи, як фосфор, сірка і арсен, ускладнюють обробку і забруднюють метали [14].

Металургійне виробництво використовує тверде, рідке та газоподібне паливо, таке як вугілля та деревне вугілля, кокс та торф, нафта та мазут. Газоподібне паливо – це різноманітні горючі гази: оксид вуглецю, генераторний, природний, коксувальний, гази що утворюються внаслідок підземної газифікації вугілля, тощо. Для доменних печей паливом є кокс – продукт сухої перегонки кам'яного вугілля, доменний, коксовий та природний газ, а також деревне вугілля.

Флюси – це матеріали, які взаємодіючи з пустою породою та золюю утворюючи з ними легкоплавкі комплексні сполуки (шлаки). За хімічним складом флюси поділяють на основні та кислі. Основні флюси включають вапняк, доломіт і основні мартенівські шлак.

До кислих флюсів належать: кварц, пісковик, бідні залізні руди з піщано-глинистою породою та інші речовини, що містять кремнезем.

Для стабілізації доменного процесу перед плавкою руди флюс і кокс проходять попередню обробку. Процеси включають сортування за хімічним складом (змішування та усереднення руд з різним хімічним складом), роздрібнюють, збагачують, випалюють, сортують за розміром, брикетують або агломерують, обкочують.

Найбільш ефективною сировиною в доменному процесі є агломерат і обкатиші.

Агломерація – це процес спікання дрібної фракції руди, рудного пилу, тонкодисперсного коксу та вапняку. Цей спечений матеріал називається **офлюсованим агломератом**. Виробництво чавуну з використанням агломератів підвищує продуктивність печі на 12% і зменшує витрату коксу на (3–5)%. Обкатиші відрізняються від агломерату сферичною формою, підвищеною механічною міцністю, підвищеним вмістом заліза.

Характеристика, хімічний склад і класифікація чавуну

Продукт доменного виробництва чавуну – залізовуглецевий сплав, що складається з заліза (до 92%) і вуглецю (2,14–5%), домішок кремнію – до 4,3%, манганіту – до 2%, сірки – до 0,07%,

фосфору – до 1,2%. Від механічних властивостей залізовуглецевого сплаву і стану вуглецю залежить хімічний склад і призначення чавуну. У машинобудуванні використовують чавун з певним вмістом вуглецю. Вуглець може бути у зв'язаному стані утворювати цементит, що сприяє появі особливих механічних властивостей, а в зламі має характерний білий колір.

Якщо злам має сірий колір, то вуглець у ньому присутній у вільному стані у вигляді кулястих або пластинчастих домішок графіту, які забезпечують певні ливарні та механічні властивості. В залежності від вмісту, розмірів і розміщення графітових включень чавуну бувають звичайні, високоміцні, ковкі тощо.

Залежно від кольору поверхні зламу чавун буває білого або сірого кольору, а за призначенням поділяються на переробні, ливарні і спеціальні (домнові феросплави – дзеркальний чавун, феросиліцій та фероманган).

Чавун, який в основному переробляється на сталь, називається **переробним**. Розрізняють наступні його марки: П1, П2 – для сталеплавильного і ПЛ1, ПЛ2 – для ливарного виробництва, ПФ1, ПФ2, ПФ3 (фосфористий), ПВК1, ПВК2, ПВК3 (високоякісний) із вмістом сірки не більше 0,01% і фосфору не більше 0,015% та наявна незначна масова частка титану, алюмінію і арсену. У переробному чавуні, який виплавлений з руди, що містить мідь, в документах про якість обов'язково вказують густину міді. Переробний чавун марок Р1, Р2, РЛ1 і РЛ2 виробляється з вмістом сірки не більше 0,06%.

З сірого чавуну, який володіє хорошими ливарними властивостями, виготовляють виливки, тому його називають **ливарним**. Залежно від вмісту силіцію і призначення виготовляють чавуни марок Л1–Л6 (ливарний) і ЛР1–ЛР7 (ливарний рафінований магнієм).

Чавун марок від Л1–Л6 виготовляється з вмістом сірки не більше 0,06%. За вимогою споживачів можуть бути забезпечені й інші показники якості різних видів чавунів.

Спеціальні чавуни мають підвищений вміст кремнію або марганцю і використовуються в процесах плавки для розкислення та легування сталей і сплавів. До спеціальних відносяться також хромонікелевий, ванадієвий, ферохромовий, залізофосфористий та інші леговані чавуни.

Хімічний склад чавуну змінюється в залежності від призначення деталі. Вуглець, що входить до складу чавуну, може бути вільним у вигляді частинок графіту, вкрапленнях між частинками заліза, або хімічно зв'язаним у вигляді карбіду заліза (цементиту).

Коли чавун заливають у піщану форму, то його структура набирає вигляду сірого чавуну, а коли вміст кремнію зменшується або вміст марганцю збільшується під час швидкого охолодження (лиття у форму), то формується структура білого чавуну. Білий чавун можна зробити ковким за допомогою спеціальної обробки.

Різновидом білого чавуну є вибілений чавун, який утворюється при швидкому охолодженні виливків. Виливки (вальці прокатних станів, колеса вагонів) з цього чавуну мають твердий поверхневий шар з м'якою основною масою, тобто структура білого чавуна поступово сіріє.

Чавун, що містить спеціальні леговані домішки (нікель, молібден, хром), або звичайні домішки (кремній, марганець) у більшій кількості, ніж звичайний, називається **легованим**. Легуючі компоненти вводяться для отримання виливків з особливими властивостями (підвищеною міцністю, ударною в'язкістю, електричним опором, кислотостійкістю).

За призначенням виливки поділяють на звичайний машинний сірий чавун, ковкий чавун з підвищеною в'язкістю, вибілений чавун з підвищеною поверхневою твердістю, легований чавун з поліпшеними властивостями та модифікований чавун. Чавунні виливки не повинні мати дефектів (раковин, тріщин тощо).

Основними характеристиками чавуну є його рідкотекучість, усадка, схильність до розчинення (неоднорідності), відбілювання, а також здатність до термічної обробки, модифікації, обробки різанням, зварюванням, зміна структури та запобігання утворенню тріщин, раковин тощо.

Рідкотекучість означає здатність рідкого чавуну заповнювати форму. Підвищення температури і збільшення вмісту фосфору покращують текучість чавуну, а надмірна кількість сірки погіршує її.

Усадка – це здатність чавуну зменшуватися в об'ємі під час твердіння. Усадка передбачає утворенням раковин і шпар. Щоб запобігти їх утворенню, застосовують ливарну систему.

Ліквация – неоднорідність хімічного складу виливка. Для усунення або зменшення ліквациї необхідна наявність спеціальних форм, шихтові матеріали та режими виготовлення виливка.

Модифікований чавун (на основі перліту, що містить дрібні окремі вкраплення графіту) отримують шляхом додавання в ківш з рідким чавуном спеціальних модифікаторів (ферросиліцію, силікокальцію та ін.).

Розрізняють чавуни білі, сірі, половинчасті, вибілені, ковкі, антифрикційні, леговані, модифіковані, зносостійкі, жаростійкі, жароміцні, корозійностійкі і ін. Половинчастий чавун (структурно-половинчастий пістрявий чавун) після затвердіння складається з двох компонентів: білого (ледебуритно-карбідно-перлітну) і сірого (перлітно-феритно-графітну).

Антифрикційний чавун – це чавун із низьким коефіцієнтом тертя. За вмістом легуючих елементів чавуни бувають мікролеговані (менше 0,1%), низьколеговані (менше 3%), середньолеговані (3–10%) і високолеговані (більше 10%). Зносостійкий чавун здатний чинити опір зношуванню за різних умов. Жаростійкий (окаліностійкий) чавун витримує руйнування в процесі взаємодії з газами при температурах до 1100° С, стійкий до корозії і не руйнується при хімічних або електрохімічних впливах в корозійних середовищах.

6.4. Машинобудівний комплекс

Машинобудівний комплекс України – це складне, взаємопов'язане, багатопрофільне виробництво, що спеціалізується на випуску машин і устаткування, приладів і обчислювальної техніки, запасних частин до них, технічного оснащення тощо. Особливе місце займає виробництво промислового обладнання. Основними напрямками є хімічна та нафтохімічна промисловість, гірничодобувна промисловість, металургійне машинобудування, авіаційна промисловість, верстатобудування для легкої і харчової промисловості та побутова техніка, сільськогосподарське машинобудування [4].

Машина – це механічний пристрій із скоординованими частинами, що виконують визначені та доцільні рухи для перетворення енергії, матеріалу чи інформації.

Основним призначенням машин є заміщення виробничих функцій людини для полегшення праці та підвищення продуктивності.

Значного поширення набули енергетичні машини (тобто такі, що перетворюють енергію з одного її виду в іншу), такі як електродвигуни, генератори, двигуни внутрішнього згорання, турбіни (парові, газові, водяні тощо).

Будівельні, текстильні та транспортні верстати, обчислювальні машини, машини-автомати називають **робочими машинами**.

Машинобудування – це галузь машинного виробництва. **Машинознавство** – наука про машини (ТММ, металознавство, опір металів, деталі машин, тощо).

Будь-яка машина складається з окремих вузлів і деталей. У той же час такі важливі деталі, як гайки, гвинти, ваги, осі, тощо є стандартизованими та загальними для різних типів машин. Вони можуть виготовлятися на окремих спеціалізованих підприємствах масового виробництва, що дозволяє повністю автоматизувати і механізувати всю технічну лінію їх виробництва.

Окремі частини можуть бути зібрані в вузли з великою кількістю окремих деталей масового загального призначення таких як підшипники, редуктори, помпи, гальма тощо. Вузлами та агрегатами вважаються більш крупні з'єднання деталей та вузлів. Наприклад, двигун є складовою частиною автомобіля, комбайна, літака і виготовляється на окремому спеціалізованому підприємстві (наприклад, «Мотор-Січ») [11].

Це означає, що всі підприємства машинобудування дуже тісно пов'язані технологічними та економічними зв'язками. Робота кожного машинобудівного підприємства сильно залежить від постачальників металопродукції, деталей і вузлів.

Крім внутрішніх галузевих зв'язків, машинобудування пов'язане також з іншими галузями промисловості, які постачають для машинобудування полімери, гуму, тканини, деревину та ін., які використовуються в машинобудуванні як конструкційні та допоміжні матеріали.

Конструкційні матеріали в машинобудуванні. Матеріали, які використовуються для виготовлення деталей і конструкцій машин і механізмів, називають **конструкційними**. Щоб визначити придатність матеріалу для виготовлення тієї чи іншої деталі,

необхідно не тільки знати склад, структуру і властивості цього матеріалу, а й враховувати умови роботи деталі та фактори впливу, такі як, працездатність та надійність деталей і машин, швидкість старіння матеріалів та вплив на них температури, вологості і повітря.

Конструкційні матеріали класифікують за природним походженням, за технологією виготовлення виробів та іншими ознаками. Розрізняють металеві матеріали, неметалеві матеріали та композиційні матеріали.

До металевих матеріалів належать метали та сплави. У технічній галузі терміном метал визначають прості речовини з кристалічною структурою, які мають певні властивості. Вони непрозорі, мають металевий блиск, високу електро- і теплопровідність, міцність, переважно пластичні, піддаються обробці в холодних і гарячих умовах. Виготовляється методом різання, пресування та зварювання.

Сплави – це композиційні матеріали, утворені з декількох металів і неметалів в результаті дифузії або взаємопроникнення частинок.

Чисті метали рідко використовуються в техніці. Майже всі використовувані метали містять спеціально введені домішки. Залежно від основних компонентів метали і сплави поділяють на чорні і кольорові.

До **неметалевих матеріалів** належать: дерево, пластик, гума, ебоніт, графіт, абразиви, фарби та клеї, шкіра, азбест, скло, кераміка, порцеляна, мармур, повсть, текстиль, папір, мастила та інші матеріали. Неметалеві матеріали бувають природними, синтетичними і штучними, а залежно від хімічного складу – органічного і неорганічного походження. Залежно від застосування їх поділяють на конструкційні, футерувальні, прокладні та ущільнювальні, лакофарбові, в'язучі, тощо.

Композиційно-шарові матеріали поєднують неметалеві матеріали з металевими або будь-яким іншими каркасами для надання необхідних фізико-механічних властивостей (надтвердість, термостійкість). Іншими словами, **композиційний матеріал** – це композиція, компоненти якої мають різні властивості і є нерозчинними або погано розчинними одні в одних. За технічними

способами обробки матеріалів їх поділяють на лиття, деформування, агломерування та зварювання.

Матеріали, з яких можна виготовити деталі литтям, називають **ливарними**. Поширеним ливарним матеріалом є чавун та деякі пластмаси.

Матеріали, які мають достатню пластичність, і деталі, які виготовляють під тиском (або деформуванням), називають **деформівними**. З них можна виготовляти деталі куванням, штампуванням, пресуванням тощо. Добре обробляються деформуванням сталі, сплави на мідній основі (крім бронз), алюмінієві деформовані сплави та інші пластичні метали і сплави.

Матеріал, з якого виготовляють деталі методом спікання порошку, називають **спеченим**. Це металеві та мінерально-керамічні матеріали. Оскільки більшість матеріалів мають складні властивості і піддаються обробці литтям, штампуванням, зварюванням і спіканням, тому й застосовують способи обробки, що поєднують лиття, вальцювання, спікання і порошкову металургію. У машинобудуванні використовуються різноманітні конструкційні матеріали. Перш за все, це різні марки сталі.

Використовують також мідь, алюміній та його сплави, чавун, сплави на основі титану, тверді матеріали, антифрикційні сплави, метали високої чистоти, жаростійкі, корозійностійкі, матеріали зі спеціальним тепловими і пружними властивостями, тугоплавкі припої, електропровідні матеріали (провідникові, напівпровідникові, діелектричні, магнітні та немагнітні), пластмаси, кераміка та скло.

Придатність матеріалу визначається його відповідністю технічним вимогам і можливістю впровадження у виробництво. Наприклад, інструментальні матеріали повинні мати високу твердість, міцність, термостійкість, стійкість до спрацювання та чутливість до циклічних температурних коливань тощо.

Тверді матеріали – це, як правило, інструментальні тверді сплави, які виготовляються способами порошкової металургії з карбідів вольфраму, титану, танталу. Вони мають високі твердість і стійкість до спрацювання. До таких матеріалів відносяться мінерало-керамічні та надтверді матеріали.

Жаростійкі сталі чинять опір окисленню при високих температурах. Це сталь, що містить хром, кремній і алюміній (наприклад, сталі марок 4X10C2M, 1X12CЮ, 1X25H25TP). Вироби з

жаростійкої сталі з вмістом хрому (10–13)% витримують температуру від 75° С до 90° С з вмістом хрому (15–17)%, з вмістом хрому 25% – до 1000° С. Ці сталі добре захищені від газової корозії. Як правило, ці сплави використовуються для легких робіт, тому до них вимоги жароміцності не застосовуються.

Під **жароміцністю** розуміють здатність металу зберігати свою міцність при високих температурах. Вони є стійкими до температур (1000–1500)° С і витримують різні навантаження. Жароміцні сталі марок 1Х14Н18В2БР1, Х23М18, 12ХМФ, 15Х12ВНМФ, ХН70МВТЮБ містять нікель, вольфрам, хром, молібден, титан, ніобій і бор. З нього виготовляють клапани двигунів внутрішнього згорання, лопасті парових та газових турбін тощо.

Корозійностійкі сталі – це матеріали, які не піддається корозії. До них відносяться сталі леговані хромом (не менше 12%) і нікелем (наприклад: 12Х13, 12Х18Н10Т, 17Х21ГН5Т).

Тугоплавкі матеріали – це метали з температурою плавлення понад 1700° С. До них відносяться вольфрам, молібден, ніобій, гафній, рутеній, осмій, реній та ін. Деталі з цих матеріалів виготовляються способами порошкової металургії.

У напівпровідникових технологіях використовуються матеріали високої чистоти, що містять до 99,9999% основних компонентів. Це означає, що в цих матеріалах на кожен мільйон атомів основного компонента припадає один атом домішок. До сплавів високої чистоти відносяться також прецизійні сплави.

Сплави з особливими термічними і пружними властивостями – це сплави з малим температурним коефіцієнтом модуля пружності. Сплави, що містять (35–44)% нікелю, мають низький коефіцієнт теплового розширення.

Альтернативою платині є інвар – нікелевий сплав, легований кобальтом та іншими елементами (НЗ6 використовується у виготовленні приладів, деталі яких зберігають габаритні розміри навіть при перепадах температури від (-60...+100)° С. Їх використовують у метрології (штрихові міри довжини), у виготовленні точних годинників (маятників), у виготовленні деталей для геодезичних приладів і термостатів. У криогенній техніці використовують сплави, структура і властивості яких стабільні до температури мінус 269° С.

Сплав 32НҚД містить кобальт і мідь, які частково замістили нікель, тому його температурний коефіцієнт лінійного розширення нижчий, ніж у інвару. Його називають **супершваром**. Елінвар Х8Н36 використовується при виготовленні годинникових пружин та інших деталей приладів, які повинні зберігати сталу пружність у критичному діапазоні температур. Платинуміт Н42 використовується для впаювання електродів в електровакуумні прилади, оскільки його коефіцієнт лінійного розширення близький до коефіцієнта лінійного розширення скла, а отже, платинуміт є альтернативою платині [4].

Сплави, що містять залізо, нікель, хром, титан і алюміній, крім малого коефіцієнта теплового розширення, мають також низький температурний коефіцієнт модуля пружності, вони називаються **елінварами**. Це дуже поширені сплави кольорових металів на основі міді, алюмінію, свинцю та ін. Сплав міді і цинку називають **латунню**. Сплав міді, олова, алюмінію та берилію називається **бронзою**. Сплав міді з цинком і нікелем – **мельхіором**. Сплави на основі алюмінію називають **силумінами** (містять магній, кремній, мідь, титан та ін.). Сплав на основі свинцю і олова з міддю та тибієм (сурма) називається **бабітом** і використовується в підшипниках для зменшення тертя.

До сплавів з особливими пружними властивостями відносяться сплави, що використовуються для виготовлення пружин із заданими пружними властивостями (берилієві бронзи). **Припой** – це сплав, який використовується як добавка при паянні та лудінні. *Припой м'який* – сплав олова і свинцю з температурою плавлення до 400° С. *Твердий припой* – сплав міді і цинку з температурою плавлення 550° С. *Срібний припой* – сплав срібла, міді та цинку.

Електродіодні матеріали – це метали та сплави з високою провідністю (срібло, мідь, алюміній, золото) або високим опором (сплави мідно-манганові, мідно-нікелеві, заліза, нікелю і хрому), а також напівпровідникові матеріали (речовини, провідність яких залежить від температури).

Напівпровідникові матеріали можуть бути простими і складними. **Прості** включають силіцій, германій, селен, телур, фосфор, сірка, арсен, йод. До **складних** відносяться тверді розчини (кремній і германій) і хімічні сполуки (арсенід галію, оксид міді та ін.). Залежно від взаємодії металу з магнітним полем матеріали

поділяють на слабомагнітні та сильномагнітні. До перших належать (алюміній, олово, натрій, платина) і діамантики (срібло, золото, свинець), до інших – феромагнетики, нікель, кобальт і їхні сплави, сплави хрому.

Матеріали, які не проводять електричного струму, – пластмаси, кераміка та скло – належать до *діелектриків*.

Кераміка – це матеріали, отримані шляхом спікання глини, польового шпату, титану, цирконію, ніобію та інших елементів спікання в порошкоподібному стані.

Скло виготовляють шляхом плавлення солей і оксидів різних елементів. Залежно від хімічного складу склоутворювальних оксидів скло буває силікатним (основа – оксид кремнію), боратне (основа – оксид бору), фосфатне (основа – фосфорний ангідрид), борофосфатне тощо.

Основною сировиною для виробництва скла є кремнезем SiO_2 у вигляді піску або кварциту і флюс у вигляді вапняку, соди або сульфату. Для отримання певних технічних властивостей скла у шихту додають спеціальні домішки, такі як окислювачі, відновники, барвники тощо. Тому при виробництві синього скла додають сполуки кобальту, смарагдово-зеленого – оксид хрому (Cr_2O_3), пурпурового – сполуки марганцю, рубінового – оксид міді (II) (Cu_2O). Для отримання легкоплавкого скла з високою ультрафіолетовою прозорістю додають борний ангідрид B_2O_3 та ін.

Сировина плавиться в спеціальній скловарній печі. Ця піч має структуру, схожу на сталеплавильну піч. Листи, труби та інші скляні вироби одержують із звареної скломаси литтям, витягуванням, прокаткою, пресуванням, видуванням. Так, способом відцентрового лиття виготовляють труби великого діаметру, пресуванням – більшість гранованих виробів, ізоляції, бензобаків для автомобілів і тракторів. Скло використовується як прозорий матеріал у освітлювальних лампах, колбах, радіолампах тощо.

Щоб виготовити скловолокно, розплавлене скло пропускають через отвір діаметром приблизно 1 мм і відразу витягують у нитки діаметром від 0,003 до 0,006 мм або (0,009–0,017) мм. Скловолокно має високу міцність на розрив і використовується для виготовлення тканин, стрічок, шлангів, ізоляції та як наповнювач у високоміцних пластмасах і ін.

Скло, що використовується в господарстві та промисловості, називають **промисловим** склом. Його поділяють на *ходове* (вікна, дзеркала, арматура, пляшки, лампи та ліхтарі) та *технічне* (оптичне світлотехнічне, безосколкове та конструкційне. Найбільшого поширення набули кілька груп силікатного скла.

Рідке скло (технічний силікат натрію) використовується як в'язуча речовина для виробництва цементу, шпаклівки, кислото- та вогнестійких сумішей, покриття електродів і обробки спеціальної деревини.

Емаль – це склоутворюючий сплав, який використовується для покриття металевих виробів, надає їм гладку, красиву поверхню та стійкість до корозії. Поверхню керамічних виробів покривають поливою (скляною масою). Вона покращує механічну якість, водото- та газонепроникність, надає виробу гарний блиск.

Антифрикційні (підшипникові) сплави – це матеріали, які використовуються для виготовлення вкладишів підшипників ковзання. Вони повинні мати низький коефіцієнт тертя, неоднорідну структуру, яка б дозволяла утриманню мастила, високу міцність на стиск і зношування, пластичність для притирання тертьових поверхонь і в той же час необхідну твердість, що не викликає сильного зношування, але була б достатньою, щоб не спричиняти деформації.

Кращим антифрикційним сплавом є бабіт. Це сплав на основі олова або свинцю, який використовується для залмвання підшипників та їх вкладишів. Бабітв класифікують на *олов'янисті*, що містять не менше 72% олова, *олов'янисто-свинцеві*, що містять (5–17)% олова і (64–72)% свинцю, *безолов'янисті* (свиневі), що містять не менше 80% свинцю. Бабіти маркуються літерою Б з цифрою, яка вказує на вміст олова в сплаві. Наприклад, Бабіт Б83 складається з 83% олова, (10–12)% стибію і (5,5–6,5)% міді. Він використовується для заливання розплавленого металу в підшипники парових турбін, дизельних двигунів тощо.

До олов'янисто-свинцевистих відносять бабіт Біб, який містить (15–17)% олова, (15–17)% стибію, (1,5–2)% міді, а решта – свинець. Цей сплав використовується в литих підшипниках парових турбін, електродвигунів, прокатних станів, дробарок тощо. Безсвинцеві сплави включають кальцієвий бабіт, який є сплавом, що містить свинцеву основу та невелику кількість домішок кальцію (0,75–1,1)%

і натрію (0,65–0,95)%. Використовується для заливання підшипників.

Залежно від умов експлуатації машини, швидкісних характеристик і температурного режиму застосовують антифрикційні сплави на основі алюмінію, міді, цинку, антифрикційних чавунів, шаруватих металокерамічних сплавів, пластмас, пластифікованої деревини та ін. Алюмінієві антифрикційні сплави використовуються як заміна бабіту і олов'яної бронзи.

Ці сплави можуть бути більш придатними для роботи через їх високі межі міцності та коефіцієнт лінійного розширення. Остання якість є недоліком у роботах, що вимагають точності.

Широко застосовуються сплави, що містять (7,5–9,5)% міді і (1,5–2,5)% кремнію. Застосовують також сплави, що містять нікель (2,5%) і мідь (8%). До антифрикційних сплавів на основі міді відносяться олов'яні, свинцевисті і спеціальні. Вони використовуються у виробництві підшипників для машин, що працюють в умовах високого тиску, швидкості ковзання та температури. Значний інтерес представляють свинцевисті бронзи, які в складі мають свинець (30–60)%, мідь (40–70)%, а в деяких марках 2,5% нікелю. Низький тиск і швидкість дозволяють використовувати сплави на основі цинку, заліза та інших [3].

Вкладиші підшипників заповнюють бабітом і розточують отвір під розмір шипа або шийки, залишаючи, при цьому, шар бабіту товщиною (1–3) мм. Для легких перевезень в двигунах внутрішнього згорання застосовуються тонкостінні вкладиші, відштамповані зі сталевий стрічки. Робоча поверхня покрита тонким шаром антифрикційного сплаву товщиною до 1 мм. Для тонкостінних вкладишів використовується: біметалева стрічка, сталь-бабіт, сталь свинцева, бронза тощо.

Матеріали на основі порошкової металургії. В останні роки широкого застосування набули порошкова металургія або металокерамічне виробництво порошків та металопоібних сполук, напівфабрикатів і виробів з них без плавлення інгредієнтів. Виробництво деталей за допомогою порошкової металургії є економічно вигідним, оскільки дозволяє виготовляти матеріали з особливими властивостями, які неможливо отримати за допомогою інших технологій. Такі деталі мають менший вміст домішок і

точніше відповідають заданому хімічному складу, що призводить до поліпшення механічних властивостей порівняно з деталями, хімічний склад і густина яких такіж самі, але виготовлені шляхом плавлення.

Витрати металу на виготовлення деталей способами порошкової металургії в (3–4) рази є меншими, продуктивність праці підвищується в (2–3) рази, а собівартість продукції знижується в (1,5–2) рази.

Процес виготовлення деталей способом порошкової металургії включає наступні операції: приготування чистих металевих порошоків або сумішей порошоків з необхідним хімічним складом і властивостями; формування (перенесення) шихти необхідної форми, розмірів та інших вимог, що виставляються до заготовок; спікання (термообробка) та остаточна обробка.

Виробництвом порошоків і виробів з них займається порошкова металургія. За допомогою порошкової металургії виробляють нові конструкційні матеріали – **металокераміку**.

В даний час порошкова металургія широко розвинена в багатьох країнах світу. У порівнянні з традиційними способами виготовлення заготовок (різанням, литтям, тиском), відходів практично немає. Так, при виготовленні деталей різанням із заготовок, отриманих литтям, відходи становлять (20–80)%, а в процесі виготовлення деталей способом порошкової металургії – лише 5–10%. При використанні такої технології виготовлення деталей значно скорочується кількість технологічних операцій.

Крім того, можна отримати матеріали та вироби з бажаними властивостями, такими як висока твердість, зносостійкість, термостійкість і стабільні магнітні властивості. Ще одна важлива перевага порошкової металургії полягає в тому, що вона дозволяє отримувати штучні матеріали та вироби, які неможливо виготовити іншими способами. Порівнюючи втулки бронзових валів, виготовлених способом лиття і спікання з порошку, то перевага буде боці спікання. Процес спікання створює шпарини в матеріалі, через які проникає мастило. Тому такі деталі більш довговічні і мають менший коефіцієнт тертя. Ефект їх зростає, якщо до складу шихти додавати графіт або інші мастильні речовини. При заміні мастильних матеріалів у шихті на фрикційні можна отримати матеріали для виготовлення муфт зчеплення, деталей для гальм тощо.

Ефективність порошкової металургії підвищується в умовах масового виробництва продукції. Зі збільшенням обсягу виробництва виробів способом порошкової металургії собівартість таких виробів знижується в порівнянні з вартістю виробів, що отримані литтям.

Порошкова металургія забезпечує: машинобудування – конструкційними, фрикційними і антифрикційними матеріалами; електротехнічну й електронну промисловість – магнітами, катодами, резисторами; інструментальну та добувну промисловість – твердими та надтвердими сплавами; авіаційну та космічну техніку, атомну та металургійну промисловості – хімічними та термостійкими матеріалами, каталізаторами, вогнетривами. Проте більшість продукції порошкової металургії (60–70%) використовується в автомобільній промисловості.

Способи виготовлення порошків. Виробництво порошків є складовою частиною технологічного процесу порошкової металургії. Порошки отримують механічним і фізико-хімічним способами. Цей поділ є умовним.

Механічні способи отримання порошків (подрібнення, помел, розпилення) змінюють розмір і форму частинок. Хімічний склад отриманого продукту залишається незмінним, якщо не брати до уваги забруднення матеріалами обладнання.

Фізико-хімічні способи (відновлення, дисоціація) характеризуються тим, що хімічний склад отриманого порошку істотно відрізняється від складу сировини.

У деяких випадках ці способи виробництва можуть використовуватися в комбінації для підвищення ефективності або покращення властивостей порошку. Тому під час наплення розплавлений метал спочатку гранулюють, а потім відпалюють у середовищі водню. У процесі електролізу утворюються щільні, але крихкі частинки, які потім подрібнюються. У промисловості найбільш широко використовуються способи відновлення оксидів та розпилення.

Способи отримання порошку впливають на форму та розмір частинок, їхні властивості та вартість. Навіть якщо порошки мають однаковий хімічний склад, але отримані різними способами, вони матимуть різні розміри частинок, форму та текучість. Чим порошок дрібніший, тим кількість частинок, що містяться в тому самому

об'ємі, збільшується, а отже, збільшується тертя частинок під час пресування, що призводить до виділення тепла частинок. Вони стають більш пластичними і краще злипаються.

Якщо порошок занадто дрібний, він швидко окислюється і може знизити міцність виробу. Тому вибір способів виготовлення порошку залежить від сировини, способів пресування, способів спікання і навіть призначення одержуваної деталі.

Властивості порошоків. Порошки характеризуються фізико-хімічними і технологічними властивостями. Основні з них регламентуються стандартами та технічними умовами. Технологічні властивості порошку є основними. До них належать об'ємна маса, плинність, а також можливості пресування та формування.

Чим більші частинки і точніша їх форма, тим більша насипна маса порошку. Порошки одного і того ж матеріалу в залежності від способу отримання мають різну насипну масу.

Плинність – це швидкість, з якою порошок проходить через отвір певного діаметру. Ця властивість порошку впливає на рівномірність його заповнення прес-форми і швидкість ущільнення при пресуванні. Чим менший розмір частинок, тим гірша плинність.

Стисливість – це здатність ущільнюватися і формуватися під дією зовнішніх сил.

Формоздатність – здатність виробу зберігати форму після ущільнення під мінімальним тиском.

Усі ці властивості впливають на виріб, який є кінцевим результатом порошкової металургії.

Для пресування виробів шихта складається з порошку і спеціальних речовин (гуми, бензину, парафіну, графіту та ін.). Порошок подрібнюють, очищають, додають спеціальні речовини і все це перемішують.

Приготування шихти є дуже важливою операцією в технологічному процесі, оскільки на поверхні порошку знаходяться оксидні плівки, молекули води, мастила та інші речовини. Вони потрапляють до поверхні порошку під час виробництва та транспортування.

Вміст вищезазначених речовин у порошку в невеликих кількостях негативно впливає як на технологічні, так і на експлуатаційні властивості виробів. Тому вміст оксидів на поверхні порошоків, що використовуються для виготовлення радіодеталей, не

повинен перевищувати 1%, в іншому випадку – деталі будуть мати дефекти. Оксиди хрому, кремнію, алюмінію погіршують пресування порошоків і спікання виробів. Наявність водню, азоту, оксиду вуглецю також підвищує крихкість порошоків, особливо тугоплавких металів. Чим дрібніше подрібнений порошок, тим він має більшу ступінь забруднення. Для запобігання забрудненню порошку його зберігають у щільно закритій ємності, заповненій інертним газом. Це дорогий спосіб зберігання порошку. Тому в більшості випадків порошок перед використанням очищають. Наприклад, проводять видалення в печі з використанням відновної атмосфери. Ця операція не тільки видаляє оксидну плівку порошку, а й покращує його технологічні властивості [13].

Для полегшення формування та спікання продукту, до порошку додають спеціальні речовини. Так, до порошку, з якого отримують тверді сплави, додають розчин каучуку в бензині або парафіні, а до сталевого порошку – веретенне мастило або олеїнову кислоту.

У процесі виготовлення антифрикційних деталей в шихту додають графіт, а в фільтрі використовують карбонат алюмінію або натрію. Під час спікання виробів із шихтових матеріалів, які також містять леткі речовини, виділяється велика кількість газу, що призводить до утворення закритих шпар. Шихтові матеріали змішують у млинах, міксерах тощо.

Порошок небезпечний для здоров'я і може самозайматися. Тому при роботі з порошками слід користуватися респіраторами, а приміщення обладнати вентиляцією.

Вироби, отримані з порошку, називаються **порошківками**. Найбільш поширеними способами формування порошоків є холодне і гаряче пресування, вальцювання та шлікерне лиття.

1. Пресування. Виріб пресують у прес-формі. Зусилля можуть бути прикладені з одного боку або з двох чи більше боків.

Для виготовлення виробів простої форми (втулки, кільця тощо) застосовують **однобічне пресування** (рис. 6.20, а).

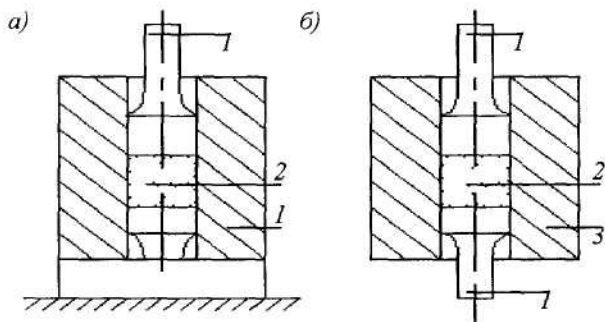


Рис. 6.20. Схема пресування порошків: а – однобічне; б – двобічне

Під дією пуансона 1 порошок 2 ущільнюється, деформується і навіть руйнуються частинки. Вплив сили тертя порошку на стінки прес-форми 3 призводить до того, що прикладена сила розподіляється нерівномірно і спричиняє нерівномірність густини матеріалу та погіршення якісних характеристик продукції. Чим більше відношення висоти виробу до його діаметра, тим буде більша зміна густини матеріалу.

Двобічне пресування (рис. 6.20, б). У процесі двостороннього пресування два пуансони рухаються назустріч один одному. Цим способом пресування одержують вироби з відношенням висоти до діаметра більше 2. В результаті протилежного руху двох пуансонів збільшується рівномірність розподілу щільності частинок порошку по висоті. Для підтримки однакової середньої щільності порошку прикладається зусилля на (30–40)% менше, ніж при однобічному пресуванні. Для отримання виробів складної форми використовують верстати з кількома пуансонами.

Мундштукове пресування застосовують при отриманні виробів, довжина яких значно більша в порівнянні з їх діаметром (стрижні, труби та ін.). Ці вироби виготовляються з порошків, які важко пресувати (наприклад, порошок берилію, вольфраму тощо).

Для збільшення щільності матеріалів у майбутніх виробках використовується передача вібрації порошку через ємність або пуансон. За допомогою вібрацій зусилля, прикладене на пуансоні, можна зменшити в кілька разів.

Гаряче пресування характеризується поєднанням двох процесів: пресування і спікання виробів. Процес нагрівання

порошку до високих температур (майже до температури спікання) підвищує пластичність порошку, тому при пресуванні тиск потрібно створювати значно нижчий ніж звичайно. Гарячим пресуванням можна отримати вироби з порошків, які важко пресуються. Це порошки жароміцних матеріалів, твердих сплавових сполук, чистих тугоплавких металів (вольфрам, молібден).

2. Вальцювання. Такий спосіб отримання порошку є економічно доцільним. Виріб виготовляється способом безперервного формування та спікання. Таким чином виходять стрічки і прутки. Вальцювання можна робити як у вертикальному, так і горизонтально напрямках.

У процесі вальцювання у вертикальному і горизонтальному напрямках порошок із бункера безперервно надходить у зазор між валками. Під час обертання валків порошок пресується і витягується в стрічку або лист постійної товщини. Бункери з одним або декількома відділеннями дозволяють отримати двошарові або багат шарові вироби (стрічки, листи) з різних за складом матеріалів.

В даний час прокаткою отримують листи товщиною від 0,025 до 3 мм і шириною до 300 мм, прутки різного профілю.

3. Шлікерне лиття. Використовується для виготовлення виробів складної форми (наприклад, турбінних лопатей) з крихких і твердих порошків (таких як карбіди, силіциди, нітриди тощо).

Шлікер – це суспензія порошку та рідини, яка заливається в гіпсову або керамічну форму.

Рідина з шлікеру виходить через щілину між формами, а в середині створюється виріб. Коли висушений продукт виймають з форми, форма руйнується. Після остаточного висихання виріб спікають.

Вироби, які отримані з порошків, мають низьку міцність. Для надання великої міцності та твердості, їх спікають.

Спікання виробів. Спіканням називають відпалювання виробів при температурі, що становить (0,7–0,8) температури плавлення основних компонентів шихти.

Час спікання становить від 1 до 2 годин. Під час спікання всередині продукту відбуваються складні фізико-хімічні процеси (рекристалізація, дифузія, відновлення оксидів, зняття залишкових напружень), що покращує його механічні властивості.

Процес спікання дуже тривалий і потребує багато енергії. Для скорочення часу спікання використовуються ультразвукові хвилі, магнітні поля тощо. До хімічних факторів, які сприяють процесу спікання, належать окисно-відновні реакції. Важливу роль відіграє склад атмосфери, в якій відбувається спікання. Атмосфера може бути захисною або відновлювальною. Це водень, дисоційований амоніак. Ефективним також є вакуум. Використання вакууму збільшує собівартість виробів. Тому у вакуумі спікають лише вироби з порошків титану, танталу, ніобію та берилію [4].

Спікання відбувається в різних типах печей, які працюють періодично або безперервно. Печі періодичної дії використовують при спіканні невеликих кількостей порошкових виробів. У процесі масового виробництва продукції використовують печі безперервної дії (конвеєрні печі, пресувні печі та ін.).

Викінчування виробів. Порошкові вироби викінчують за потреби. Викінчення складається з таких операцій, як термічна та хімічна термічна обробка, калібрування, різання повторне спікання і ін. У процесі калібрування уточнюють розміри виробу, ущільнюють та полірують їх поверхні.

Різання (точіння, свердління, фрезерування та ін.) застосовують, коли пресуванням не можна отримати виріб потрібної форми і розміру, при нарізуванні внутрішньої або зовнішньої різьби, при свердлінні вузьких і глибоких отворів.

У процесі різання використовують інструменти з твердого сплаву, алмазу тощо.

Термічна і хіміко-термічна обробка порошків проводиться так само, як і для металів і сплавів.

Повторне пресування проводять у випадках, коли при першому пресуванні не можна отримати виріб складної форми.

Композиційні матеріали. Матеріали, основа яких зміцнена армуючими елементами, називають **композиційними**.

Основою композиційних матеріалів називають **матрицю**, яка найчастіше складається з металів (Al, Mg, M, Ti та сплавів на їх основі), полімерів, кераміки та інших матеріалів. Матриця надає виробу певну форму, створює монолітний матеріал, а також передає прикладені до виробу зусилля на армуючі елементи.

Армуючі елементи представляють собою ниткоподібні кристали, волокна, дроти та дрібні порошки. Ці матеріали повинні

мати високу температуру плавлення, низьку густину, високу міцність, низьку розчинність в основі-матриці, хімічну стійкість і не повинні виділяти токсичних речовин у процесі виробництва.

Для зміцнення алюмінію, магнію і сплавів на їх основі, використовують борові та вуглецеві волокна, а також волокна з трудноплавких сполук (карбідів, нітридів, боридів, оксидів), які мають високу міцність та пружність.

Часто замість волокон для армування використовують дрід з міцної сталі. Жаростійкість нікелевих сплавів можна підвищити, армуючи їх молібденовим або вольфрамовим дротом. Металеві дроти також застосовуються, коли потрібна висока тепло- і електропровідність.

Композитні матеріали на металевій основі мають відмінну міцність і термостійкість. Волокна в композитах зменшують швидкість поширення тріщин, що спричинені матрицею.

Зміцнення дрібними частинками. Композити зміцнені дрібними частинками називають **порошково-зміцненими**. Їх виготовляють з порошкових матеріалів за технологією порошкової металургії. Прикладом таких матеріалів є спечені алюмінієві порошки (САП).

Вони складаються з порошоків алюмінію та оксиду алюмінію в різних пропорціях.

Технологія виготовлення виробів з волокнистих полімерних композитів полягає в підготовці полімерної основи та армуючих волокон і з'єднанні волокон з основою для отримання напівфабрикату; термічної обробки, ущільнення, гартування, способів виготовлення виробів та контролю їх якості.

Полімер-основа може бути твердим або у формі розплаву. Якщо основний полімер знаходиться в розплавленому стані, то волокна занурюють у полімер; а якщо основний полімер знаходиться в твердому стані, то полімер розпилюють на волокна. Існують і інші способи поєднання волокон з основою. Після цих операцій отриману композицію нагрівають для випаровування розчинника і переходять до наступної операції.

Композитний матеріал на основі кераміки. Технологічний прогрес вимагає надзвичайно міцних і термостійких конструкційних матеріалів. У більшості випадків металеві композити не мають достатньої питомої міцності, а полімерні композити втрачають

міцність при нагріванні до високих температур. Пошуки матеріалів, що відповідають вимогам сучасної техніки, привернули увагу вчених до кераміки.

Керамічні матеріали мають високі температури плавлення, низьку щільність, хорошу міцність при випробуванні на стиск, стійкість до дії агресивних середовищ, особливо окислювальних тощо. Крім того, природа має великі запаси сировини для їх виробництва. Однак вони не позбавлені недоліків: мають недостатню міцність на розрив, згин і циклічне навантаження, дуже крихкі тощо.

Введення в кераміку армуючих волокон дозволяє усунути зазначені недоліки та створити композиційні матеріали, що функціонують навіть в окиснюючих середовищах до 2000° С.

Кераміку армують металами, вуглецевими та іншими волокнами. Отримані матеріали називають **керамікокомпозитами**. Керамічні композити отримують в основному порошковою металургією.

В машинобудуванні конструкційні матеріали все більше використовують пластмаси.

Пластмасами (пластичними масами) називають конструкційні матеріали на основі природних або синтетичних великомолекулярних сполук, які після нагрівання та дії зовнішньої сили здатні набувати заданої форми і зберігати її після охолодження та припинення дії сили.

Пластмаси є важливими конструкційними матеріалами, застосовуються вони в машино- та приладобудуванні, електро- та радіотехніці, харчовій та хімічній промисловості, легкій промисловості, будівництві, медицині тощо.

Причина такого широкого використання пластмас полягає в їх властивостях. Вони є легкими, деякі мають відмінну міцність і стійкість до корозії. Пластмаси мають низьку теплопровідність (в 70–200 разів нижчу, ніж сталь) і використовується як ізолятор. Деякі пластики мають відмінну морозо- і жаростійкість. Наприклад, фторпласти можуть витримувати нагрівання за температур від -260 до +260° С [5].

Пластмаси також мають чудові оптичні властивості. Однак пластмаси мають ряд *недоліків*, таких як низьку теплопровідність,

незначну твердість, а також швидко старіють. Пластмасові вироби виготовляють способами лиття та під тиском.

Пластмаси класифікуються за певними властивостями:

1. За складом. Всі пластмаси поділяються на прості і складні. **Прості пластмаси** виготовляються лише з полімерів (наприклад, поліетилену).

Складні пластики складаються з багатьох компонентів. Вони складаються з полімеру-основи і допоміжних речовин, таких як наповнювачі, пластифікатори, барвники тощо. Допоміжні речовини рівномірно розподілені в полімері.

Основою складних пластмас є *полімери*, які й визначають їх основні властивості.

Допоміжні речовини змінюють такі властивості полімер-основи, як щільність, міцність, електропровідність і теплопровідність. Так, наповнювачі підвищують термостійкість і твердість пластмас, зменшують шпаруватість та гігроскопічність, полегшують їх вагу. Вони є дешевшими за полімери, що здешевлює виріб. Вміст наповнювача у пластмасах становить (40–70)% від загальної маси.

Наповнювачі поділяються на:

➤ **порошкові** – деревний порошок, кварцовий порошок, сажа, графіт тощо;

➤ **волокнисті** – скляне, бавовняне та інші волокна;

➤ **листові** – папір, тканини (бавовняні, скляні тощо);

➤ **газові** – азот, амоніак тощо.

Пластифікатори надають полімерам пластичність, водостійкість і морозостійкість. Вони знижують температуру розм'якшення «мопластичної основи» і сприяють формуванню виробів. До складу волокнистих пластмас додають (10–20)% пластифікаторів від загальної маси. Роль пластифікаторів виконують речовини хімічно-інертні відносно інших складників пластмаси (олеїнова кислота, гліцерин, ефіри тощо).

Барвники надають пластмасам забарвлення. Для цього використовуються органічні та мінеральні речовини, які зберігають свій колір як під час формування виробів, так і під час їх використання. У виробництві пластмас використовуються і інші допоміжні речовини.

Типовими прикладами складних пластмас є: гетинакс, основою якого є фенолоформальдегідна смола, а наповнювачем – папір; текстоліт, основою слугує фенолоформальдегідна смола, а наповнювачем – тканина.

2. За реакцією утворення полімерів. За цією ознакою всі пластмаси класифікують на полімеризаційні та поліконденсаційні. Більш важливими є **полімеризаційні** пластмаси, які отримують шляхом полімеризації, під час якої полімери утворюються з молекул мономерів, що містять реакційно-здатні подвійні зв'язки, або спонтанно, або під впливом каталізаторів чи багатого на енергію випромінювання. Процес полімеризації відбувається без виділення побічних продуктів. Серед цих пластмас найбільш широко використовуються (і тому найбільше виробляються) поліетилен, полістирол, фторполімери, поліакрилати тощо.

Поліетилен – тверда, біла, масляниста речовина, яку переробляють у вироби за допомогою таких способів: екструзією (витискуванням), литтям під тиском, пресуванням, зварюванням та різанням. Завдяки чудовим діелектричним властивостям поліетилену він широко використовується у виробництві ізоляції кабелів і в якості компонентів радіо-, телевізійної та телеграфної апаратури.

Оскільки, поліетилен володіє водонепроникністю та хімічною стійкістю (витримує дію соляної, сірчаної, азотної кислот, лужних розчинів і багатьох органічних розчинників при температурах до 60°C), то з нього виготовляють хімічне обладнання, плівки для консервування харчових продуктів тощо.

Поліетилен стійкий на повітрі при температурі від +60 до -60° С, але коли він нагрівається до 300° С, то розплавляється і перетворюється на газ.

Полістирол водостійкий, має добрі діелектричні властивості, хімічно інертний. Під час витримування у воді протягом 300 год. він вбирає лише 0,05% вологи. Полістирол прозорий, л світло- і морозостійкий. З нього виготовляють комплектуючі для радіоприймачів та електрообладнання, а також лабораторний посуд. Продукція виготовляється способом лиття під тиском і екструзією.

Недоліком полістиролу є його низька термостійкість.

Фторопласти – це похідні етилену $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, в якому всі атоми водню замінені на галогени (хлор або фтор). При заміні

водню фтором утворюється сполука під назвою **тетрафторетилен**. Полімеризуючи тетрафторетилен, отримують політетрафторетилен.

У техніці політетрафторетилен називають **фторопласт-4**. Це білий порошок, який не розм'якшується при нагріванні, а спікається при температурі 327° С, перетворюючись із кристалічного стану в аморфний. При подальшому нагріванні він залишається твердим до 415° С, після чого розкладається. Фторопласт-4 не змочується водою, має хороші діелектричні властивості, а за хімічною стійкістю навіть перевищує дорогоцінні метали.

Вироби з порошку фторопласту-4 виготовляються способами холодного пресування та вальцювання з подальшим спікання при температурі приблизно 375° С. Деталі з фторопласту-4 піддаються легкому склеюванню та зварюванню. З нього виготовляють деталі електротехнічного, радіотехнічного, хімічного обладнання, а також ізолюють високочастотні кабелі, які працюють при високих температурах.

Фторопласти тепло-, морозо- та хімічно стійкі, мають відмінні діелектричні властивості. Незважаючи на значну собівартість їх широко використовують в ракето-, літако- та суднобудуванні, хімічному машинобудуванні, приладобудуванні, для захисту металевих виробів від корозії тощо.

Поліакрилати. До цієї групи пластмас відносяться полімери на основі акрилової кислоти та її похідних. Найбільш широкого значення набув поліметилметакрилат (органічне скло).

Мастила та допоміжні матеріали. Мастила містять речовини, що зменшують тертя і захищають метали від корозії. Мастила можуть бути рідкими, твердими або в'язкими. Рідкі мастила (оливи) бувають мінерального, рослинного або тваринного походження. Найбільш поширеною є *мінеральна олива*, яка являє собою продукт, видобутий з нафти або кам'яного вугілля (вазеліноа, машинна, циліндрова оливи).

Рослинні оливи – бавовняна, рицинова, лляна, рапсова. До тваринних жирів відносяться риб'ячий, тюленийчий, китовий та сало різних тварин. Ці оливи мають низьку в'язкість і найкращу маслянистість, тому їх використовують у вигляді суміші мінеральних олів з тваринними і рослинними маслами.

Рідкі мастила використовуються для деталей, що працюють на високих швидкостях. Крім рідин використовуються також тверді

мастила, які являють собою суміш мінеральних олив та мила (солідол, тавот, технічний вазелін та ін.). **Мазь** являє собою суміш мінеральних олив з невеликим додаванням масел тваринного та рослинного походження, що згущені кальцієвими (консталіни) або натрієвими (солідоли) милами

Консистентні мастила крім мила можуть містити наповнювачі, (графіт, тальк, слюда). До них належать консерваційне мастило, технічний вазелін УН (універсальне низькоплавке мастило), приладне мастило АФ-70 (мастило УНМА).

Вид мастила вибирають залежно від умов роботи, виду тертя, конструкції деталей, що труться, навантаження, нагріву і матеріалу деталей, що піддаються тертю. Наприклад, індустриальні мастила використовують для змащування верстатів та механізмів; моторні – двигунів внутрішнього згорання стаціонарного типу; турбінні – підшипників турбін; авіаційні – авіаційних двигунів; суднові – ходових частин суден; циліндрові – парових машин; мастильний мазут, напівгудрон, гудрон – букс вагонів та інших механізмів. До основних характеристик рідких мінеральних олив відносять в'язкість, температуру спалаху і застигання, стабільність, вміст домішок [5].

Мінеральна олива має різну в'язкість: рідка – (17–22) Па·с, густа – (60–75) Па·с. Це також стосується температур спалаху та затвердіння, пояснюючи їх поширення.

В'язкість оливи – це властивість, завдяки якій один шар чинить опір руху відносно іншого. Температура, при якій масляні пари вивільняються і утворюють з навколишнім повітрям горючу суміш, називається **температурою спалаху**.

Температура застигання – це температура, при якій олива стає нерухомою. Здатність оливи протистояти окисленню в гарячому повітрі називається **стабільністю оливи**. Вміст механічних та інших домішок визначають у відсотках, чим менше їх в оливі, тим вища її якість. *Основними властивостями консистенційних мастильних матеріалів* є проникаюча здатність, температура краплепадіння, корозійний ефект і вміст домішок.

Пенетрація – це число сотих часток сантиметра, занурювання в мастило певної температури градуйованого конуса протягом 5 секунд.

Температура краплепадіння – це температура, при якій з’являється перша крапля мастила при його нагріванні за певних умов.

Корозійна дія мастильних матеріалів – це вплив нагрітої оливи на зразок металу, що знаходиться в мастильному матеріалі протягом певного часу. Корозійна дія мастила визначається втратою маси зразка.

Пароніт – прокладний матеріал для металевих з’єднань, що працює при температурах від 400° С до 450° С у воді, парі та нафтопродуктах. **Пароніт** являє собою суміш азбесту, каучуку і наповнювача. Суміш з азбесту, сурику, графіту, гуми та оксиду заліза називається *клінгеритом*. Використовується як прокладний матеріал, який витримує нагрівання до 180° С.

Азбест (гірський льон) – речовина мінерального походження з волокнистою структурою, використовується як вогнетривкий матеріал у вигляді прокладок, ущільнювальної жаростійкої речовини та як компонент, який входить у структуру прокладних жаростійких матеріалів.

Широко використовуються прокладочні матеріали для звукоізоляції та теплоізоляції. Наприклад, повсть є одним з кращих звукоізоляційних матеріалів (використовується для прокладок, сальників, фільтрів очищення масла, полірування коліс тощо, застосовується також як ізолятор при виготовленні прокладок, які захищають підшипники від пилу).

Повсть виготовляють з низькоякісної вовни з додаванням рослинних волокон і клейстеру. Повсть має об’ємну масу 320 г/см³ і коефіцієнт теплопровідності 0,06 Вт/(м·К). Як прокладний матеріал використовують гумові, свинцеві та мідні пластини, а для ущільнення трубопроводів і різьбових з’єднань – конопляні та лляні волокна, ущільнювачі з гуми та гумових тканин, манжети, кільця з гумових та бавовняних тканин тощо.

6.5. Хімічна промисловість

Хімічна промисловість є галуззю важкої промисловості до якої належить продукція пластмас і хімічних композитів, мінеральних добрив, штучних і синтетичних волокон та текстилю, органічних та неорганічних хімікатів, гербіцидів, хімікатів для консервування харчових продуктів, фотоплівки та пакувальні

реагенти, штучна гума, мийні та дезінфікуючі засоби, бойові отруйні речовини та деякі експозити. Вона виробляє понад 20 тис. найменувань промислової продукції, у тому числі пластичні маси та штучні волокна, мінеральні добрива, побутову хімію, кіно- та фотоматеріали, магнітні носії інформації, гумові вироби, смоли, лакофарбові вироби, фармацевтичні вироби, ядерне паливо і ін.

Виробництво цієї продукції базується на власній та імпортованій сировині. Серед найпотужніших за обсягами виробництва багато підприємств, що виробляють азотну кислоту, сірчану кислоту, а також лугів, які є в свою чергу є сировиною для інших виробів добрив, речовин для знешкодження бур'янів, комах, які пошкоджують зерно, овочі, фрукти, кущі, дерева і ін.

Хімічна промисловість має дуже складну галузеву структуру, що охоплює приблизно 200 взаємопов'язаних виробництв з широким асортиментом продукції. Ці виробництва поділяються на три великі групи галузей.

Неорганічна хімія в основному виробляє напівфабрикати, які використовуються в інших галузях (виняток: мінеральні добрива).

Органічна хімія включає виробництво сировини, органічних напівфабрикатів, синтетичних матеріалів. Основна сировина – нафтові вуглеводні, природний і супутній газ, вуглеводневі сполуки (отримані з вугілля).

Сировинну базу неорганічної хімії в основному утворюють гірничо-хімічна промисловість. При розміщенні галузей хімічної промисловості найбільше значення мають сировинний, паливно-енергетичний і споживчий фактори. Сировина має вирішальне значення.

Хімічна промисловість використовує більше води, ніж будь-яка інша промисловість. Для виробництва однієї тони синтетичного волокна потрібно в 25 разів більше води, ніж для виплавки однієї тони чавуну, і в 10 разів більше води, ніж для плавлення міді.

Основа виробничого потенціалу України становить хімічна промисловість. Проте в Україні ця галузь не має потужної сировинної бази, окрім магнієвої та калійної солей, кухонної солі та самородної сірки. Україна повністю залежить від імпорту каучуку, а також (50–60)% від синтетичних волокон, пластмас і мінеральних добрив.

Хімічна промисловість України виробляє понад 1000 видів продукції. До її складу входить понад 100 підприємств у таких галузях, як гірничодобувна та хімічна промисловість, коксохімічна промисловість, синтетичні волокна, синтетичні волокна та пластмаси, а також фарби та синтетичні барвники. Найважливішими є гірничо-хімічна та основна хімія.

Основна функція гірничо-хімічної промисловості полягає у видобутку такої сировини, як сірка, фосфати та карбонати.

В Україні існує багатогалузева хімія і нафтохімія.

Найбільшими галузями промисловості є виробництво основної хімії (49% від загального обсягу товарної продукції галузі), виробництво лакофарбових матеріалів (6%), виробництво пластмасових виробів, скловолокнистого лиття (5%), шин (10%), гумоазбесту – (7%) та багато інших. В Україні виробляється багато видів хімічної продукції. У хімічній і нафтохімічній промисловості важливу роль відіграє виробництво мінеральних добрив [2].

У структурі виробництва мінеральних добрив основне місце посідає виробництво азотних добрив, яке територіально тяжіє до центрів коксохімічного виробництва та переробки природного газу.

Широко застосовуються в хімічній промисловості кислоти. Найбільшого поширення набула сірчана кислота, сировиною для її виробництва є природна сірка (приблизно 1 млн кг на рік), яку видобувають у західній частині країни. Через погану транспортабельність сірчану кислоту виробляють в основному в зоні її споживання. Оскільки, найбільшими споживачами цього хімічного продукту є підприємства, які виробляють фосфорні добрива, тому основними місцями виробництва цих добрив також є виробництва сірчаної кислоти (Суми, Вінниця, Одеса, Костянтинівка).

Виробництво пластичних мас. Пластмасами – це матеріали на основі синтетичних або природних високомолекулярних сполук (гіполімерів), які утворюються під дією тепла і тиску і здатні при охолодженні зберігати набуту раніше форму. Пластмаси є найважливішими конструкційними матеріалами і широко використовуються в економіці, у тому числі у всіх галузях машинобудування та приладобудування, будівництва, побуту тощо.

Властивості пластмас дуже різноманітні, вони володіють високою міцністю та струмопровідністю; бувають напівпровідникові, магнітні, фрикційні та антифрикційні тощо. У

деяких випадках ці матеріали використовуються замість металу, але зазвичай вони дорожчі. Крім того, багато пластмас унікальні за своїми властивостями. В останні роки виробництво пластмас стрімко розвивається.

Полімери. Синтетичні матеріали – це речовини, що отримані шляхом синтезу (поєднання) простих органічних і неорганічних речовин. Вихідними матеріалами для пластмас є переважно прості органічні речовини.

Прикладом такої простої речовини є етилен C_2H_4 ($CH_2 = CH_2$). У результаті полімеризації етилену отримують синтетичний продукт – поліетилен $(-CH_2-)_n$ (полі – від грецького «багато»). Речовина поліетилену складається з великої кількості подібних полімерів.

Макромолекули складаються з великої кількості простих структурних зв'язків, з'єднаних хімічними зв'язками в тому чи іншому порядку. Ці ланцюги утворюють макромолекули. Оскільки кількість ланок у кожній молекулі може сильно відрізнятись, молекулярна маса окремих молекул також може відрізнятись. Ця властивість полімерів називається **полідисперсністю**.

Властивості речовини змінюються залежно від розміру їх молекул. Наприклад, якщо молекула складається з двох елементарних ланок $CH_2 = CH_2$, то речовина являє собою безбарвний газ (етилен). Якщо таких елементарних ланок у молекулі 20, утворюється рідина. Якщо ланок (1500–2000), то вийде пружний гнучкий пластик – поліетилен, з якого виготовляють плівки і м'які труби. При збільшенні числа ланок від 5000 до 6000, то утворюється твердий і жорсткий поліетилен.

Коефіцієнт полімеризації n (число елементарних ланок у молекулі) різних високомолекулярних речовин може складати величину від декількох тисяч до декількох десятків, а іноді і сотень тисяч.

Крім вуглецю і водню в ланцюгах макромолекул інших речовин можуть міститися також атоми таких елементів, як кисень, азот і сірка тощо. Змінюючи склад вихідних матеріалів і порядок чергування атомів у ланцюзі, можна змінити властивості полімерів та отримувати з них еластичні, гнучкі або тверді продукти. Крім складу і коефіцієнта полімеризації полімерів, на їх властивості впливають також особливості будови, тип молекулярних ланцюгів. Іншими словами, такі властивості, як розчинність, пластичність,

здатність до стану в'язкої рідини при нагріванні та адгезивність змінюються залежно від виду полімерного ланцюга.

Різноманітні полімери мають три види різної структури: лінійного ланцюга, розгалуженого ланцюга і сітчасту (просторову) структуру.

Полімери можуть мати кристалічну або аморфну будову. Під кристалічною будовою розуміють рівностороннє розташування ланцюгових молекул усередині полімеру. Аморфна будова додає полімерам хаотичне розташування ланцюгів. Кристалічна будова визначає анізотропію полімерів.

За нагріванням полімери поділяють на три групи: термореактивні, термопластичні та термостабільні. Термореактивні полімери переходять у в'язкий рідкий стан при нагріванні, а потім твердіють і стають нерозчинними в результаті хімічної взаємодії при тій же температурі. Термопластичні полімери при нагріванні набувають пластичності, а при охолодженні повертаються в пружно-твердий стан. Термостабільні полімери зберігають свої фізико-механічні властивості навіть при нагріванні до температур піролізу.

За сполукою пластмаси поділяють на *прості* та *композиційні*. **Прості пластмаси** виготовляються лише з одного типу полімеру, наприклад поліетилену або полістиролу. **Композитні пластмаси** – багатокомпонентні; крім полімерів, вони містять наповнювачі, пластифікатори, барвники.

Ннаповнювачі. За сполуками їх поділяють на органічні та неорганічні речовини, а за структурою – на волокнисті та зернисті (іноді порошкоподібні).

У якості наповнювачів для виробництва пластмас використовують деревне борошно, целюлозу, шпон, бавовняні очоси, бавовняні тканини, синтетичні тканини, органічні наповнювачі; скловолокна, азбестові волокна і тканини, склотканини, коротковолокнистий азбест (як порошокві наповнювачі), слюда, каолін, тальк, вапно, кварцове борошно, діатоміт та інші неорганічні наповнювачі.

Наповнювачі в складі пластмас не тільки покращують механічні властивості, але й здешевлюють виріб, оскільки коштують відносно недорого.

Органічні наповнювачі добре проникають в полімери. Волокнисті наповнювачі зміцнюють виріб від розривів і ударних

вигинів. Неорганічні порошкові наповнювачі покращують водостійкість, термостійкість та твердість виробів, зменшують гігроскопічність та шпаруватість.

Пластифікатори. Додавання пластифікатора до термопластичної смоли знижує температуру її розм'якшення, полегшуючи її формування. В якості пластифікаторів найчастіше використовують низькомолекулярні висококиплячі рідини, такі як складні ефіри і хлоровані вуглеводи, тощо. При поглинанні пластифікаторів полімери набухають, при цьому молекулярні шари пластифікатора розташовується навколо ланцюгових макромолекул, послаблюючи зв'язки між полімерами. Цим пояснюється зниження температур розм'якшення і затвердіння полімерів, тобто перехід їх зі склоподібного стану у в'язкий при нагріванні і навпаки при охолодженні.

Переробка полімерів у вироби. З полімерних матеріалів виготовляють усілякі вироби будь-якої форми, а також нитки, плівки, листи, труби та зерна. Специфічні фізико-технологічні властивості полімерів визначають специфічні способи їх переробки в готові вироби і напівфабрикати. Основні способи обробки полімерів включають екструзію, звичайне лиття, лиття під тиском, звичайне пресування, литтєве пресування, вакуумне та пневматичне формування, вальцювання, спінювання, зварювання, гаряче напilenня, а також обробка на верстатах зняттям стружки.

Екструзія. При обробці способом екструзії отримують прутки, труби, листи і плівки одержують переважно з термопластичних полімерів, рідше з термореактивних полімерів. Екструзія передбачає видавлювання полімеру через мундштук з отвором. Перетин отвору визначається формою виробу.

Основні матеріали поліетилену та інших термопластів переробляються способом екструзії. Його також використовують для обробки термореактивних смол та композицій.

Плівки та інші вироби з деяких термопластів (поліетилену, полівінілхлориду, полістиролу, целулоїду та ін.) отримують, видувом труб.

Ємності (сулії, фляги й ін.) виготовляють в різних формах, у яких нагрітий відрізок труби роздувають повітрям.

В якості армуючих наповнювачів найчастіше використовують скловолокно і склотканину, а в якості сполучних – епоксидні, фенольні та насичені поліефірні смоли.

Спінювання. Спінювання полімерів дає коміркові конструкційні матеріали малої об'ємної маси (до $0,05 \text{ г/см}^3$). За своєю будовою вони можуть бути коміркові (пінистими), з несполученими осередками, наповненими газами і шпаруватими, що мають з'єднані шпари, як у губці.

Для спінювання використовують фенолоальдегідні, сечвиноальдегідні смоли, полістирол, поліетилен, полівінілхлорид, ацетат целюлози, натуральний та синтетичний каучук.

Спінені полімери використовуються у виробництві плаваючих виробів, тепло- і електроізоляції, звукопоглинаючих деталей, губок, матеріалів для подушок, пакування меблів та ін.

Існує кілька способів отримання пінопласту. Широко розповсюдженим способом є введення в пластмаси газоутворювачів (порофорів); при нагріванні порфори виділяють газ.

Зварювання. Пластмасове зварювання можливе для усіх термопластів. Для зварювання використовують гаряче повітря ($250\text{--}300^\circ \text{C}$), нагріте електричним струмом або газовим полум'ям, струмом високої частоти або ультразвуком. Поверхню під час зварювання очищають, вирівнюють і стискають (тиск до $0,2\text{--}0,3 \text{ МПа}$). При нагріванні в граничному шарі макромолекули переходять в пластичний стан, набувають рухливості, що сприяє взаємодифузії і зварюванню деталей.

Пластмаси з високими діелектричними властивостями (поліетилен, поліпропілен, поліізобутиленполістирол) не можна зварювати струмом високої частоти. Для зварювання твердого полівінілхлориду (вініпласту) застосовують також нагрівання тертям, а для м'якого (шіастикату) – нагрівання паяльником або гарячою стрічкою тощо.

Поверхневі покриття. Полімери широко використовуються для поверхневих покриттів на метали, дереві, папері та пластику для захисту їх від корозії та ерозії і для прикрас. Покриття поділяють на такі, що висихають при випаровуванні розчинника і полімеризуються, і такі, що окислюються з утворенням плівки на повітрі.

Термопластичні покриття також наносять способом гарячого напilenня, при якому пластик у формі пасти або порошку під тиском повітря пропускають через повітряно-ацетиленове полум'я. Частинки розм'якшеного пластику потрапляють на поверхню, що захищається, покриваючи її суцільним рівним шаром.

Гума та гумові технічні вироби. Гума є важливим конструкційним матеріалом для виробництва технічних виробів. У машинобудуванні гумові вироби застосовуються в рухомих пристроях (шини, приводні паси, конвеєрні стрічки), трубопроводах, що транспортують рідини і гази (напірні та всмоктувальні рукави, з'єднувальні шланги, грубки), опорах, буферах, ізоляції, ущільнювачів (сальники, манжети, прокладкові пластини, кільця) тощо [6].

Найважливішими властивостями гуми є висока еластичність (пружне подовження), яка при розтягуванні досягає (700...800)%, хороша вібростійкість (вібропоглинання), водостійкість, висока хімічна стійкість до кислот і їх розчинів, достатня механічна міцність. Ці властивості досягаються шляхом вулканізації гумової суміші (сирої гуми).

Вихідні матеріали для гумових виробів. Гумові суміші виготовляють на основі каучуку, причому вміст його в різних виробках коливається від 5% до 95%. Суміші також містять пом'якшувачі, вулканізатори, антиоксиданти та барвники.

Каучук. Розрізняють натуральний і синтетичний каучук. Натуральний каучук отримують з молочного соку каучукових рослин. Синтетичний каучук – це речовина, яка за властивостями схожа на натуральний каучук. Його отримують шляхом синтезу органічних речовин. Існують десятки видів промислового синтетичного каучуку, кожен з яких відрізняється за сировиною, способами виробництва, складом та фізико-механічними властивостями. Виробництво синтетичного каучуку складається з двох основних процесів: виробництва каучукогенів (бутадієну, стиролу, хлоропрену, акрилонітрилу, ізобутилену та ін.) і його подальшої полімеризації в гумові вироби [6].

Сировиною для отримання каучуку є нафтопродукти, природний газ, ацетилен, деревина і ін. Під час полімеризації каучукогени з низькомолекулярних речовин перетворюються у високомолекулярні з'єднання з типовими для натурального каучуку

фізико-механічними та технологічними властивостями. Виробництво технічного каучуку вперше у світі розробив хімік С.В. Лебедева в 1910 році.

Пом'якшувачі (стеарин, олеїнова кислота) підвищують пластичність сирої гуми і м'якість гумових виробів.

До наповнювачів, що підвищують твердість і міцність гумових виробів, відносяться сажа, окис цинку, крейда, каолін, рукавні та кордні тканини (бавовна, віскоза, капрон, нейлон), використовується також корд зі сталевих дротиків.

Сірка зазвичай використовується як вулканізуюча речовина. Для вулканізації формований напівфабрикат із сирої гуми нагрівають до температури приблизно 140° С. При цьому сірий колір з'єднується з гумою, і напівфабрикат втрачає пластичність і стає ластичним. Підігрів і формування можна комбінувати.

Сірка взаємодіє з каучуком і утворює сітчасту (просторову) структуру макромолекул каучуку, прискорювачі вулканізації (каптакс, тіурам і ін.) разом з оксидом цинка не тільки скорочують час вулканізації, але і забезпечують можливість вулканізації при кімнатній температурі. При виробництві м'якої гуми (автомобільні камери, м'ячі та ін.) в каучук додають (1–3)% сірки. При вмісті сірки (4–7)% отримують тверду гуму.

Протистарителі (парафін, вазелін та ін.) уповільнюють процеси окислення в гумі, підвищуючи стійкість і збільшуючи термін служби гумових виробів.

Виробництво гумових виробів складається з приготування гумової суміші (сирої гуми), вулканізації та обробки виробів. Змішування інгредієнтів забезпечує рівномірний розподіл усіх компонентів у гумі, воно здійснюється на вальцях чи в закритих змішувачах. Отримана сира гума являє собою однорідну пластичну масу, якій легко надається необхідна форма. Для отримання листової гуми сиру гумову суміш обробляють на каландрах. Робочим органом яких є пустотілі нагріті прокатні вальці із відбіленого чавуна.

На каландрах також здійснюють обкладку тканин сирою гумою, стиснують аркуші гуми і промазують гумою тканини або обробляють просочений корд, тощо. При необхідності листову заготовку розрізають різальною машиною або вирубним пресом. Гумові профілі (трубки, шнури та ін.) отримують видавлюванням

сирої гуми на черв'ячному пресі через матрицю. Вироби складної форми отримують способами пресування і лиття під тиском. Отриманий напівфабрикат потім вулканізують і обробляють.

Ебоніт. При збільшенні кількості сірки до 35% виходить твердий матеріал ебоніт. Він широко застосовується для виготовлення електротехнічних виробів, особливо стійких до дії кислот (наприклад, акумуляторних баків), а також у хімічній промисловості. Способи отримання виробів з ебоніту ті ж самі, що і для гуми. Ебоніт дуже добре піддається обробці на металорізальних верстатах.

Виробництво добрив. Щоб рослини нормально росли і розвивалися, ґрунт повинен містити достатню кількість азоту, фосфору, кальцію, калію, магнію, заліза, бору, йоду, цинку, молібдену, марганцю, міді та ін. Дефіцит цих елементів у ґрунті, як і надлишок, впливає на розвиток рослин, а через них і на організм людини.

Солі, що містять необхідні для нормального росту рослин елементи, називають **мінеральними добривами**.

Мінеральні добрива вносять у ґрунт для отримання стійких та якісних урожаїв сільськогосподарських культур. При внесенні в ґрунт мінеральних добрив урожайність сільськогосподарських культур підвищується на (50–70)%. Крім того, добрива покращують якість продукції, підвищують цукристість цукрових буряків і винограду, крохмалю картоплі, білка зерна, збільшують міцність волокон льону, коноплі, бавовни. Крім того, мінеральні добрива підвищують стійкість рослин до посухи, холодів і хвороб.

Сировиною для виробництва мінеральних добрив є природні корисні копалини, відходи хімічної та металургійної промисловості. Мінеральні добрива виробляють із природних фосфатів, калійних солей та ін. Сировиною для виробництва азотних добрив є атмосферний азот.

Класифікація мінеральних добрив базується на таких ознаках, як агрегатний стан, вид поживних речовин, фізико-хімічні властивості тощо.

Залежно від ступеня агломерації всі добрива поділяються на рідкі та тверді.

До рідинних добрив належить амоніачна вода. Тверді добрива випускають у вигляді гранул або дрібних кристалів. Добрива у

вигляді кристалів мають багато недоліків, наприклад, легко змиваються водою і перетворюються на грудки під час зберігання. Гранульовані добрива досить сильні і повільно розчиняються в ґрунтовому розчині.

Добрива – це неорганічні та органічні речовини, що використовуються в сільському господарстві та рибальстві для підвищення врожайності культурних рослин і продуктивності риби в ставках.

Мінеральні добрива, добуті з надр чи промислово отримані хімічні сполуки, містять основні елементи живлення (азот, фосфор, калій) і життєво важливі мікроелементи (мідь, бор, марганець та ін.). Вони поділяються на прості (одинарні, однобічні, однокомпонентні) і складні. **Прості** мінеральні добрива містять лише одну основну поживну речовину. До них відносяться азотні, фосфорні, калійні добрива та мікродобрива. **Складні** добрива містять не менше двох основних елементів живлення. У свою чергу, комплексні мінеральні добрива тако ж поділяють на складні, складні-змішані і змішані [9].

Азотні добрива. Виробництво азотних добрив засноване на синтезі аміаку з молекулярного азоту і водню. Азот отримують із повітря, а водень – із природного газу, нафтових та коксових газів. **Азотні добрива** – це білий або жовтуватий кристалічний порошок (за винятком ціанаміду калію та рідких добрив), який добре розчиняється у воді і поглинається або слабо поглинається ґрунтом. Тому азотні добрива легко вимиваються, що обмежує їх використання восени як основне добриво. Більшість з них є високогігроскопічними і вимагають спеціального пакування та зберігання.

За виробництвом і використанням у сільському господарстві найважливішими з цієї групи є аміачна селітра і сечовина, які складають близько 60% усіх азотних добрив. Азотними добривами підживлюють усі види сільськогосподарських культур.

Найпоширеніші азотні добрива та їх властивості представлені в таблиці 6.2.

Фосфорні добрива. **Фосфор** є одним з найважливіших елементів живлення рослин, оскільки входить до складу білків. Якщо азот у ґрунті може поповнюватися фіксацією його з повітря, то фосфати – тільки внесенням в ґрунт у вигляді добрив.

Таблиця 6.2

Склад та властивості азотних добрив

Добриво	Хімічний склад	Вміст азоту, %	Форма азоту	Вплив на ґрунт	Гігроскопічність
Натрієва селітра	NaNO_3	Не менш 16	Нітратна	Підлужує	Слабка
Аміачна селітра	$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	34	Нітратна і амонійна	Підкисляє	Дуже сильна
Кальцієва селітра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Не менш 17,5	Нітратна	Підлужує	Дуже сильна
Аміак рідкий	NH_3	82	Амонійна	Підкисляє	Дуже сильна

Основними джерелами фосфору є фосфорити, апатити, вивіаніти і відходи металургійної промисловості – томашлак, фосфат-шлак. Усі фосфорні добрива являють собою аморфні речовини білувато-сірого або жовтуватого кольору. Основними з них є суперфосфати та фосфоритне борошно.

За мірою розчинності ці добрива розподіляють на наступні групи:

1) розчинні у воді і легкодоступні для рослин – суперфосфати простий і подвійний, амонізований, збагачений;

2) важкорозчинні (не розчиняються у воді і майже не розчиняються в слабких кислотах), вони не можуть безпосередньо використовуватися рослинами – це фосфоритне і кісткове борошно.

Фосфоритне борошно – це природний фосфорит тонкого помелу, з'єднання якого важкодоступні рослинам. Це добриво застосовують на кислих підзолистих ґрунтах, торф'янистих сірих лісових ґрунтах, а також на деградованих і вилужених чорноземах і червоноземах.

Найпоширеніші фосфорні добрива та їх властивості представлено в таблиці 6.3.

Калійні добрива. Калій – необхідний рослинам елемент. Переважно міститься в клітинному соку молодих рослинах, що ростуть і сприяє швидкому накопиченню вуглеводів.

Більшість калійних добрив – це природні калійні солі, які використовуються в сільському господарстві у порошкоподібному вигляді. Їх важливі об'єкти розробки розташовані в Західній Україні.

Таблиця 6.3

Фосфорні добрива та їх властивості

Добриво	Хімічний склад	Форма фосфорної кислоти	Вплив на ґрунт
Суперфосфат простий, гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкисляє
Суперфосфат подвійний, гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкисляє
Преципітат	$(\text{CaHP}_0_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Розчиняється в лимонно-кислому амонії	Слабко нейтралізує кислотність

Велика кількість хлору, що міститься в багатьох калійних добривах, негативно впливає на ріст і розвиток рослин, а вміст натрію (міститься в калійних солях і сильвініті) погіршує фізико-хімічні властивості ґрунтів, особливо чорноземів, каштанових і солонцевих.

На бідних калієм легких ґрунтах і торфовищах усі без винятку сільськогосподарські культури потребують калійних добрив. Дефіцит калію в ґрунті компенсують в першу чергу внесенням органічних добрив (гною). Калій не використовують у засолених або засоленних ґрунтах, оскільки він погіршує їхні властивості. Калій легко розчиняється у воді і при внесенні вбирається в ґрунтові колоїди, тому не мігрує, але в легких ґрунтах легко вимивається [9].

Калійні добрива поділяють на три основні групи.

1. Концентровані – продуктами заводської переробки калійних руд (калійно-магнієвий концентрат, сірчаноокислий калій, хлористий калій, сульфат калію-магнію).

2. Сирі калійні солі, що представляють собою подрібнені природні калійні руди (каїніт, сильвініт).

3. Калійні солі, які отримані шляхом змішування сирих і концентрованих калійних солей, зазвичай хлористого калію (тридцяти та сорока відсоткові калійні солі).

Трубну золу і цементний пил також використовують як калійні добрива.

Найпоширеніші калійні добрива та їх властивості представлені в таблиці. 6.4.

Таблиця 6.4

Характеристика калійних добрив

Добриво	Хімічний склад	Гідроскопічність	Вплив на ґрунт
Калій хлористий	KCl ₂	Малогідроскопічна	Підкисляє
Калій сірчаноокислий (сульфат калію)	K ₂ SO ₄	Негідроскопічна	Підкисляє

Комплексні добрива. *За складом* вони поділяються на *подвійні* (фосфорно-калійні, азотно-фосфорні, азотно-калійні,) та *потрійні* (азотно-фосфорно-калійні). *За способом виробництва:* комплексні, комбіновані (складно-змішані) та змішані добрива. До **комплексних добрив** промислового виробництва відносяться амофос, діамофос, калійна селітра. **Комбіновані добрива** отримують єдиним технологічним процесом з простих чи складних добрив (фосфорно-калійні, нітроамофос, нітрофос, рідкі комплексні, нітрофоска, нітроамофоска й ін.). **Складні добрива** – це суміш простих добрив.

Комплексні та комбіновані добрива характеризуються високою концентрацією поживних речовин, тому використання таких добрив значно зменшує витрати сільськогосподарських підприємств на транспортування, змішування, зберігання та внесення.

До **недоліків комплексних добрив** можна віднести те, що частка вмісту NRK в ньому коливається в невеликих межах (так, наприклад, при внесенні необхідної кількості азоту, інших поживних речовин може бути внесено менше або більше, ніж необхідно).

Хоч і в невеликих кількостях, але крім основних поживних речовин використовують також **багатофункціональні добрива**, які

містять мікроелементи та біостимулятори, що специфічно впливають на ґрунт і рослини.

Виробництво мінеральних добрив включає виробництво азотних, калійних і фосфорних добрив. Мінеральні добрива є найефективнішим засобом підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Водночас в Україні через неплатоспроможність споживачів кількість мінеральних добрив, які вносять у ґрунт, у шість разів менша, ніж у більшості європейських країн (близько 50 кг на гектар). Потреба АПК України в мінеральних добрив (у розрахунку на 100% корисних речовин) становить: азотних добрив – близько 3 млн. тон на рік, фосфорних – 2,3 млн тонн, калійних – 1,9 млн тонн, мікродобрив – від 0,35 тис. тонн молібдену до 48,6 тис. тонн цинку.

Азотні добрива. Серед усієї продукції хімічної промисловості України найбільший експортний потенціал мають аміак і азотні добрива (карбамід, аміачна селітра, сульфат амонію). Домінуюче місце в експортних поставках хімічної продукції з України протягом багатьох років займає карбамід (84–86%).

Україна постачає на світовий ринок близько 10% карбаміду. Основною сировиною для виробництва азотних добрив є природний газ, що поставляється в основному з Туркменістану. Потреба галузі в природному газі оцінюється в 6847 млрд м³. Потужності по виробництву азотних добрив в Україні складають 3,6 млн т. Виробляється приблизно 2,9 млн т при потребі 3,4 млн т, у тому числі для сільського господарства 2,1 млн т.

Калійні добрива. Виробничі потужності калійних добрив в Україні становлять 245,4 тис. т, понад 90% продукції калійної промисловості припадає на сільське господарство, і тільки 5–10% використовується у хімічній та інших галузях промисловості. За деякими оцінками, потреба сільського господарства України в калійних добривах становить 1,31 млн тонн оксиду калію на рік. Незважаючи на те, що Україна має достатню сировинну базу, сьогодні ця потреба задовольняється лише на 12,8%. Калійні руди в Україні зосереджені лише на Прикарпатті [7].

На даний час в Україні експлуатуються два калійних родовища: 1) Калуш-Голинське (Івано-Франківська обл.) – потужності калійного комбінату концерну «Оріана»; 2) Стевниківське (Львівська обл.), державне гірничо-хімічне

підприємство «Сірка». У промисловій розробці знаходиться лише близько 30% розвіданих запасів. Розвідувальні площі та запаси калійних солей становлять близько 7,2 млрд тонн. Найбільшими з них є: Стебницьке (1,2 млрд тонн), Марково-Розселянське (1 млрд тонн), Бориславське (1 млрд тонн) і Беліна Велика (384 млн т) – яке може розроблятися відкритим способом.

Орієнтовні запаси руди складають понад 15 млрд тонн. Тобто Україна має значні резерви для виробництва калійних добрив. На калійному комбінаті «Оріана» (Івано-Франківська область) відбувається комплексна переробка всіх компонентів сировини. Окрім мінеральних добрив завод виробляє також аерозолі, соляну кислоту, гіпохлорит, хлор, карбомідні смоли, хлорид магнію та карналіт. Сировиною для Калушського концерну «Оріана» є полімерні руди Калаш-Холінського родовища. Концерн «Оріана» об'єднує дев'ять юридично незалежних компаній, розташованих у місті Карш.

Головним підприємством концерну є завод з виробництва хлористого вінілу. Також до концерну входять: завод калійних добрив, завод побутової хімії та товарів народного споживання, заводи їдкої солі та хлору, завод хімічного захисту рослин, ремонтно-механічний завод, завод будматеріалів. В серпні 1997 року були відкриті два нові підприємства в складі концерну: фабрика з виробництва поліпропіленової пряжі та завод з виробництва поліетилену. Державне гірничо-хімічне підприємство «СІРКА» (Стебніковський калійний завод) виробляє 400 тис. тонн меленого каїніту з вмістом 10% оксиду калію. Через низький поживний вміст каїніту продажі цього продукту дуже обмежені.

Фосфорні добрива. Для отримання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур необхідно забезпечити внесення в ґрунт приблизно 2,2 млн тонн фосфорних мінеральних добрив. Основна причина полягає в тому, що річна виробнича потужність українських підприємств становить близько 1,3 млн тонн, а випуск – 790 тис. тонн. Труднощі виникають із забезпеченням сировиною та збутом продукції через недостатню кількість фосфоровмісної сировини, недостатню платіжну спроможність як постачальників сировини, так і споживачів продукції, слабку технічну оснащеність (морально застаріле та фізично зношене обладнання) та недовикористання можливостей.

У виробництві фосфорних добрив використовується фосфоровмісна сировина: апатитовий концентрат, фосфорне борошно, суперфосфатна кислота, жовтий фосфор, екстракційна і термічна фосфорна кислота. Жодне з наявних родовищ фосфатів (розташованих у Донецькій, Івано-Франківській, Харківській, Чернігівській та Житомирській областях) не експлуатуються. Фосфорні добрива в Україні виробляють чотири підприємства: Вінницький «Хімпром» – виробляє суперфосфат для сільськогосподарських потреб; Сумський «Хімпром» – випускає суперфосфат простий дефторований у гранульованому вигляді; Одеський суперфосфатний – виробляє простий гранульований суперфосфат; Константинівський хімзавод – випускає крім міндобрив і сірчаної кислоти ще й багато видів іншої хімічної продукції, із яких 38% йде на експорт. Виробничі потужності цього підприємства використовуються лише на 50% [6].

Переробка органічних відходів в добрива та біогаз є найбільш перспективним з точки зору досягнення агрохімічної (виробництво добрив), екологічної (дезінфекція та дезодорація) та енергетичної (виробництво палива та електроенергії) ефективності. Ефективною також є технологія переробки гною в анаеробних умовах у спеціальних герметичних реакторах – метантенках, виконаних, як правило, з металу. Завдяки життєдіяльності метаноутворюючих бактерій у безкисневому середовищі при температурі (39–40)° С або (53–55)° С в реакторі відбувається процес ферментації гною та утворюється продукт (пальний газ), основними компонентами якого є метан (60–65)% та вуглекислий газ (35–40)%. З 1 тони гною з вологістю 92%, протягом (10–15) діб можна отримати приблизно 20 м³ біогазу з теплотворною здатністю (23–25) МДж/м³. З даної кількості приблизно 50% витрачається на підтримання заданого температурного режиму в метантенку, а решта – товарний біогаз, який можна використовувати на побутові витрати.

Зброджена в метантенках маса – це рідке висококонцентроване органічне добриво, яке легко засвоюється рослинами, не містить хвороботворних мікроорганізмів і насіння бур'янів, містить макроелементи, мікроелементи, амінокислоти і фітогормони, які стимулюють ріст рослин. Це добриво використовується на всіх типах ґрунтів для вирощування овочів, фруктів, ягідних культур, кормових культур; підживлення газонів,

клумби, декоративних чагарників тощо. Особливо ефективно діє застосування зброджених добрив на вирощування кореневих та поливальних рослин, овочевих культур, (підживлення 3–4 рази, але не частіше 1 разу на 10 днів), урожайність підвищується в (2–3) рази.

Виробництво миючих засобів. Мийні засоби – це складні органічні сполуки, які використовуються в чистому вигляді або з добавками для прання виробів з текстильних волокон і миття різних предметів домашнього побуту. Ці засоби також сприяють відбілюванню та фарбуванню тканин, виробництву емульсій і суспензій у харчовому виробництві, очищенню та подрібненню руд та інших природних матеріалів, а також покращенню антифрикційних властивостей мастильних матеріалів тощо.

Основною (активною) частиною миючих засобів є миючі речовини. Це органічні сполуки зі значною поверхневою активністю, здатністю утворювати у воді бульбашки та напівколіїдні розчини. Завдяки своїй поверхневій активності вони зменшують поверхневий натяг води і тим самим підвищують її змочувальну здатність. Молекули миючого засобу містять довгі вуглеводневі ланцюги, які у випадку мила на основі стеаринової кислоти містять 17 атомів вуглецю та короткі сегменти у формі реакційноздатних солеутворюючих (карбокислих) груп.

Полярна частина молекули визначає розчинність мила у воді, тоді як неполярна (гідрофобна) – ускладнює, утруднює розчинення та прагне виштовхнути молекули мила з миючого розчину на поверхню. У зв'язку з цим мило в розчині концентрується головним чином на поверхні миючого розчину. При збовтуванні утворюється піна, яка допомагає видалити забруднення з миючого розчину та свідчить про наявність у розчині невикористаного миючого засобу. На поверхні миючої рідини мило зменшує поверхневий натяг води, що допомагає воді легше змочувати інші предмети, проникати в тріщини та видаляти забруднення. Співвідношення довжин неполярних і полярних частин у молекулі визначає різницю в розчинності миючих засобів у воді. Зі збільшенням довжини вуглеводневого ланцюга розчинність зменшується, але твердість миючого засобу зростає. Наприклад, мило на основі стеаринової кислоти є твердим і малорозчинним у воді кімнатної температури. Додавання жирних кислот з меншою кількістю атомів вуглецю покращує розчинність мила. Миючі засоби зазвичай містять від 8 до

20 атомів вуглецю в неполярній частині, утворюючи напівколоїди. Це означає, тобто присутні в розчині як у молекулярній формі, так і у формі великих часток (агрегатів).

Мило містить карбоксильні групи – COOH, які можуть взаємодіяти з солями кальцію і магнію, що знаходяться в жорсткій воді. При цьому утворюється нерозчинне «вапняне мило», яке осідає на тканині та негативно впливає на її міцність. При виробництві інших типів миючих засобів карбоксильні групи блокуються або замінюються іншими реакційноздатними полярними групами. Отже, властивості миючих засобів залежать від типу та довжини вуглеводної частини та природи активних груп. Оскільки бензол містить лише 6 атомів вуглецю, тому в ароматичний цикл вводиться кілька вуглеводневих груп (алкільних залишків). Миючі речовини з такими радикалами називають **алкіларильними**.

Залежно від будови вуглеводневих радикалів і активних груп миючі речовини поділяються на такі типи:

- алкілкарбонати (мило);
- алкілсульфати (первинні та вторинні);
- алкілсульфонати;
- алкіларилсульфонати (бульфонати);
- алкіламонійхлориди катіоноактивні миючі речовини.

Переробкою жирової сировини отримують мило, а з сульфатів і сульфонатів – синтетичні миючі речовини. Перераховані миючі речовини називають **іоногенними** (іоноутворюючими). У водному розчині вони дисоціюють на іони.

Мило, сульфати та сульфонати є аніоноактивними, тому що вони утворюють негативно заряджені іони, які мають поверхневу активність. Неіоногенні миючі засоби зустрічаються рідше. Вони не дисоціюють у воді, але розчиняються через наявність багатьох гідрофільних груп у молекулі. Неіоногенні миючі речовини бувають природного походження (сапоніни з мильного кореня, кінського каштана і ін. рослин) та синтетичні препарати, отримані з окису етилену, фенолів, жирних спиртів.

Сутність миючого процесу. Миючий ефект обумовлений здатністю миючих речовин адсорбувати на поверхні води і твердих тіл, підвищувати їх змочуваність, утворювати піну і стійку суспензію частинок у воді. Як відомо, забруднення – це суміш твердих часток (пилу, сажі, солі тощо), плівки жиру й поту, які

прилипають до поверхні тканин та інших предметів. Щоб видалити забруднення, необхідно: відокремити забруднення від поверхні, що очищається; перевести частинки бруду в миючий розчин; утримувати їх в миючому розчині, до його заміни, щоб виключити можливість повторного відкладення на поверхні, що очищається.

Труднощі вилучення забруднень водою пов'язано з гідрофобністю поверхні часток забруднень.

Щоб відокремити (відірвати) забруднення, миюча рідина повинна мати здатність змочувати, (містити мила чи інший поверхнево-активний миючий засіб).

Миючі розчини легко проникають в щілини тканини та інших матеріалів, між частинками бруду, а також між брудом і поверхнею, що відмивається. Частинки бруду набухають і розпадаються, покриваються мильною плівкою, яка зменшує прилипання частинок бруду до поверхні, що очищається. При легкому механічному ударі (терті рукою або пральною машиною) частинки бруду легко відокремлюються і потрапляють у розчин, перетворюючись у зважений стан. Процес видалення забруднень з поверхонь, що очищаються, включає подрібнення, емульгування (перехід жирових частин забруднень в розчин) і суспензування (розсіювання твердих частинок забруднення в мийному розчині).

У процесі прання в миючий розчин потрапляє значна кількість бульбашок повітря. При цьому вони обволікаються мильною плівкою. Бульбашки повітря, захоплені мильною плівкою, мають низьку щільність і прагнуть піднятися на поверхню. Коли мильний розчин спливає на поверхню, міцність плівки навколо бульбашок зростає. Це пояснюється тим, що бульбашки вкриті другим шаром молекул мила, розташованих на межі розділу вода-повітря. Коли вони стикаються, утворюється піна. Через накопичення молекул мила концентрація мила в плівці вища, ніж у миючому розчині. Піна допомагає механічно видалити забруднення. Збовтування миючого розчину видаляє з поверхні тканини частинки бруду, вкриті піною.

Таким чином очисний розчин ретельно змочує забруднення, сприяючи його набухання, подрібненню та переходу у зважений стан у розчині. Механічні впливи, високі температури і піна полегшують виконання процесу очищення [13].

Сполуки і властивості миючих засобів. Миючі засоби являють собою склад композиції, основною частиною якої є миючі

речовини. Ефективність миючого засобу визначається його здатністю зволожувати, дисперсувати (подрібнювати) і емульгувати забруднення. Господарське мило має порівняно невисоку миючу ефективність. В основному вони містять тільки миючі речовини (натрієві або калієві солі жирних кислот).

Синтетичні миючі засоби в чистому вигляді не мають високої очисної здатності, тому їх використовують у сумішах з корисними добавками, такими як нейтральні та лужні солі (електроліти), відбілювачі, стабілізатори піни і ін.

Лужні солі (кальцинована сода, триполійфосфат, тринатрійфосфат, гексаметафосфат, силікат натрію) покращують емульгуючу здатність і колоїдну структуру миючого розчину, утворюючи міцнішу плівку миючих речовин навколо частинок забруднень, що сприяє пом'якшенню води і утворюють сприятливе (слабко-, помірковано- чи сильновапняне) середовище для прання виробів з різних волокон.

Наприклад, для прання бавовняних і лляних тканин ефективно вводять в засоби сильновапняні добавки (сода, тринатрійфосфат). Гексаметафосфат утворює слабокисле середовище в миючому розчині, що робить його придатним для прання вовняних тканин. Нейтральні солі (сульфат натрію) виступають в ролі наповнювачів і покращують структуру колоїдних розчинів миючих засобів.

При додаванні відбілювачів до складу синтетичних миючих засобів не потрібно підсинювання білизну. Стабілізатори піни (алкололаміди) поліпшують і стабілізують ціноутворення миючих засобів. Для усунення повторного осідання забруднення до складу синтетичних миючих засобів вводять карбоксиметилцелюлозу (КМЦ).

Властивості миючих засобів. Споживчими характеристиками мийних засобів є миюча сила, піноутворення та антидесорбційна здатність, рН мийного середовища. Миюча здатність – це комплексний показник оцінки споживчих властивостей миючого засобу і визначається ступенем відновлення білизни забруднених тканин після одного або кількох прань розчином мийного засобу певної концентрації. Ефективність прання виражається як відношення (у відсотках) білизни (коефіцієнта відображення) випраної тканини до білизни більш незабрудненої тканини. Миюча здатність залежить від поверхневої активності миючої речовини,

його здатність емульгувати жиrowі і масляні забруднення, жорсткості води, температури, рН середовища і ін.

У м'якій воді (без солей Ca, Mg і Fe) жирне мило має найвищу миючу дію. Первинні алкілсульфати та алкіларилсульфонати мають гарну миючу дію. Вторинні алкілсульфати, алкілсульфонати, катіоноактивні, неогенні синтетичні миючі речовини володіють більш низькою миючою здатністю. З підвищенням жорсткості води очисна здатність мила повністю втрачається, тоді як для синтетичних миючих засобів вона знижується вдвічі, а за наявності електролітів залишається майже незмінною.

Піноутворювальна здатність миючих розчинів характеризується висотою пінного стовпа і стійкістю до піни, тобто відношенням висоти чи об'єму пінного стовпа через певний проміжок часу після його утворення до початкової висоти піни. У воді мило утворює більш сильну та стійку піну, ніж синтетичні миючі засоби. Солі кальцію і магнію, які визначають жорсткість води, значно знижують піноутворюючу здатність. Поява електролітів і алкілоламідів підвищує здатність миючого засобу утворювати рясну і стійку піну в жорсткій воді.

Окрім видалення забруднення з поверхонь, мийні засоби також повинні мати стабілізуючий ефект, утримуючи бруд у розчині та запобігаючи повторному його відкладенню. Мила мають високу стабілізуючу дію. Синтетичні миючі речовини мають відносно слабку здатність утримувати бруд у миючому розчині. Дрібні частинки забруднення знову осідають на поверхні, що очищається, роблячи тканину сірою після повторного прання. Для посилення антиресорбційної здатності миючих речовин вводять різні добавки (КМЦ).

Залежно від типу та кількості нейтральних і лужних солей середовище (рН) миючого розчину може бути кислим, нейтральним, злегка вапняним або сильно вапняним. Для чищення текстильних виробів тваринного походження підходять кислотні та нейтральні середовища, а для текстильних виробів рослинного походження – лужні середовища. Помірно лужне середовище (з додаванням триполофосфату) для прання штучних і синтетичних тканин. Миюча здатність миючих речовин також змінюється залежно від рН навколишнього середовища. Наприклад, аніонні мийні засоби (мило,

алкілсульфати і сульфонати) мають очисну дію тільки в лужному і нейтральному середовищі, а в кислому осідають на тканинах.

Катіоноактивні миючі речовини ефективні в нейтральних і слабокислих середовищах. Ці відмінності у властивостях залежать від природи заряду розчинених у воді активних частинах молекул миючої речовини. Тому при виборі миючих засобів для конкретних умов прання слід враховувати характер використання прального засобу.

Класифікація миючих засобів. Миючі засоби класифікуються за такими характеристиками, як призначення, концентрація, вид миючого засобу та вміст миючого засобу. За призначенням мийні засоби поділяються на побутові, туалетні та спеціальні (медичні, технічні та ін.).

За консистенцією мийні засоби поділяються на тверді (грудки, гранули, порошки), мазі (пасти) і рідкі. Найбільшого поширення набули порошкові вироби. Зручний миючий засіб у формі гранул або пасти. Рідкі засоби легко розчиняються і добре дозуються. Є ефективними для чищення текстильних виробів, посуду, автомобілів, скла та ін. Рідкі засоби прості та дешеві у виготовленні (процес сушіння виключений), не розпилюються, як порошки, і їх легко дозувати. Миючі засоби можна розділити на мила та синтетичні миючі засоби. Вміст миючої речовини в продукті коливається від (5–85)%. Більшість побутових миючих засобів містять (10–75)% миючої речовини.

Господарське мило – миючий засіб, основною (активною) частиною якого є натрієві та калієві солі жирних кислот. Господарське мило класифікується за типом сировини, способом виробництва/обробки, концентрацією, вмістом миючої речовини тощо. За типом сировини розрізняють мила на основі жирів, жирних кислот і змішаної жирової основи.

Тверді тваринні жири (яловичий, баранячий, свинячий та ін.), рідкі рослинні жири (соняшникова олія, бавовняна олія та ін.), тверді жири, що отримані гідруванням (насиченням ділянок подвійних зв'язків воднем) рослинних рідких масел, соапсток – побічний продукт очищення рослинних олій.

Тверді тваринні жири мають високий вміст насичених жирних кислот і при варінні утворюють тверде мило, яке добре плавиться при високій температурі. Додавання твердих жирів рослинного

походження (пальмової олії, кокосової олії та ін.) підвищує розчинність мила при кімнатній температурі. Рідкі рослинні жири утворюють мазеподібні мила. Широке використання жирних кислот робить виробництво мила простішим і безпечнішим. Жирні кислоти отримують розщепленням жирів, а синтетичні – окисленням парафіну та інших нафтопродуктів. До змішаних жирових основ відносяться жири, жирові відходи (кухонні, стічні води), мильні стоки, смоляні та нафтові кислоти. Смоляні кислоти у вигляді каніфолі (каніфольне мило) покращують ціну та уповільнюють псування мила. Нафтові кислоти знижують стійкість піни і твердість мила та підвищують його розчинність [8].

Залежно від способу виробництва розрізняють мила, які отримують омиленням (варінням) жирових груп і нейтралізацією жирних кислот. Омилення здійснюють дією на жирову або масляну основу водного розчину їдкого лугу при температурі (100...105)°С. Жирові речовини розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти, утворюючи луги і солі жирних кислот. Нейтралізація жирних кислот (карбонатне омилення) є економічно більш вигідним способом виробництва мила, оскільки процес миловаріння прискорюється і спрощується, а в якості лугу використовується дешева сода. Залежно від способу обробки мило поділяють на клейове, висолоне, шліфоване та поліроване. Клейове мило отримують шляхом охолодження мильного продукту. Воно містить (40–47)% жирних кислот, залишки непрореагованого жиру і лугів, гліцерин та інші домішки.

Мило висоловають, щоб видалити забруднення та збільшити збереження миючого засобу. Для цього в киплячий мильний клей дозують кухонну сіль або каустичну воду. Ці речовини знижують розчинність мила при розчиненні у воді. Мило відокремлюється та більш легко спливає, утворюючи більш концентрований шар так званого ядрового мила. Злите ядрове мило після кип'ятіння і охолодження містить (60–66)% жирних кислот.

Повторне висоловання призводить до отримання чистішого та легшого шліфованого мила, яке містять (70...85)% жирних кислот і має більш однорідну структуру.

Для його отримання мило подрібнюють, перетирають вальцями, висушують і пресують у певну форму. За консистенцією

відрізняють рідке та тверде мило. Тверде мило поділяється на кускове та порошкове у вигляді стружки.

Залежно від вмісту миючої речовини (натрієвих чи калієвих солей, смоляних та нафтоєвих кислот) мило поділяють на сорти. Кускове господарське мило буває 60%, 66%, 70% та 72%, рідке 40% першого сорту і 60% вищого сорту. Порошкові мила являють собою подрібнене і висушене мило (68–82)%, які містять (10–25)% жирних кислот в суміші з лужними солями (кальцінована сода, тринатрійфосфат, силікат натрію).

Жирові мила широко використовуються як мийні засоби. Однак миючий ефект жирового мила не завжди однаковий, тому його не можна назвати універсальним. Найкращий миючий ефект досягається при концентрації мила приблизно (0,2–0,3)% у м'якій воді (в 10 л води має розчинитися 30 г мила в безводному перерахунку). Через високий ступінь гідролізу висококонцентровані мильні розчини мають невисоку миючу дію. Жирове мило виявляє миючу дію тільки в луговому середовищі. У кислому середовищі воно легко руйнується, вивільняючи вільні жирні кислоти, які не мають миючої здатності. У миючих розчинах жирове мило частково розщеплюється водою на луги та жирні кислоти, що призводить до злегка лужного середовища, яке згубно впливає на вовну, шовк і тканини з штучних і синтетичних волокон. Якщо мило містить велику кількість вільного луку (тобто воно не прореагувало з жиром), воно швидше пошкодить тканину. Тому при пранні таких тканин не рекомендується використовувати звичайне господарське мило. Застосування жирових миль найбільш ефективно при нагріванні мийного розчину до (50–70)° С. Підвищення температури також негативно впливає на міцність продукції з вовни, шовку, штучних та синтетичних волокон.

Крім того, значна частина мила (приблизно 60%) під час прання не використовується продуктивно. Невелика частина мила вбирається в волокна і витрачається на нейтралізацію кислотності білизни, а більше 30% мила пом'якшує воду, тобто зв'яже у воді кальцієві і магнієві солі. Нерозчинні сполуки (вапняні мила), які утворюються внаслідок липкості, осідають на тканині, надаючи їй сірого або коричнево-сірого відтінку. Особливо це помітно після сушіння та прасування. Висохле на тканинах лужне мило робить їх жорсткішими та крихкими, значно знижує вологопоглинання та

повітропроникність, швидше та інтенсивніше забруднює тканину. Крім того, ці сполуки сприяють окислювальному руйнуванню волокон і барвників, знижуючи міцність тканини та якість фарби. Вапняне мило важче відіпрати, ніж звичайне забруднення, тому при пранні твердою водою частина миючих речовин використовується для видалення вапняного мила з поверхні матеріалу, який відпирається [8].

Насправді для прання в твердій воді потрібно приблизно в три рази більше жирового мила, ніж у м'якій, а в морській воді жирове мило майже не очищає. Тому використання жирового мила в жорсткій воді може призвести до непродуктивних витрат і викликати зниження якості матеріалу що переться.

Синтетичні мийні засоби класифікують за призначенням, видом синтетичної миючої речовини, концентрацією тощо. За призначенням синтетичні миючі засоби поділяються на шість підгруп.

Миючі засоби для прання виробів з бавовняних і лляних волокон включають (20–40)% миючої речовини (зазвичай сульфону), до 55% лужних солей (трипілфосфат, кальцинована сода, силікат натрію), (10–15)% сульфату натрію, невеликої кількості ароматизаторів, відбілювач, карбоксиметилцелюлоза. Ці засоби утворюють сильнолужний миючий розчин ($\text{pH} = 10\text{...}11$). Вони можуть бути у вигляді порошків, рідин і паст з різних найменувань. Для прання виробів з бавовняних і лляних волокон розроблено три склади миючих засобів. Кольорові, вибілені (містять (10–12)% перекисного відбілювача), придатні для машинного прання (з підвищеним вмістом миючої речовини).

Засоби для прання виробів з вовняних і шовкових волокон містять 36% алкілсульфатів, до 55% нейтральних солей (сульфат натрію), невелику кількість лужних електролітів, відбілювачів і ароматизаторів. Ці засоби створюють у миючому розчині майже нейтральне середовище ($\text{pH} = 7,3\text{...}8,5$). Пральні засоби для синтетичних тканин також створюють майже нейтральне середовище. За складом вони подібні до миючих засобів, призначених для прання вовняних і шовкових тканин, але з підвищеним вмістом карбоксиметилцелюлози та електролітів. Засоби для прання виробів з вовни, шовку та синтетичних волокон зазвичай не містять активних лугів, таких як карбонат і силікат

натрію. Помірно лужні солі (фосфати, триполіфосфати, динатрійфосфати) не роблять негативного впливу на продукт при низьких температурах прання [3].

При пранні виробів з рослинних, тваринних або синтетичних волокон рекомендується універсальний засіб. Ці засоби не містять сильних лужних солей (соди кальцинованої), тому миючий розчин має помірну лужну реакцію (рН 8...9,5). Універсальні засоби бувають звичайного типу (без підбілювачів) та продукти з перекисним відбілювачем. Засоби для замочування та попереднього прання містять невелику кількість миючого засобу (до 15%) і помірний 45% лужний електроліт. Відбілювачі та ароматизатори в ці засоби не включаються. Мийні засоби для миття посуду, раковин, ванн та інших предметів побуту – це сполуки, які добре змочують поверхні, мають високу емульгуючу та піноутворюючу здатність. Ці засоби зазвичай взаємодіють із забрудненнями на поверхні, що очищається. До їх складу входять мийні речовини (синтетичні та мила), органічні розчинники, луги та інші хімічні сполуки.

Засоби для миття скла (вікон, дзеркал, кришталю) додатково містять відновлювачі блиску (барвники типу метилен голубий). Засоби для миття (очищення) килимів, оббивки меблів, штучного хутра та шкіри містять компоненти, що сприяють утворенню густої піни, яка обволікає та пом'якшує забруднення. При видаленні піни видаляється і забруднення, а виріб не встигає промокнути. Засоби для миття посуду, ванн, раковин також можуть містити антисептики, які мають бактерицидні властивості.

Синтетичні мийні засоби розрізняють за консистенцією порошку, рідини та пасти. Найпоширенішими є порошкові продукти. Назва синтетичного мийного засобу, як правило, не визначає його призначення чи властивостей і є умовною. Велика кількість засобів, незважаючи на різні найменування, незначно відрізняються за сполуками і миючою здатністю. У зв'язку з цим розроблені типові рецептури різного призначення.

Синтетичні миючі засоби є дуже ефективними миючими препаратами. Порівняно з жировим милом виробництво синтетичних миючих засобів базується на більш дешевій сировині, наприклад: на парафіні, продуктах переробки нафти і газу. Випускаються різні види синтетичних миючих речовин з урахуванням властивостей виробів що піддаються пранню і

характеру жорсткості води. Синтетичні миючі засоби легко дозуються, добре розчиняються у воді кімнатної температури, не вимагають попереднього пом'якшення, добре очищають плями у воді будь-якої жорсткості, в тому числі й морській.

Синтетичні миючі речовини виявляють очисну дію за відносно низьких температур (20–30)° С, добре перуть тканини в нейтральному, кислому та лужному середовищах, але не підвищують лужність розчину. В результаті краще зберігається свіжість фарбування та зменшується зношування тканини. Прання з синтетичним миючим засобом займає менше часу, ніж прання з милом. Такого значно легше досягти миючого ефекту із значно меншими витратами у порівнянні з жировими милами. Тому при використанні жирового мила на масляній основі оптимальна концентрація розчинів миючих речовин у м'якій воді становить (0,2–0,3)%, а для синтетичних миючих речовин (0,05–0,2)%.

Однак синтетичні речовини, що містять алькильсульфонати як миючі засоби, викликають подразнення шкіри обличчя та рук. Деякі сульфонали, що важко піддаються біоаналізу і не можуть бути розщеплені бактеріями на прості, легкозасвоювані і нешкідливі продукти. Вони забруднюють водойми і викликають загибель рослин, риб та тварин. В Україні в основному виробляються біорозкладані (біологічно гіпоалергенні) синтетичні миючі засоби.

6.6. Будівельна галузь

До будівельних матеріалів відносяться такі природні матеріали, як: черепашник, щебінь, бутовий камінь, гравій, галька, пісок, глина; рослинні будівельні матеріали – дерево, очерет, солома; штучні будівельні матеріали – бетон, залізобетон, цегла, черепиця, різаний камінь з вапняку, граніт, туф, цегла та ін. Основною штучних будівельних матеріалів є гіпс, цемент, вапно, глина.

Основне місце в структурі промисловості будівельних матеріалів займає виробництво збірних залізобетонних виробів, на частку якого припадає 43% товарної продукції галузі. На цьому виробництві було зайнято 44% усіх промислових і виробничих працівників промисловості будівельних матеріалів країни. До підгалузей промисловості будівельних матеріалів належать також

виробництво стінових матеріалів, зокрема виробництво будівельної цегли, промисловість нерудних будівельних матеріалів. На частку цементної промисловості припадає 4% товарної продукції галузі та 9% промислово-виробничого персоналу.

В Україні виробляється широкий асортимент (близько 400 видів) продукції промисловості будівельних матеріалів: абзоцементні вироби, м'які покрівельні та стінові матеріали, архітектурна кераміка, будівельна та промислова порцеляна (фарфор), вироби з полімерної сировини, вапнякового каміння, неметалеві руди і ін.

Гіпсові в'яжучі матеріали

В основі гіпсових в'яжучих лежить здатність дигідрату гіпсу частково або повністю дегідратувати при нагріванні. Гіпсові в'яжучі поділяються на дві групи: з низьким випалом і з високим рівнем випалу, залежно від умов випалу та швидкості тужавіння і твердіння.

Низько випалювальні в'яжучі – швидко тужавіють та швидко твердіють, в основному складається з напівгідрату сульфату кальцію. Одержують випіканням гіпсового каменю при температурі (120–160)° С або обробкою парою при (0,13–0,70) МПа. До них відноситься будівельний та медичний формувальний гіпс.

Високовипалювальні в'яжучі – повільно тужавіють та тверднуть, до їх складу в основному входить безводний сульфат кальцію. До них відносяться ангідритний цемент, висококальцинований гіпс і обробний гіпсовий цемент. Ці в'яжучі речовини отримують шляхом випалу при температурі понад 600° С.

Гіпсові в'яжучі все частіше використовуються в високорозвинених країнах. Це пояснюється відносно низькими енерговитратами, повною механізацією та автоматизацією гіпсової промисловості. Крім гіпсу, в гіпсовій промисловості широко використовуються змішані в'яжучі, такі як гіпсоцементно-пуцоланові і гіпсошлакові тощо. Вироби на основі гіпсу виготовляються в різноманітні вироби, залежно від призначення.

Сировиною для виробництва гіпсових в'яжучих є, як правило, природний гіпсовий камінь. Рідше використовується ангідрит, являє собою безводний гіпс, та гіпсовмісні відходи хімічної промисловості (фосфогіпс, борогіпс та ін.).

Натуральний гіпс або гіпсовий камінь – матеріал світлого кольору, який від домішок може забарвлюватися в сірий або жовтуватий колір. Твердість за шкалою Мооса – 2, щільність – (2300–2400) кг/м³, розчинність – 2,05 г/л. Найкраще гіпс розчиняється при (32–40)° С. Гіпс має низьку теплопровідність, яка становить 0,298 Вт/(м²° С). У природі існує кілька мінеральних різновидів гіпсу. **Алебастром** називається дрібнозерниста білий щільний гіпс із цукровидним зломом, що нагадує мармур. Кристалічний прозорий гіпс, що зустрічається у вигляді плоских кристалів, називається **гіпсовим шпатом**. Волокниста порода, що складається з правильно розташованих ниткоподібних кристалів і має характерний шовковистий блиск, називається **селенітом** [3].

Ангідрит – безводна модифікована форма гіпсу. Твердість становить (3,0–3,5). Це камінь, який щільніший і міцніший за гіпс. Щільність ангідриту (2900–3100) кг/м³. У природі зустрічається рідко. Кристалізується в ромбічній сингонії. Розчинність ангідриту становить 1 г/л.

І гіпс, і ангідрит належать до осадових порід. Вони в основному утворюються, коли солоні озера або окремі океанські лагуни висихають. Гіпс першим випадає в осад із розчину через його низьку розчинність порівняно з іншими солями (сульфатними солями натрію, калію, магнію, хлоридами).

Відомі також поклади гіпсу, що утворюються в результаті взаємодії вапняку з сульфатом магнію або розчинами сірчаної кислоти, сировиною для яких є суміш сульфідних покладів, головним чином піриту.

Залежно від характеру родовищ розрізняють сингенетичні родовища гіпсу (безпосередні відклади двогідрату гіпсу з розчинів) і епігенетичні, що виникають в результаті гідратації раніше утвореного ангідриту. Найбільш поширені епігенетичні відкладення. На поверхні ангідрит найчастіше перетворюється на гіпс і збільшується в об'ємі, але на глибині (100–150) м тиск породи, що залягає, перешкоджає такому перетворенню.

Крім чистого гіпсу, в природі існують також гіпсовмісні породи, що містять велику кількість глинистого матеріалу або карбонатів. Ці породи являють собою механічно дрібнодисперсні суміші гіпсу і піщаної глини або вапнякової глини і називаються **глиногіпсом**, гажею або ганчем. Склад цих порід нестабільний

навіть у межах одного родовища, що істотно обмежує область їх застосування.

Родовища гіпсу і ангідриту дуже поширені і залягають у відкладах усіх геологічних епох від кембрійського до четвертинного періодів. Поклади гіпсу та ангідриту зазвичай зустрічаються в стародавніх руслах річок, реліктових озерах і низинах. В Україні основні родовища гіпсу розробляються в Донбасі та Чернівецькій областях.

Крім природного гіпсу, для виготовлення в'язучих використовуються також відходи хімічного виробництва. Найважливішим з цих відходів є фосфогіпс, який отримують обробкою природного апатиту і фосфіту сірчаною кислотою з отриманням фосфорної кислоти, подвійного суперфосфату, преципітату, фосфату амонію та інших концентратів, які отримують у процесі виробництва фосфорних добрив. Залежно від умов виробництва в осад можуть входити дигідрат і ангідрит сульфату кальцію.

Фосфогіпс містить як домішки нерозкладений апатит і кремнезем. Частина оксиду фосфору (V) зазвичай знаходиться у водорозчинному стані.

Утворення гіпсових в'язучих при низькотемпературному випалюванні. Виробництво низьковипалювального гіпсу складається з попередньої підготовки сировини, що складається з сушіння і подрібнення гіпсового каменю, дегідратації його в процесі термічної обробки з наступним тонким помелом або подрібненням перед дегідратацією.

У деяких випадках подрібнюють як природний гіпс (первинний помел), так і готове в'язуче (вторинний помел). Послідовність операцій при виробництві гіпсу залежить від виду обладнання для його дегідратації.

В даний час найбільш поширені дві технологічні схеми. За першою схемою дегідратація здійснюється в котлах періодичної або безперервної дії, де матеріал не контактує безпосередньо з топковими газами. При використанні варильних котлів гіпс необхідно попередньо подрібнити. За другою схемою дегідратацію кускового гіпсу проводять у сушильному барабані, а випалений продукт піддають подальшому подрібненню. Існують також схеми, в яких помел і дегідратація гіпсу здійснюється одночасно.

Гіпсовий камінь надходить на завод з кар'єру у вигляді шматків розміром до 350 мм або щебеню. Шматковий гіпс піддають одному або двом стадіям попереднього подрібнення. Для цього на першій стадії використовують щокову, а на другій – також і молоткову дробарки. Конусні дробарки використовуються як на першій, так і на другій стадіях.

Вологість кар'єрного гіпсового каменю може коливатися у значних межах залежно від його структури, обводненості родовита, пори року та багатьох інших факторів. Найбільшою мірою вологість залежить від сумарної площі поверхні шматків – чим менший розмір шматка, тим вологість більша. Так, наприклад, за інших однакових умов вологість шматків розміром до 60 мм становить близько 1%, шматків розміром 10 мм – близько 4%, а шматків розміром 5 мм – близько 10%.

Вологий гіпсовий камінь має підвищену в'язкість. Тому його необхідно попередньо висушувати, щоб полегшити процес подрібнення і підвищити продуктивність помельного обладнання.

Як правило, процес сушіння поєднується з процесом подрібнення. Для одночасного сушіння і подрібнення використовують аеробні, шахтні та ролико-маятникові млини. До всіх цих млинів подається топковий газ з температурою (300–400)° С. Дрібні частинки виносяться з помельних установок потоком гарячого газу і направляються в електрофільтри (циклони, акумуляторні циклони або електрофільтри) [9].

Як правило, 1 м³ такого газу містить приблизно 1 кг гіпсового пилу. Зміною швидкості руху газу можна регулювати тонкість помелу гіпсу. Гірничі млини мають потужність (5–25) т/год, ролико-маятникові млини – до 10 т/год.

Варіння в гіпсоварильних казанах. Варильні котли – найпоширеніші з агрегатів, в яких здійснюється термічна обробка гіпсу, їх перевага перед іншими агрегатами полягає в простоті конструкції, чистоті і однорідності одержуваного продукту, що добувається. Недоліком котлів є циклічність їх роботи, оскільки завантаження і розвантаження займає надмірну кількість часу. Крім того, дно і боки котлів часто прогоряють, що робить ремонт більш трудомістким.

Підприємства обладнані, як правило, казанами місткістю 15 м³, продуктивністю 7 т/год, а останнім часом встановлюються

також котли місткістю 25 м³, продуктивністю понад 11 т/год. **Гіпсоварильні котли** – це зварні барабани з кришкою і сферичним днищем. У котлах місткістю 15 м³ в середині розміщено чотири, а казанах більшої ємкості – шість або вісім жарових труб. Котли оснащені мішалками, обертові лопаті яких перемішують гіпс для забезпечення рівномірного нагріву. Сегменти ланцюгів, що прикріплені до мішалки, очищують гіпс знизу і захищають її від прогорання. Котел вмонтований в цегляну стіну, під ним будується топка, і топковий газ нагріває котел ззовні, проходячи по теплопроводах.

Завантаження гіпсу в котел здійснюється пневматичним шляхом шляхом включення конвеєра або мішалки. При цьому зберігається хороша плинність штукатурки.

Завантаження гіпсу в котел здійснюється пневматичним шляхом при ввімкнутій мішалці, або конвеєром. При цьому зберігається хороша плинність гіпсу.

Зазвичай температура гіпсу в казані становить (60–70)° С, але протягом перших 30 хвилин варіння гіпс нагрівається до температури (120–150)° С, при якій він інтенсивно нагрівається. Почнеться зневоднення (кипіння). Під час процесу дегідратації температура казана залишається сталою, але після закінчення дегідратації температура починає підвищуватися, а гіпс починає осідати.

Повне перетворення гіпсу в напівгідрат вимагає швидкого погіршення властивостей навіть при (1–2)% дигідрату в готовому продукті, що скорочує час затвердіння та зменшує споживання води. Для повного перетворення гіпсу на півгідрат звичайно після кипіння його нагрівають ще на (20–30)° С, оскільки навіть (1–2)% двогідрату в готовому продукті різко погіршують його властивості, пришвидшуючи строки тужавіння та збільшуючи водопотребу. Перегріванні гіпсу понад (170–180)° С призводить до небезпеки утворення розчинного ангідриту, який негативно впливає на властивості будівельного гіпсу. Як правило, варіння гіпсу займає (1,5–3) години. Однак збільшення часу варіння (з 4 до 6 годин) зменшує витрату води і збільшує міцність гіпсу майже в два рази.

Із гіпсоварильних котлів гіпс подається у бункер «томління», проміжної місткості для зберігання гіпсу, яка виконує певну, технологічну функцію.

Фізичне нагрівання матеріалу викликає дегідратацію залишків дигідриту, а водяна пара, що виділяється, використовується для гідратації зневодженого напівгідрату та розчинного ангідриту. Таким чином, якість гіпсу після вилежування покращується.

Деякі казани періодичної дії були модифіковані для безперервного варіння. Для виймання готового виробу знизу тягнеться труба. При кип'ятінні гіпсу напівгідрат швидко опускається на дно і зливається. Завантаження і вивантаження виконують так, щоб рівень гіпсу в казані зберігався сталим. Потужність такого казана на (25–40)% перевищує потужність звичайних казанів однакової місткості, а витрата палива – менша.

Для безперервного варіння гіпсу застосовують також реактори-теплообмінники з обертовими конвейєрами-теплообмінниками і масляним теплоносієм. Також використовується установка, в якій гіпсовий порошок нагрівають електричними нагрівачами, розміщеними на зовнішній стороні гвинтового конвеєра та всередині вала. У першій секції підтримують температуру поверхні нагріву приблизно 300°C і швидко нагрівають гіпс до температури дегідратації ($115\text{--}125^{\circ}\text{C}$), у наступних секціях температура гріючої поверхні дещо нижча (близько 220°C), а температура речовини близька до 150°C [3].

Така температура запобігає утворенню зневодненого напівгідрату та розчинного ангідриту, що позитивно впливає на якість кінцевого продукту. Регулюючи кількість пари, що випускається з обладнання, можна створити умови для переважного добування напівгідрату.

При варінні в казані гіпс піддається попередньому подрібненню, але подрібнення після дегідратації є необхідною операцією.

Вторинний помел відбувається в стрижневих або трубних млинах. У процесі подрібнення нерозкладений гіпс зневоднюється, а розчинна форма ангідриту гідратується і перетворюється на напівгідрат. Цьому процесу сприяє підвищення температури гіпсу при помелі до ($115\text{--}120^{\circ}\text{C}$) тому, якщо здійснюється вторинний помел, відпадає потреба в камерах томління, оскільки процеси відбувається при гарячому магазинуванні і протікають у млині швидко та повно. При вторинному подрібненні частинкам надають

лускату форму, що позитивно впливає на пластичні властивості гіпсу.

Інтенсифікації процесу зневоднення в кип'ятильному котлі можна досягти, дозуючи в гіпс певну кількість солей. Це зменшує парціальний тиск пари над гіпсом, сприяючи зниженню температури дегідратації. У практиці гіпсових заводів у казан додають сольовий розчин густиною $1,2 \text{ г/см}^3$ у кількості (0,10–0,15)% від маси гіпсу. При цьому знижується не тільки температура дегідратації, але й покращується якість готового продукту. Недоліком гіпсу з добавками NaCl є висока гігроскопічність і втрата активності при зберіганні. Тому використовувати його бажано відразу після виготовлення.

Дегідратація гіпсу в обертових барабанах. Основна перевага обертових барабанів – це безперервність виробничого процесу. Крім цього, вони також мають істотний недолік – нерівномірність випалювання. При короткочасному знаходженні гіпсових шматків у барабані в центрі їх можуть залишатися зерна двогідрату, що не розклався. Це пояснюється тим, що контакт із гарячими печними газами може спричинити дегідратацію поверхневого шару гіпсових шматків, що призведе до утворення розчинного і навіть нерозчинного ангідриду. Суворо дотримуючись технологічного режиму обертових барабанів, можна отримати високоякісні зв'язувальні матеріали.

Гіпс випалюють за допомогою обертових барабанів, які використовують для сушіння в інших галузях промисловості. Нагрівання може здійснюватися як прямою, так і протитоком. У прямої температури димових газів на вході в барабан становить $(800\text{--}1000)^\circ \text{C}$, а на виході – $(160\text{--}180)^\circ \text{C}$. Для зворотного потоку – $(600\text{--}800)^\circ \text{C}$ і $(60\text{--}70)^\circ \text{C}$ відповідно.

Існують також випалювальні барабани, в яких матеріал не контактує з димовими газами. У таких печах не важливі швидкість руху потоків пари і повітря, що рухаються всередині, і їх обсяг, в потоці виноситься невелика кількість найдрібніших частинок гіпсу, що спрощує систему очищення газу.

В обертові барабани зазвичай подається щебінь розміром (10–20) і (20–35) мм, а дрібний порошок використовується для гіпсування ґрунтів, або після помелу потрапляє в гіпсоварильний

котел. Випалений щебінь вилежується в проміжному бункері і подрібнюється в кульовому млині.

Інші методи випалювання гіпсу. У зв'язку з тим, що температура зневоднення гіпсу низька. Є кілька варіантів поєднання помелу і випалу. При цьому в якості подрібнювального обладнання використовують різні високошвидкісні млини (шахтні, роликові, аеробільні). Гіпсовий камінь із шокової дробарки надходить у млин через відповідні бункери та живильники, куди надходять розведені до необхідної температури топкові газу. Сушіння, дегідратація і подрібнення здійснюються одночасно в млині. Дрібні частинки переносяться потоком газу в шахту або трубу, тоді як більші частинки випадають з потоку і повертаються на домелювання. Готовий гіпс послідовно осаджується в циклоні, батарею невеликих циклонів і рукавному фільтрі, звідки кінцевий продукт транспортується через шнекову систему в силоси для зберігання. Так, випалений гіпс тужавіє дуже швидко (початок тужавіння (2–3) хв, кінець – (6–8) хв. Склад гіпсу неоднорідний і містить велику кількість розчинного ангідриду і дигідрату.

Кульові млини також можуть одночасно робити помел та дегідратацію гіпсу, а час перебування матеріалу при цьому довший, ніж у високошвидкісних млинах, тому якість гіпсу вища та відповідає вимогам стандартів. Недоліком кульових млинів є те, що вони не підходять для введення високотемпературних топкових газів. Агрегати безперервної дії включають також агломераційні решітки та обладнання для випалювання.

Агломераційна решітка – це нескінченна металева сітка, натягнута між двома барабанами. Верхня частина сітки підтримуються спеціальними роликами, щоб не допускати провисання. Гіпсовий камінь подається з завантажуючого бункера на сітку, при цьому крупніший щебінь падає безпосередньо на сітку, а дрібніший зверху на нього. Таке завантаження запобігає провалювання гіпсу. Через камеру випалу проходить стрічка з рухомим гіпсом. У верхній її частині знаходиться пальник, а нижня частина камери підключається до системи пилоосаджувальних пристроїв [8].

Гіпс випалюється завдяки променистій енергії факела та прямому контакту з гарячими газами. Відпрацьований газ надходить

у бункер сирого гіпсу для попереднього нагріву. Випалений матеріал містить велику кількість розчинного ангідриду.

Обладнання для випалу з киплячим шаром складається з газової печі та камери випалу. Коли камерні гази проходять через шар матеріалу, вони перетворюють його у псевдозріджений стан, випалюють та допомагають у передачі його до розвантажувального обладнання. Відпрацьовані гази видаляються через спеціальні газоходи. Установка може бути повністю автоматизована. Витрата палива у такому випадку становлять 32 кг/т.

Випалювальні барабани та комбіноване обладнання для суміщеного випалювання і помелу представляє собою установки з'єднані із зовнішньою атмосферою. Середовищем, що контактує з випалювальним матеріалом в цих пристроях, є повітря з низькою відносною вологістю або продукти згоряння палива. Тому в процесі дегідратації кристалізаційна вода виділяється у вигляді пари, а основною фазою в'язучого, що утворюється є *b*-напівгідрат з тонкою, майже аморфною структурою, що призводить до великої потреби води (60–80%) та низькою механічною міцністю зливків. У казанах, особливо великої ємності, можуть створюватись умови, коли вода виділяється у вигляді крапель в рідкому стані [3].

Як наслідок, будівельний гіпс, виготовлений у котлах, як правило, містить, крім *b*-напівгідрату, певну кількість *a*-напівгідрату, який має кристалічну структуру та меншу водопотребу. Якість гіпсу, виробленого у варильних котлах є високою.

Високовипалювальний гіпс буває трьох марок: Г10, Г15 і Г20 в залежності від межі міцності на стиск через 28 діб для зразків із тіста нормальної щільності. Як і ангідритний цемент, високовипалювальний гіпс повинен бути вологим протягом початкового періоду тужавіння (до 1–2 місяців). Високовипалювальний гіпс твердне тільки при тісному контакті частинок в'язучого матеріалу однієї з одною, тому застигаючу масу необхідно ущільнювати трамбуванням. Затвердіння естрихгіпсу супроводжується незначною усадкою.

Серед усіх гіпсових в'язучих високовипалювальний гіпс має найвищу водо- і морозостійкість. Його ще називають гідралічним гіпсом. Підвищена водостійкість обумовлена його більш високою щільністю і меншою водопроникністю.

Високовипалювальний гіпс характеризується підвищеною зносостійкістю, тому найчастіше використовується для виготовлення безшовних підлог і для підготовки під лінолеум.

Повітряне вапно

Повітряне вапно являє собою в'язуче, що одержується шляхом помірного випалювання карбонатної породи, що містить до 8% глинистих домішок.

Розрізняють наступні види повітряного вапна: а) *негашене грудкове* – продукт випалювання карбонатної породи; б) *негашене мелене* – продукт, отриманий шляхом помелу кускового вапна. в) *гідратне гашене* – порошкоподібний продукт гідратації негашеного вапна. Повітряне вапно, за повітряно-сухих умов, забезпечує твердження та збереження міцності будівельних розчинів.

Як правило, для виготовлення вапна використовуються породи з карбонату кальцію. Карбонат кальцію існує в природі в двох кристалічних модифікаціях: кальциту і арагоніту, CaCO_3 і $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Елементарна комірка кальциту містить дві молекули CaCO_3 і має форму ромбоєдра. Твердість кальциту за десятибальною шкалою дорівнює 3, густина – приблизно 2700 кг/м^3 . Кристали кальциту мають ідеальну спайність у трьох напрямках. Кальцит має високе подвійне променезаломлення, а його прозорі, чисті, добре огранені кристали називаються ісландським шпатом і використовуються у виробництві оптичних приладів.

Арагоніт кристалізується в ромбоподібній сингонії і має твердість (3,5–4,0) та щільність (2900–3000) кг/м^3 . На відміну від кальциту, спайність арагоніту виражена слабо. Арагоніт зазвичай зустрічається в щільних природних масах (онікс). Цей мінерал, як правило, виділяють з гарячих джерел. При температурі 400°C арагоніт перетворюється на кальцит. У гідротермальних умовах утворюється ваттерит, близький за структурою до арагоніту.

Вапняки – це осадові утворення органічного або хімічного походження.

Органогенні вапняки утворювалися в різні геологічні періоди зі скупчень раковин і панцирів молюсків і черепашок, зцементованих високодисперсним кальцитом.

Хімічні вапняки утворились у твердому вигляді з водного розчину гідрокарбонату кальцію, внаслідок переходу його в

карбонат. Мармур утворився з осадних вапняків в результаті метаморфізму.

Колір вапняку визначається домішками. Чистий вапняк зазвичай має білий колір. Домішки оксидів заліза і марганцю забарвлюють в жовті, коричневі, червонуваті тони, а домішки вуглецевмісних речовин – у сірий і навіть чорний колір. Найбільш характерними домішками вапняку є карбонат магнію, кремнезем, глинисті речовини, гіпс, пірит. Сполуки фосфору зустрічаються в невеликих кількостях.

Високодисперсна кремнеземно-глиниста суміш із вмістом до (5...7)% і правильно підібраний режим випалу не знижують якості вапна. Домішки гіпсу і піриту небажані, так як вони викликають появу легкоплавких евтектик. При цьому утворюється вапно, що повільно гаситься.

Вапняк із вмістом глинистих домішок (8...25)% називають **мергелем**, при вмісті карбонату магнію (5...20)% – **доломітизованим**, (25...45)% – **доломітом**. Доломітизовані вапняки і доломіти мають матові поверхні.

Карбонатні породи, що використовуються для видобутку вапна, за хімічним складом поділяються на сім класів. Із сировини класів А і Б одержують відповідно жирне (пластичне) і пісне маломagneзіальне вапно із сировини класів В і Г – магнезіальне, а з сировини класів Д і Є – доломітове, а з сировини класу Ж – гідралічне вапно.

За структурою вапняк буває кристалевим зернистим мармуроподібним, щільним тонкозернистим, оолітовим, що складається з окремих зцементованих кулястих утворень, в яких присутні піщинки і порожнини, вапнистий туф – класифікується як порожниста порода, утворена з карбонату кальцію, черепашниковий, що складається з окремих зцементованих карбонатом кальцію черепашок, землисто-крихкий – крейда, доломітизований вапняк, доломіт.

Кристалічний зернистий щільний вапняк має межу міцності при стиску (20–120) МПа при середній щільності (2400–2800) кг/м³. Міцність деяких мармурів досягає 300 МПа. Межі міцності на стиск оолітових вапняків, вапнякових туфів і черепашників становлять (0,5–50) МПа при середній щільності (1000–1800) кг/м³. Вологість у

вапнякових кар'єрах коливається в межах (3–10)%, крейди – (15–25)% [3].

Для виробництва вапна можна використовувати всі види вапняку, крім мармуру, який використовується для оздоблювальних робіт. Оолітовий вапняк, туф і черепашки також використовуються як стінові та оздоблювальні матеріали. Основною сировиною для виробництва цементу є вапняк. Фізичні властивості сировини (міцність, стиранність) визначають вибір обладнання для випалювання, а хімічний склад і кількість домішок визначають температуру випалювання.

Мелене негашене вапно

За певних умов вапно, як і інші в'язучі, може тверднути в результаті реакцій гідратації. При використанні вапна у вигляді гашеного вапна або тіста реакція гідратації в часі не збігається з процесом твердіння. Якщо кількість води, взятої для гашення, перевищує кількість води, необхідної для виробництва гашеного вапна, то відразу після процесу гідратації відбуваються процеси тужавіння і твердіння.

При використанні подрібненого негашеного вапна необхідно суворо дотримуватися певних правил. Вапно має бути дрібного помелу. Залишок на ситі номер 008 не повинен перевищувати 10%, а залишок на ситі номер 063 не повинен перевищувати 2%. Якщо вапно подрібнене більш грубо, процес гасіння більших частинок призведе до локального перегріву, утворення пари та внутрішніх напруг.

Необхідно дотримуватися певного співвідношення води і вапна. Кількість води зазвичай повинна складати (100–150)% від маси вапна і підбирається дослідним шляхом в кожному окремому випадку з урахуванням температури навколишнього середовища та швидкості гідратації вапна. При недостатній кількості води маса розпушиться за рахунок інтенсивного пароутворення, а при надлишку – тісто не тужавіє.

Необхідно вжити заходів для запобігання раптового нагрівання та випаровування води. Процес гідратації вапна відбувається настільки швидко, що протягом години виділяється 1160 кДж тепла на кожний кілограм вапна. Тому при використанні негашеного вапна необхідно відводити тепло, не змінюючи

загальної кількості, або вводити сповільнювач гасіння, що збільшує час тепловиділення.

На практиці широко використовують сульфітно-дріжджову барду, яку додають у воду для замішування, в кількості (0,2–0,5)%, а також гіпс, що вводиться при помелі, в кількості (3–5)% маси вапна. Якщо вапно випалене нерівномірно і містить частинки перепалу, які швидко або повільно гасляться, крім сповільнювача вводять також прискорювач гасіння і розбавлений розчин соляної кислоти. Прискорювачі сприяють гідратації силікатів, алюмінатів і оксидів магнію, підвищуючи міцність розчину і бетону.

Також рекомендується двоетапне змішування з водою для рівномірного гасіння. При цьому спочатку вводять (80–90)% води, перемішують і залишають розчин на 1 год. Потім додають воду, що залишилася, необхідну для нормального легкоукладання, і поміщають розчин у форму для тужавіння та затвердіння. Експериментально визначено тривалість процесу перемішування і вібрації при закладанні вапняного розчину в форму. Тривалий механічний вплив на розчин може перешкоджати процесу тужавіння і твердіння, знижуючи міцність виробу. Мелене негашене вапно має певні переваги перед гашеним вапном і вапняним тістом.

По-перше, у процесі твердіння використовуються силікати, алюмінати та ферити, які або викидаються, або залишаються як баласт під час видобутку гашеного вапна. По-друге, створюються більш сприятливі умови для гасіння MgO. По-третє, вироби з негашеного вапна можуть тверднути при температурі нижче 0° С, оскільки в процесі твердіння виділяється велика кількість тепла.

Порівняно з гашеним вапном і тістом, частинки меленого вапна мають меншу питому поверхню, тому для замішування розчину або бетону з меленого вапна потрібно менше води. Також завдяки зменшеній витраті води зростає міцність виробу. Крім того, вапно зв'яже 32,13% води під час гідратації. Тому вироби з меленим (подрібненим) вапном швидше сохнуть і виходять більш щільними, ніж вироби з вапняного тіста.

Для виробництва подрібненого вапна рекомендується використовувати вапняк з високим вмістом MgO і глинистих домішок. Застосування негашеного вапна особливо ефективно з вапновмісними в'язучими речовинами (вапняний шлак, вапняна зола та ін.), а також у бетонах автоклавного твердіння.

До недоліків подрібненого вапна слід віднести виділення при дробленні великої кількості їдкої пилу, що погіршує умови праці. Також використовувати подрібнене негашене вапно потрібно відразу після його помелу. Допустимий термін зберігання в складах з механізованим навантаженням і розвантаженням всього (5–10) діб. Подрібнене негашене вапно необхідно транспортувати в бітумованих мішках, контейнерах, цементовозах. Термін зберігання вапна в мішках не повинен перевищувати 15 діб. При тривалому зберіганні мішки лопаються через гідратацію вапна.

Крім меленого негашеного вапна виробляють також карбонатне вапно. Це продукт, який отримують розтиранням вапна з карбонатними породами (крейда, вапняк) або розтиранням неповністю випаленого вапна.

Помел вапна здійснюється в різних агрегатах залежно від характеристик продукту, що дробиться. Перед помелом негашене вапно необхідно подрібнити. М'яковипалене вапно без перепалів, недопалів і кварцових домішок, добре подрібнюють у валкових, роликкових, бігункових і маятникових млинах, що працюють за принципом роздавлювання. Ці млини споживають багато електроенергії.

Найчастіше вапно перемелюють в кульовому млині. Оскільки вапно має тенденцію злипатися і прилипати до куль і стінок млина, для досягнення високого ступеня дисперсії частинок використовуються короткі млини зі співвідношенням діаметра до довжини від 1:1 до 1:2, а високодисперсні часточки намагаються по можливості видалити з агрегату, в якому виконується помел. Тому млин працює за замкнутим циклом з одним або двома сепараторами. Більші частки відокремлюють у сепараторі і повертають у млин для подрібнення, а готову частину видаляють із сепаратора з повітрям і відстоюють у циклоні [2].

Причина агрегації часток вапна не до кінця зрозуміла, але підтверджено, що якщо кускове вапно зберігається на складі кілька днів задалегідь, його здатність до злежування (агрегації) знижується.

Під час помелу рекомендується вводити в млин задану кількість води у вигляді пари або крапель. В іншому випадку матеріал буде злипатися.

У процесі помелу в мелене негашене вапно можна вводити мінеральні добавки, більшість з яких підвищує водостійкість продукту без шкоди для інших властивостей. В якості мінеральних добавок використовують доменний і паливний шлаки, золу, вулканічну пемзу, туф і золу, золу і кварцевий пісок. Кількість доданої добавки повинна бути такою, щоб вміст активного $\text{CaO} + \text{MgO}$ був не меншим за вимоги стандарту. При одночасному помелі вапна і мінеральних добавок найкраще проводити помел у відкритому циклі, оскільки в сепараторних млинах важко досягти стабільного складу кінцевого продукту через різну подрібнюваність вапна і мінеральних добавок.

Твердіння вапняного розчину. Твердіння розчину на гашеному вапні називають **карбонатним**. Це затвердіння спричинене двома процесами: кристалізацією та карбонізацією гідроксиду кальцію.

Цей процес відбувається переважно на поверхні. Карбонізація глибинних шарів є тривалою. Випаровування води з розчину сприяє підвищенню міцності. Утворення CaCO_3 підвищує міцність і водостійкість продукту.

Якщо замість піску в якості заповнювачів використовувати активні добавки (шлак, мелену недовипалену цеглу та ін.), то разом з утворенням карбонатів можуть утворюватися гідросилікати кальцію, що підвищує міцність розчину. Утворенням великої кількості гідросилікатів, що покращує зчеплення в'язучого із заповнювачем, пояснюється висока міцність (до 7–14 МПа) давніх вапняно-цементних розчинів.

Поступове перетворення на тверду речовину розчину з негашеного вапна внаслідок взаємодії CaO і води, появи гідратуотворень і їх кристалізації називають **гідратним твердненням**. Процес гідратного тверднення відрізняється від карбонатного тим, що безводний оксид кальцію гідратується на першому етапі. Цей процес може відбуватися як топохімічно, так і через розчини. Однак, незалежно від механізму процесу, гідроксид кальцію виділяється в колоїдному стані. Колоїдні частинки об'єднуються, утворюючи агреговану структуру, яка поступово перетворюється на кристалічну структуру.

Вироби з вапняного піску в умовах автоклавування тверднуть за рахунок утворення гідросилікату кальцію. Таке зміцнення називається **гідросилікатним**.

Обробку виробів високотемпературною парою зазвичай проводять в автоклавах під тиском (0,9–1,6) МПа, що відповідає температурам (174,4–200)° С.

Гідросилікатне тверднення використовується у виробництві силікатної цегли та силікатного бетону.

Властивості та застосування вапна. Щільність негашеного вапна змінюється в межах (3100–3300) кг/м³ і зростає з підвищенням температури випалу. Гашене вапно в аморфному стані становить 2080 кг/м³, а в кристалічному 2230 кг/м³.

Середня щільність грудкового вапняна в кусках коливається від 1600 до 2600 кг/м³ в залежності від температури випалу і вмісту домішок, чим менша середня щільність, тим нижча температура випалу.

Середня щільність подрібненого вапна в нещільному стані становить (900–1100) кг/м³, в ущільненому (1100–1300) кг/м³, гідратному (гашеному вапні) відповідно (400–500) кг/м³ і (600–700) кг/м³, вапняного тіста – (1300–1400) кг/м³.

Основні властивості будівельного повітряного вапна визначається стандартом, відповідно до якого, повітряне вапно поділяють на **кальцієве** (містить до 5% MgO), **магнезійне** (5–20)% MgO і **доломітове** (20–40)% MgO.

На додаток до загального вмісту активного CaO + MgO, негашене вапно також має потребу в тонини.

Міцність розчинів на основі гідравлічного вапна вища, ніж розчинів на основі повітряного вапна.

Гідравлічне вапно випробовують на брускових зразках (40 x 40 x 160) мм у розчині 1:3. Після витримки у вапні протягом 24 годин за допомогою гідравлічного змішувача зразки виймають із форми та зберігають протягом 6 днів над водою, а потім протягом 21 дня під водою.

Через 28 діб витримки межа міцності на стиск зразків з низьким вмістом гідравлічного вапна повинна бути не менше 1,7 МПа, а межа міцності на стиск зразків з високим вмістом гідравлічного вапна повинна бути не менше 5 МПа. Межі міцності на вигин не менше 0,4 МПа і 1 МПа відповідно. Гідравлічне вапно,

отримане з правильно підібраного режиму випалу і ретельно подрібненої сировини з гідравлічним коефіцієнтом (2–4) МПа (тобто вмістом гідравлічних компонентів (50–80)%), має високу міцність на стиск (6–15) МПа і навіть 20 МПа.

Гідравлічне вапно забарвлюється в світлі тони: білий, кремовий. Тому з додаванням відповідних мінеральних пігментів можна отримати кольорове вапно, яке використовують як декоративний або оздоблювальний матеріал. Пігменти, що вводяться в вапно, повинні бути стійкими до дії лугів. До таких пігментів в основному відносяться охра, сурик і мумія. Також в розчин для забарвлення можна додати подрібнену червону цеглу. Масова частка пігменту зазвичай не перевищує 5%.

Гідравлічне вапно використовують у виробництві будівельних розчинів з підвищеною водостійкістю і міцністю, для виробництва вапняно-пуцоланового цементу, легких і важких бетонів низьких марок. Вапняно-пуцолановий цемент на основі гідравлічного вапна характеризується підвищеною міцністю і повітростійкістю. Гідравлічне вапно також можна використовувати як основу для фресок. Тобто при фарбуванні розведеними мінеральними фарбами по свіжій штукатурці. Такі фрески дуже довговічні.

Гідравлічне вапно також можна використовувати для стабілізації ґрунту при будівництві доріг з низькою інтенсивністю транспорту. Розчин і бетон на основі гідравлічного вапна мають високу міцність при експлуатації їх навіть у вологому повітряному середовищі.

Повторне зволоження та сушіння, а також заморожування та відтавання мають негативні наслідки, оскільки вони зменшують щільність продуктів гідравлічного вапна.

Технологія виробництва цементу

Портландцемент – це гідравлічна в'язуча речовина, одержувана одночасним подрібненням клінкеру та гіпсу, іноді добавок. Основною сировиною для портландцементу є вапняк і глина. Клінкер отримують шляхом випалу сирової суміші вапняку і глини певного складу до спікання, в результаті чого переважає високоосновний силікат кальцію.

До портландцементу додають гіпс для регулювання часу тужавіння та підвищення міцності. Розрізняють портландцемент без

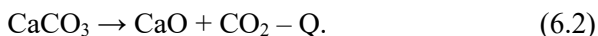
добавок, портландцемент з мінеральними добавками і шлакопортландцемент.

У портландцемент з мінеральними добавками можна вводити шлаки доменної або електротермофосфорні шлаки в кількості до 20% від маси в'язучого, активні добавки осадового походження – до 10%, активні добавки вулканічного походження – до 15%. Шлакопортландцемент повинен містити не менше 21% і не більше 80% доменного гранульованого або електротермофосфорного шлаків.

При виробництві портландцементу допускається вводити до 5% добавок, що прискорюють твердіння або підвищують міцність (кренти, сульфоалюмінатні і сульфоферитові продукти, випалений алуніт та каолін).

Сьогодні на будівельних майданчиках по всьому світу портландцемент є основним матеріалом для виробництва бетону, залізобетону та будівельних розчинів. Якість і властивості портландцементу в першу чергу визначаються складом і структурою клінкеру. Добавки, введені лише в певній мірі, контролюють ті чи інші його властивості.

Вапняк при випалюванні розкладається на оксиди SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , які потім вступають в реакцію з CaO і утворюють мінерали $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ і еліт ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) – основний мінерал майбутнього цемент (формула 6.2).



Тобто основними і обов'язковими оксидами у складі цементного клінкеру є оксид кальцію, кремнезем, глинозем, оксид заліза, їх вміст у клінкері становить (95–97)%.

Якість клінкеру певною мірою можна визначити за даними хімічного аналізу. Хімічний аналіз готового портландцементу не є показовим, оскільки його склад змінюється за рахунок добавок, що вводяться при помелі.

Першим за змістом і цінністю є оксид кальцію CaO . Чим більше CaO в цементі, тим він буде міцнішим і тим швидше застигне. Однак обов'язковою умовою отримання якісних клінкерів є повне зв'язування CaO кислотними оксидами. CaO , що залишився у вільному стані, викликає нерівномірність зміни об'єму, оскільки

під час випалювання клінкеру в результаті високої температури він отримується в повній мірі випаленим і не гаситься під час замішування цементу водою, а гідратується в уже затверділому цементі, викликаючи появу небезпечних напруг [8].

Цемент з високим вмістом СаО при твердінні виділяє велику кількість тепла, що знижує водостійкість.

Кремнезем є одним з найважливіших компонентів клінкеру, він зв'язує СаО з силікатами, що твердіють гідралічно.

Глинозем є основним компонентом алюмінату, і зі збільшенням його вмісту він швидко тужавіє і прискорює твердіння. Цемент з більшим вмістом глинозему має меншу сульфатну і морозостійкість.

Оксид заліза покращує спікання клінкеру, а також є кольоровим оксидом.

Технологічна схема виробництва цементу. Виробництво цементу можна розділити на дві групи технологічних операцій. До першої групи належать видобуток і транспортування сировини, її подрібнення і підготовка шихти, випал шихти з вилученням напівфабрикатів (цементного клінкеру). Другий – сушка добавок і подрібнення клінкеру, що містить гіпс і добавки. Другу групу операцій можна виконувати і на іншому підприємстві.

Основне завдання, яке стоїть перед технологами цементного виробництва, – це приготування шихти певного складу. Допустимий розкид вмісту окремих компонентів становить (0,1–0,2)%. При використанні натуральної, часто неоднорідної сировини, такої точності можна досягти лише шляхом дуже ретельного змішування високодисперсних інгредієнтів.

До недавнього часу таке змішування було можливим лише за умови, якщо сировина перебувала у вигляді водної суспензії. Тому в цементній промисловості історично склалися два основних способи виробництва: *мокрый* і *сухий*.

При мокрому способі виробництва сировину подрібнюють, додають (36–42)% води, а витягнутий сирий осад випалюють у довгій обертовій печі. При сухому способі сировину попередньо висушують, а потім подрібнюють. Сире борошно можна випалювати в короткій печі з циклонним теплообмінником або після попереднього гранулювання в короткій печі з конвеєрним кальцинатором.

З технологічної точки зору доцільність застосування того чи іншого способу залежить від складу і властивостей сировини (вологість, однорідність, твердість, здатність до диспергування у воді). Для вологої сировини, яка легко диспергується у воді і має низьку однорідність, краще використовувати *мокрій спосіб виробництва*, а для сировини, яка не диспергується у воді, має низький вміст вологи та є однорідною, краще використовувати *сухий спосіб виготовлення*. Для сировини з високим вмістом вологи найбільш доцільно готувати сировину напівсухим способом виробництва, тобто мокрим, і зневоднювати осад перед спалюванням.

Для сировини з високим вмістом вологи найбільш доцільно готувати сировину напівсухим способом виробництва, тобто мокрим, і зневоднювати осад перед випалюванням.

У 1950-х роках ХХ ст. цементна промисловість розвивалася в основному за рахунок удосконалення мокрих способів виробництва, а сухий спосіб, при якому гранульована сировина випалювалася в автоматичних шахтних печах, використовувався лише на деяких підприємствах, але в останні роки сухий спосіб використовується все більше.

Основними передумовами використання сухого способу є принципове вдосконалення процесу гомогенізації сировинного борошна, створення високопотужних установок для одночасного сушіння та подрібнення сировини, потужних пічних агрегатів (печей з циклонними та шахтно-циклонними теплообмінниками), тепловитрати яких становлять (3100–4000) кДж/кг на кг клінкеру (у довгих печах, що працюють за мокрим способом – (5300–6500) кДж/кг).

Сухе виробництво зменшує загальні витрати тепла на сушку та випалювання. При вологості від 3,5% – 1680 кДж/кг, при вологості 17% – 840 кДж/кг. Тільки коли вологість сировини перевищує 20%, кількість тепла, що витрачається сухим і мокрим способами виробництва, приблизно однакова. Вихідний пічний газ сухого процесу має низьку вологість, тому його можна використовувати для сушіння сировини.

Хоча помел за мокрим способом ефективніший, ніж за сухим, однак у зв'язку з тим, що для печей з циклонними теплообмінниками використовують більш низькодисперсну

сировинну суміш, загальна витрата електроенергії на помел при мокрому способі не перевищує витрати електроенергії при сухому способі тільки при застосуванні сировини, що легко диспергується у воді.

Сухе випалювання значно зменшує кількість використаної прісної води, і в останні роки воно набуло все більшого значення.

Хоча газопилення сухого процесу значно вище, ніж мокрого процесу, загальна кількість пічного газу (35–40)% менша, тому витрати на знепилення приблизно однакові.

В даний час і в найближчі роки планується комплексна розробка сухого процесу виробництва цементу в печі з циклонним теплообмінником і реактором декарбонізації. Це зменшує витрати палива на (30–40)% і металомісткість пічних агрегатів в (2,5–3) рази порівняно з мокрим способом. Застосовуючи сухий метод, можна збільшити виробничу потужність агрегату та знизити витрати на одиницю виробництва [2].

Приготування суміші портландцементу. Приготування сировинних сумішей із певним хімічним складом і певними фізичними властивостями (вологість, тонкість помелу, сипучість) є одним із основних процесів у технології цементу. Якісна сировинна суміш, мінімальні відхилення від заданих параметрів забезпечують успішне протікання наступних технологічних процесів.

Процес приготування сировинної суміші включає подрібнення (грубого і тонкого помолу), дозування, змішування сировинних компонентів і регулювання хімічного складу сировинної суміші, гомогенізацію і випалювання приготовленої суміші.

Залежно від способу приготування сировинної суміші схема її приготування може бути переривчастою (порційне коригування), напівпотоковою, потоковою (коригування в потоці).

Раніше в практиці вітчизняного і зарубіжного виробництва цементу найбільш поширеним був спосіб приготування сировинних сумішей, заснований на порційному коригуванні окремих порцій в спеціальних ємкостях (вертикальних шламових резервуарах або коригувальних силосах). Таким чином неоднорідний за хімічним складом матеріал, взятий безпосередньо з кар'єру, переробляється без попереднього усереднення хімічного складу або дотримання точного дозування перед помелом.

Після швидкого розвитку цементної промисловості зростає концентрація виробництва цементу, а також зростають труднощі, пов'язані з порційним коригуванням. Періоди порційного коригування збільшилися, виникла потреба у значно більшій кількості коригувальних басейнів (силосів), а також зростає вартість стисненого повітря та електроенергії для змішування та повторного перекачування коригувальних матеріалів. Крім того, коригування порцій було важко автоматизувати. Тому з'явилися підприємства, які почали випускати сировинні суміші потоками.

Відповідно до цього способу здійснюється точне вимірювання сировинних компонентів перед їх подрібненням, а подрібнена суміш інтенсивно перемішується з великою потужністю для усереднення її хімічного складу.

В даний час регулювання потоку сировинних сумішей здійснюється за допомогою ком'ютерів, вагових дозаторів і швидких методів аналізу сировини. Це дозволяє генерувати багатокомпонентні шихти з достатньою точністю, якої неможливо досягти іншими методами.

Мокрий спосіб виробництва. Після подрібнення вапняку в два етапи безпосередньо на заводі або в кар'єрі він доставляється на об'єднувальний склад, обладнаний грейферними кранами, або безпосередньо в бункер сировинних млинів, минаючи склад. Глину після подрібнення у валкових дробарках і диспергування в глинобовтанках або роторних млинах-мішалках подають на сировинні млини. Частина глинистого шламу подається в один з вертикальних шламових басейнів як коригуючий. Недогарки надходять безпосередньо на об'єднувальний склад, а звідти в бункер сировинного млина. Вапняк і недогарки дозують тарілчастими, а глиняний шлам – ковшовими живильниками.

Похибка в дозуванні інгредієнтів перед подрібненням не перевищує (4–5)%. Кількість недогарків, що надходять у млин, невелика порівняно з кількістю решти інгредієнтів, тому його дозування не є надійним. У зв'язку з цим на багатьох підприємствах із недогарків і глини виготовляють глино-недогарковий шлам, який зберігають у вертикальних шламонакопичувачах і самопливом подають у ковшові живильники сировинних млинів.

Для роздрібнення сировини замість трикамерних млинів діаметром (2,2–2,6) м, що застосовувались раніше, використовують

двокамерні млини більшого діаметра (3–4) м, які обладнані спеціальною сортувальною бронефутеровкою.

Принцип роботи сортувальної бронефутеровки полягає в розподілі подрібнених речовин за розмірами, що зменшуються вздовж млина. Таке сортування дозволяє дотримуватись принципу: чим дрібніше подрібнений продукт, тим дрібніша речовина помелу. Це збільшує продуктивність млина. Перевагою млинів великого діаметру є можливість зменшення кількості млинів (в 2–3 рази), а також зменшення обсягу будівельних робіт. Крім того, розмір частинок, що подаються в млин великого діаметру, становить (15–20) мм порівняно з (8–10) мм для млинів малого діаметру, що усуває потребу в третій стадії подрібнення та знижує витрати.

Як правило, млини працюють за відкритим циклом, але зустрічаються також схеми подрібнення за замкнутим циклом з використанням дугових грохотів, вібраційних грохотів або гідроциклонів як класифікаторів шламу. За цими схемами найбільш раціонально використовувати два короткі млини, перший з яких працює в замкнутому циклі з класифікатором, а другий – доподрібнює тонко подрібнений матеріал з класифікатора. Робота в замкнутому циклі збільшує продуктивність млина, знижує енерговитрати на подрібнення і забезпечує більш однорідний гранулометричний склад сирого шламу. Це дуже важливо для якісного спікання клінкеру.

В даний час починає використовуватися двоступеневе подрібнення, на першому етапі якого використовується стрижневий млин, що готує матеріал для подальшого помелу в короткому трубному млині, тут він подрібнюється до розмірів (0,8–1,4) мм. Немає необхідності встановлювати класифікатор, оскільки немає ризику потрапляння великих часток вапняку або кварцу в піч. Стержневі млини мають велику потужність. Один такий млин може забезпечувати кілька трубних. Також можна завантажувати стрижні в першу камеру багатоканального трубного млина, у другу і третю камери завантажують кулі і циліндри. Якщо підприємство працює з м'якою сировиною (крейда, м'який мергель), для попереднього подрібнення встановлюються автоматичні дробарки «Гідрофол», причому процес подрібнення проходить дуже ефективно.

Сухий спосіб виробництва. Після попереднього подрібнення вапняк і глина відправляються на усереднювальний склад, куди

подають також і недогарки. Подальша підготовка сировини сухими способами виробництва включає процес її сушіння.

В даний час як в Японії, так і за кордоном спостерігається тенденція поєднувати процеси тонкого помелу та помелу і сушіння. Якщо вологість сировини не перевищує 8%, її можна піддавати помелу без попереднього сушіння. Якщо сировина має високу вологість, її необхідно підсушувати в дробарках, ударно-відбивних млинах або сушильних барабанах.

Остаточне сушіння поєднують з подрібненням у млинах 3,2 x 8,5 м з відцентровими сепараторами або в млинах 5 x 10 м з прохідними сепараторами з використанням вихідних газів при температурі (300–325)° С.

Однак для сухого помелу найдоцільніше використовувати млини безкульового подрібнення. При безкульовому помелі в млинах системи «Аерофол» шматки матеріалу, що подрібнюються, виконують роль розмелюючих тіл. У таких млинах процеси подрібнення, сушіння і подрібнення об'єднані в замкнутий цикл з відцентровим або прохідним сепаратором.

Для інтенсифікації подрібнення сировини в млини рекомендується вводити поверхнево-активні добавки. Найбільш ефективними інтенсифікаторами є катіонно-активні сполуки. Триетаноламін і суміш триетаноламіну і СДБ.

Подрібнене сире борошно подається в гомогенізаційний силос, над яким розміщується бункер коригуючих добавок, подрібнених до необхідного розміру. **Гомогенізаційний силос** являє собою циліндричну ємкість з плоским або конічним дном. У силосах місткістю 200–400 м³ борошно-сирець усереднюють і коригують, а в силосах місткістю (1500–2500) м³ зберігають перед подачею на випалювання.

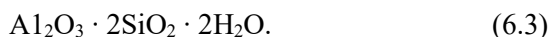
Сире борошно змішується зі стисненим повітрям у гомогенізаційному силосі. При цьому маса насичена повітрям (аерована) порошкового матеріалу набуває текучості і поводить як рідина. Дно силосу покривають металевим повітророзподільником з мікропористою керамічною плиткою або спеціальними тканинами. Залежно від способу аерації ці ємкості діляться на різні групи.

В одну з груп подають 75% загальної кількості стисненого повітря, призначеного для перемішування, аероване сировинне борошно над цією групою ємкостей стає менш густим і ніби

«спливає», а на його місце надходить щільніше борошно з сусідніх секцій, куди подано менше повітря. Через деякий час друга група стає «активною». Так досягають належного усереднення борошна.

Цегла та черепиця

Сировина для виробництва цегли та черепиці. Цегла та черепиця є найпоширенішими місцевими будівельними матеріалами в Україні, і їх виробництво з кожним роком збільшується. За хімічним складом, визначеним у спеціальних лабораторіях, усі глини містять оксид кремнію (кремнезем), двоокис алюмінію (глинозем) і двоокис заліза. Найчастіше глина містить оксид кальцію. Інші хімічні речовини є дуже незначними компонентами глини.



Глина, видобута в кар'єрі, повинна бути перероблена. При пластичному способі формування на стрічкових пресах видобута глина подрібнюється, змішується з водою до відповідної вологості та ретельно перемішується до повної її однорідності. Якщо глиняна маса складається з декількох видів глини або в її складі є певні домішки, необхідно провести дозування складових компонентів. Переробка глини здійснюється на відповідному обладнанні та за певною технологічною послідовністю.

Ящиковий живильник являє собою металевий прямокутний ящик, дном якого є пластинчастий транспортер. Живильник розділений по довжині на два-три відсіки, куди завантажуються відповідний сорт глини, опріснювачі, домішки вугілля тощо.

Кількість сировини, що закладається в шихті, регулюють підняттям заслінки на відповідну висоту. Продуктивність ящикового живильника СМ-664 до 35 м³/год. Він оснащений електродвигуном потужністю 4,5 кВт.

Останнім часом цей агрегат став дуже популярним на місцевих підприємствах.

Залежно від якості та щільності глини в технологічну лінію встановлюють різні види валків.

Каменевиділяючі вальці грубого помелу, як впливає з назви, відокремлюють тверді каменеподібні вкраплення від глини.

Вальці тонкого помелу забезпечують переробку глини.

Вальці діркові (типу СМ-369А) з одним рухомим і одним нерухомим валком ще не знайшли свого застосування.

Для продовження терміну служби вальців рекомендується наварювати на їх поверхню твердий сплав.

Двовальні глиномішалки зволожують і перемішують шихту.

Заготівля глини на виморожування. Важливою умовою отримання високоякісної продукції на цегельно-черепичних підприємствах і забезпечення їх цілорічної роботи є підготовка до зимування (виморожування) видобутої глини. Без цього неможливо отримати якісну черепицю. Глину заготовлюють в утеплених забоях або в конусі.

У першому випадку розривні роботи проводять у літній період на ділянках кар'єру, призначених для зимових робіт, які необхідно утеплити шаром тирси товщиною (30–40) см, торфу або буревугільного дріб'язку, листя, соломи, гною та інших подібних місцевих матеріалів. Рекомендується спочатку утеплити шаром листя, потім засипати тирсою і т.д. Верхню ізоляцію рекомендується змастити густим глиняним розчином.

Конуси – це заглиблення в ґрунті, які заповнюються видобутою глиною та покриваються утеплювачем.

На підприємствах, де немає можливості укласти глину в конуси, можна збирати її на рівнинних ділянках в буртах висотою до 5 м і шириною до 20 м. Не можна заготовляти глину на зиму під час дощу.

Формування цегли та глиняної черепиці. Цегла формується в стрічковому пресі. При незмінності інших факторів потужність пресу залежить насамперед від швидкості подачі глини.

Якість сирцю залежить не тільки від якості сировини та її правильної обробки, але також (більшою мірою) від правильного виконання процесу формування. Цього можна досягти лише за умови справності та надійності всіх вузлів стрічкового преса.

Без пластичної глини формування виробів часто ускладнюється та знижується їх якість. В таких випадках застосовують вакуумні преси. Процес вакуумування значно підвищує пластичність глини, підвищуючи механічну міцність готової цегли.

На вакуум-пресах утворюється щільний брус. Це дозволяє вантажити цеглу на звичайні вагонетки і сушити без використання

дерев'яного каркаса. З підвищенням рівня вакууму вміст вологи в продукті зменшується.

Першим основним завданням при виготовленні цегли є отримання пластичної маси. Для цього використовують парозволоження глини.

У зв'язку з підвищенням температури глини при парозволоженні до $(40-50)^{\circ}\text{C}$ технологія сушіння сировини дещо змінюється. Скорочується час висихання на $(30-50)\%$ і значно покращується якість продукції.

Необхідними умовами при парозволоженні є те, що сировина негайно вводиться в тунельну сушарку, а температура підтримується близькою до температури прогрівання сировини.

Таким чином, парозволоження глини сприяє створенню більш однорідної і пластичної маси, лише одноразового зволоження і прогріву. Скорочується часу сушіння сировини. Збільшується потужність тунельної сушарки за рахунок скорочення часу сушіння, збільшується продуктивності преса та зменшується споживання електроенергії. Підвищується міцність цегли і зменшується кількість тріщин.

Важливим резервом збільшення та вдосконалення цегельного виробництва є виробництво дірчастої або щільної цегли та ефектних каменів. Порівняно зі звичайною повнотілою цеглою, для виготовлення потрібно менше глини та палива, а час сушіння та випалу значно коротший, що зменшує вагу та товщину стін, побудованих із цих виробів, і, відповідно, це зменшує витрати на транспортування. Все це сприяє значному зниженню витрат на будівництво. Також дуже важливо, що при виробництві легкої цегли завитки практично повністю виключаються. Таку цеглу можна виготовляти з більшості поширених в Україні глин. Першим етапом переходу до ефективного виробництва каменю є виробництво тридірчастої цегли. Саме ця цегла дає можливість майстрам за короткий час освоїти і встановити режим сушіння [5].

Для її виготовлення, рекомендується створити три конічні керни, які кріпляться до кернотримачів. Вони кріпляться зварюванням або прикручуванням до металеві дуги. Дуга з кернами монтується між головкою преса і мундштуком. Конусність кернів з розширенням у бік виходу глиняної стрічки забезпечує пересування отворів з щільною і гладенькою поверхнею. Така проста

конструкція, в принципі, не викликає ніяких ускладнень в роботі будь-якого стрічкового преса. Збільшення площі поперечного перерізу серцевини на виході з мундштука природним чином збільшує порожнистість цегли та покращує ефективність.

Замість цегли з круглими отворами можна зробити цеглу з щільовими отворами. Три щілини, кожна шириною 25 мм, вже утворюють 10% порожнини.

На пресах меншої потужності можна виготовляти (3–4) і 5-ти щілинні цеглини способом так званого «плаваючого» керна.

Вони мають ті самі розміри, що й подовжена голова, і встановлюються на раму з листової сталі товщиною 2 мм за допомогою звичайних велосипедних спиць.

Глиняна черепиця є найбільш довговічним, вогнетривким, дешевим і красивим покрівельним матеріалом. Виробництво її можна організувати скрізь, де є поклади пластичних, так званих «гончарних» глин.

Важливою умовою отримання якісної черепиці є обробка глини заморожуванням і вивітрюванням. Гончарна глина залягає шарами, потужність яких не перевищує (2–3) м. Видобувати глину рекомендується уступами висотою (25–30) см.

Видобуту восени глину укладають в бурти (гряди) висотою (60–50) см. Це забезпечує повторне промерзання глини по всій товщині шару. В бурти укладають глину з розрахунку 2 кубометри на 1 тис. шт. черепиці і заливають водою. Це сприяє зміні її природної структури, а під дією сонця і вітру глина розкладається та стає більш однорідною.

Витримана в буртах глина подається на стрічковий прес, який виробляє валки у вигляді подвійних або потрійних цеглин.

Керамічні вироби

Керамікою (від грец. – гончарство) називають вироби, виготовлені переважно з глини та випалені при високих температурах.

Випал надає виробу значної твердості. Для поліпшення властивостей кераміки в глину додають інші речовини.

Керамікою є посуд, твори мистецтва, цегла і труби, деталі радіо – і телеапаратури, автомобільних двигунів та космічних кораблів тощо. Керамічні вироби, відомі людству з давніх часів, це

теракота, фаянс, порцеляна, цегла, черепиця тощо, їх виготовляють із природної мінеральної сировини.

Теракота (від італ. – земля випалена) являє собою кераміку без поливи, яка має колір від світлого до насиченого червоно-коричневого і навіть чорного.

Фаянс (франц. «faïence» походить від назви італійського міста Фаенца) – це кераміка білого кольору, що покрита зверху поливою.

Порцеляна – являє собою досконалий вид кераміки. Його батьківщина – Китай. Порцеляна виготовляється з каоліну, кварцу і невеликої кількості польового шпату.

Цегла є одним із найдавніших штучних будівельних матеріалів, її виготовляють із глини та випалюють при температурах, що є нижчими за ті, які необхідні для випалу інших керамічних виробів.

Цей вид кераміки витримує нагрівання до високих температур. Залежно від сировини, з якої виробляють вогнетривку кераміку її поділяють на *глиноземну, динасову, шамотову, доломітову, хромомагнетитову, магнезитову, шпарувату* тощо.

Глиноземну кераміку виготовляють із вогнетривких глин, що містять до 3% Fe₂O₃. Вогнестійкість цієї кераміки коливається в діапазоні (1380–1580)° С.

Динасову кераміку (від назви скелі Динас, яка знаходиться у Великобританії) виготовляють із сировини, яка містить (93–95)% SiO₂, решта – СаО. Ця кераміка витримує нагрівання до 1730°С. В основному використовується для викладення бесемерівських конвертерів і мартенівських печей.

Шамотову кераміку виготовляють із вогнетривких якісних глин, які містять (50–70)% SiO₂ і (28–46)% Al₂O₃. На сьогодні шамотова кераміка є найбільш поширеним і дешевим вогнетривким матеріалом, її використовують в основному для футерування домнових печей і сталерозливних ковшів. Шамотові вогнетриви витримують нагрівання до (1600–1750)° С.

Доломітову кераміку (від прізвища французького геолога Д. Долом'є) виготовляють випалюванням природного доломіту:



Отриманий порошок містить (35–40)% MgO і (52–58)% СаО.

Доломітова кераміка витримує нагрівання до 2000° С. Використовується для викладення черенів металургійних печей та футеровки конверторів і ін.

Магнетитова кераміка виробляється з природного магнетиту (від грец. – магнесійський), який в основному складається з оксиду магнію (MgO) і невеликої кількості оксиду кальцію (CaO). Конвертер футерований магнетитовим вогнетривом витримує нагрівання до (2000–2400)° С.

Хромагнетитова кераміка одержується спіканням оксидів магнію (30–35)% Cr₂O₃ і (65–70)% MgO). Цією керамікою облицьовують склепіння металургійних печей. Хромагнетит витримує нагрівання до 2000° С.

Найбільшу вогнетривкість мають цирконієві вогнетриви.

Цирконієві вогнетриви являють собою майже чистий діоксид цирконію. Крім діоксиду цирконію в них міститься певна кількість кремнезему (SiO₂). Вогнетривкість цих матеріалів \geq 2500° С. З них виготовляють тиглі та високотемпературні ізолятори.

Шпаруваті вогнетриви особливо важливі при нагріванні до високих температур. У процесі виробництва цієї кераміки до основної сировини додають піноутворювачі або речовини, що горять. Шпарувату кераміку виготовляють з корунду, оксиду магнію або діоксиду цирконію. Корундова пінокераміка незамінна у космічній техніці, коли ракета входить у щільні шари атмосфери. У космічній техніці найчастіше використовують пінокварц.

Діелектриками називають речовини, які мають великий електричний опір (понад $1 \cdot 10^6$ Ом·м).

До таких речовин належать порцеляна, п'єзо-, сегнето- та піроелектрики. Ці речовини не проводять електричний струм, тому їх використовують в електротехніці, радіотехніці, металообробній промисловості, побуті тощо. Для електро- і радіотехніки з них виготовляють ізолятори, конденсатори тощо. Основним матеріалом цих виробів є порцеляна.

Запальнички газових плит, голки стереоплеєрів і деталі для звукових генераторів виготовлені з п'єзоелектричних матеріалів. Найперспективнішою п'єзокерамікою є тверді розчини титанату і цирконата свинцю.

У металообробній промисловості використовують ультразвукові свердла, виготовлені з п'єзокераміки. Для

виготовлення конденсаторів великої ємності, запам'ятовуючих пристроїв для комп'ютерів, терморезисторів тощо використовують **сегнетоелектрики** – сегнетову сіль, титанат барію тощо. У виробництві високочутливих інфрачервоних сповіщувачів використовуються піроелектричні матеріали.

Металокераміка. Металокераміку виготовляють з металевих порошків і оксидів, карбідів, нітридів, силіцидів, боридів та ін. Металокераміка вдало поєднує такі властивості матеріалів (металів і кераміки): теплопровідність металів з великою твердістю, тугоплавкістю, хімічною стійкістю кераміки.

Для виробництва металокераміки використовують, з одного боку, залізо, кобальт, нікель, ванадій, хром, молібден, вольфрам, цирконій, титан, а з іншого – оксиди, карбіди, бориди, нітриди перехідних металів.

Компоненти підбирають так, щоб вони не взаємодіяли між собою з утворенням твердих розчинів або сполук. Наприклад, при використанні карбідів обраний метал не повинен взаємодіяти з вуглецем.

Металокерамічні вироби отримують способами порошкової металургії. Перші металокерамічні матеріали виготовляли із суміші порошків оксиду алюмінію та алюмінію. Особливого значення набули матеріали на основі карбідів (вольфраму, титану, танталу) і корбату. З порошків цих речовин виготовляють леза пластинчастих різальних інструментів.

Вольфрам-кольбатові сплави дорогі, оскільки до їх складу входять сполуки вольфраму, а він є дорогим. Саме тому на зміну вольфрамовим сплавам прийшли безвольфрамові.

Особливої уваги заслуговують матеріали на основі карбіду кремнію (SiC) і карбіду бору (B₄C). Вони характеризуються значною твердістю. Прикладом безвольфрамових склавів є **стеліт і хастелой**. Основою цих сплавів є карбід кремнію. Ці сплави мають вищу ударну в'язкість, ніж вольфрамові сплави та кращу в кілька разів довговічність.

У 70 роках XX ст. був створений керамічний матеріал **сіалон** (за літерами хімічних елементів Si, Al, O, N). Він володіє дуже хорошими ріжучими властивостями. З нього виготовляють різальну частини різців.

Мінералокераміка. Мінералокераміка виготовляється на основі оксиду алюмінію (Al_2O_3). Вона має відмінну термостійкість, яка зберігається до 1200°C . Це дуже важливо, оскільки ріжучі інструменти з мінеральної кераміки можуть обробляти конструкційні матеріали зі значними швидкостями різання.

До мінеральних керамічних матеріалів належать *електрокорунд* і *карборунд*. **Електрокорунд** – кристалічний оксид алюмінію (Al_2O_3). **Карборунд** – карбід кремнію (SiC).

Електрокорундовий інструмент використовують для різання загартованої сталі, чавуну, бронзи та ін. Карборунд використовується для виготовлення шліфувальних кругів, що застосовуються для шліфування крихких матеріалів і деяких сплавів кольорових металів завдяки вищій твердості і меншій в'язкості в порівнянні з електрокорундом.

Для підвищення міцності мінерально-керамічних плит до сировини додають W, Mo, Ti, B та ін. Отриманий мінерально-керамічний матеріал називають **керметами (керамікометалами)**.

6.7. Транспортна галузь

Відповідно до Закону України «Про транспорт», транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва і спрямований на задоволення потреб населення та суспільного виробництва в перевезеннях.

Транспортна галузь є однією з ключових галузей економіки. Наприклад, в Україні частка транспортної галузі у валовому внутрішньому продукті становить близько 9,3%, а зайнята в цій галузі робоча сила становить близько 7% від загальної чисельності працюючого населення.

За видами роботи транспорт поділяється на дві галузі: вантажний і пасажирський, за видами використання можливостей оточуючого середовища: наземний, водний (морський і річковий), повітряний. За видами використання засобів пересування – на залізничний, автомобільний, трубопровідний, гужовий, в'ючний тощо. Розрізняють внутрішньодержавні транспортні операції (внутрішні перевезення, морські перевезення – каботажні перевезення) і міжнародні перевезення.

Транспорт забезпечує перевезення вантажів, внутрішні перевезення, туризм, медичне обслуговування. Це полегшує

виконання фізичної праці, особливо під час переміщення великої кількості вантажів у внутрішньому та міжнародному середовищі. Економічна роль транспорту полягає в тому, щоб брати участь у всіх стадіях виробництва і транспортувати різноманітну сировину, паливо і готову продукцію безперервно і у великих кількостях від місця виробництва до місця споживання. Транспорт також сприяє раціональному розміщенню виробництва, освоєнню нових територій і природних ресурсів, а також сприяє розподілу праці, спеціалізації та кооперації між різними галузями [14].

Відсутність транспорту створює серйозні перешкоди для раціонального розвитку виробництва, міжнародної торгівлі та економічної інтеграції країн.

Найбільш залежними від транспортної галузі в Україні є сільське господарство, металургійне виробництво, гірничо-металургійний комплекс, хімічна та харчова промисловість, будівництво, вугільна та оборонна промисловість, роздрібна торгівля, зв'язок та поштові послуги.

Транспорт є основною ланкою між продавцем і покупцем. **Мета перевезення** – своєчасно та в належному стані доставити вантаж до кінцевого пункту призначення. Незалежно від виду транспорту, перевезення може мати значний вплив на зміну кінцевої ціни продукту. Тому важливо забезпечити перевезення безпечними маршрутами з найкращим сервісом і за найнижчою ціною.

Транспорт забезпечує зв'язок між виробником та споживачем, задовольняє потреби населення в перевезеннях, а також має велике значення для оборони.

Рівень розвитку і характеристика економічної структури країни або регіону визначаються обсягом і структурою перевезень, а характеристика і закономірність розміщення економічної діяльності визначаються конфігурацією транспортної мережі.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Мінінфраструктури) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України.

Мінінфраструктури є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику: у сфері автомобільного, залізничного, морського та внутрішнього водного транспорту,

надання послуг поштового зв'язку, а також забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері авіаційного транспорту та використання повітряного простору України, туризму та курортів (крім здійснення державного нагляду (контролю) у сфері туризму та курортів), мультимодальних перевезень, захисту критичної інфраструктури у секторах, за які відповідальне, розвитку, будівництва, реконструкції та модернізації інфраструктури авіаційного, залізничного, морського та внутрішнього водного транспорту, дорожнього господарства, навігаційно-гідрографічного забезпечення судноплавства, торговельного мореплавства, з питань безпеки на авіаційному, автомобільному транспорті загального користування, міському електричному, залізничному, морському та внутрішньому водному транспорті, а також державного нагляду (контролю) за безпекою на авіаційному, автомобільному транспорті загального користування, міському електричному, залізничному, морському та внутрішньому водному транспорті та інших сферах економіки [14].

Транспортна галузь має розгалужену мережу залізниць, добре розвинену мережу доріг, портові та річкові термінали, аеропорти, розгалужену мережу повітряного сполучення та вантажні митні термінали, які створюють необхідні передумови для задоволення потреб користувачів транспорту у наданні транспортних послуг та розвитку бізнесу.

Україна має добре розвинену залізничну інфраструктуру. За довжиною залізничних колій Україна посідає друге місце в Європі з приблизно 21,7 тисячами кілометрів залізниць. Така ситуація дозволяє залізничній галузі виступати з позиції найважливішої ланки суспільного виробництва в Україні. Обслуговує потреби виробничих, невиробничих сфер і населення в усіх видах транспорту, включаючи матеріальні та нематеріальні потреби.

До складу «Укрзалізниці» входять шість управлінь залізницями: Південно-Західне, Одеське, Львівське, Донецьке, Придніпровське, Південне. Управління розробляє стратегію і тактику перевезень вантажів, створює плани роботи транспортних засобів з урахуванням обсягів (тон) та вантажообігу (тонокілометрів), встановлює тарифи і надбавки за надані послуги, визначає розміри штрафів. Дії, що порушують правила залізничного транспорту. До їх складу входять відділення залізниць, які

уповноважені організовувати транспортний процес. Кожне відділення має у своєму розпорядженні такі транспортні засоби, як локомотиви, вантажні вагони та контейнери. Їм належать станції, де зосереджені вагове господарство, підйомно-транспортні механізми, склади, депо та ремонтні майстерні.

Загальна протяжність мережі автомобільних доріг країни становить 169652 км. Мережа залізниць України є однією з найбільших у Європі загальною протяжністю приблизно 20952 км, з яких 9926 км (47,4%) електрифіковано.

До структури «Автотранспорт України» входять виробничий і комерційний сектори вантажного транспорту, автотранспортні підприємства (АТП) та транспортно-експедиційні компанії (ТЕК).

До складу «Українських авіаліній» входять аеропорти з ангарами, транспортні літаки та вертольоти.

Недержавний або промисловий (відомчий) транспорт (ПТ) є власністю юридичних осіб і знаходиться в їх розпорядженні. Це заводські локомотиви і рухомий склад, автомобілі, електротранспорт і пасажирські вагони, конвеєри, пневматичний і гідравлічний транспорт. Перспективним є створення підприємств промислового залізничного транспорту (ППЗТ).

Технологія, як сукупність та ланка операцій, фіксується у службових документах. Технологія і організація транспортного процесу повинні забезпечувати дотримання встановленого законодавства, виконання чинних правил технічної експлуатації видів транспорту та своєчасне виконання перевезень.

Транспортні послуги – це послуги, пов'язані з транспортуванням готової продукції, сировини і напівфабрикатів від місця виробництва до місця споживання або подальшої переробки.

Транспорт є однією з найважливіших галузей економіки, яка обслуговує виробничі і невиробничі потреби населення всіма видами транспорту і, як наслідок, взаємодіє з усіма галузями.

Внаслідок цього транспорт класифікується:

- 1) за сферами використання (загального користування, відомчий, особистий);
- 2) за видом перевезень – пасажирський, вантажний;
- 3) за видами транспорту – автомобільний, авіаційний, залізничний, морський, річковий, міський електротранспорт, у т.ч. метрополітен;

Транспорт, будучи галуззю матеріального виробництва має свою продукцію – сам процес переміщення, який характеризується такими істотними відмінностями:

1) відсутність речової форми, але в той же час він матеріальний за своєю природою. Це пов'язано з тим, що процес переміщення споживає матеріальні ресурси, такі як знос транспортних засобів і засобів обслуговування, працю транспортних працівників і ін.;

2) через неможливість зберігання та накопичення транспорт має лише певний запас пропускної та вантажопідйомності для задоволення потреб у транспортних послугах;

3) втілення через додаткові транспортні витрати, пов'язані з переміщенням потоку матеріалів, тому за інших рівних умов транспортування має використовуватися таким чином, щоб витрати на транспортування були мінімізовані за інших рівних умов;

4) прив'язаність до конкретного місця, району чи області (відповідні шляхи сполучення, наявність відповідних транспортних компаній).

З розвитком інтеграційних процесів у ЄС виник ще один напрям європейської інтеграції – єврологістика, або логістика в європейському вимірі, яка відображає процес формування загальноєвропейської транспортно-логістичної мережі із створенням відповідних комунікаційних і логістичних терміналів. Кінцевим результатом Єврологістики є зниження витрат на імпорту та експорту доставку, зниження вартості транскордонних послуг у пунктах митного контролю, а також зменшення товарних запасів у дорозі та на підприємствах [14].

Територіальна структура єврологістики включає п'ять регіональних програм, таких як:

✓ TEN (Trans European Network – Транс-Європейська мережа);

✓ TINA (Transport Infrastructure Needs Assessment – оцінка потреб транспортної інфраструктури);

✓ TIRS (Transport Infrastructure Research Studu – вивчення транспортної інфраструктури);

✓ PEC (Pan European Corridors – Пан'європейські коридори);

✓ PETrA (Pan European Transport Areas – Пан'європейські транспортні зони).

Основними цілями ТЕН є зміцнення інтеграційних процесів, формування єдиної територіальної структури в економіках країн Західноєвропейського регіону, технічна підтримка вільного руху товарів, послуг і людей всередині країн.

Інтеграція транспортних систем європейських країн в єдину транспортну систему вимагає інтенсивного розвитку міжнародних транспортних коридорів (МТК) для основних транзитних вантажопотоків. МТК враховує наявність усіх видів транспорту, що виконує свою діяльність у безпосередній близькості один від одного, або у смузі шириною в десятки і навіть сотні кілометрів, але орієнтованих в одному напрямку.

Міжнародний транспортний коридор (МТК) – це мережа з відповідною інфраструктурою на певному напрямку, що включає допоміжні об'єкти, під'їзні шляхи, прикордонні пункти, пункти обслуговування, вантажні та пасажирські термінали, устаткування для управління рухом, організаційно-технічні заходи, наземні та водні транспортні магістралі, законодавчі та нормативні акти для забезпечення перевезення вантажів і пасажирів на рівні, що відповідає вимогам ЄС.

Комбіноване перевезення вантажів здійснюються шляхом об'єднання одного або кількох видів транспорту – автомобільного, повітряного, залізничного, водного (морського та річкового) – в одну вантажну одиницю (контейнер, кузов автомобіля або фургон), з переважанням різними транспортними засобами.

Кожен вид транспорту має специфічні характеристики з точки зору логістики і має переваги та недоліки, які визначають його потенційне використання в логістичних системах (табл. 6.5) [14].

Виділяють шість ключових факторів, що впливають на вибір виду транспорту:

- 1) час доставки;
- 2) частота відправлень вантажу;
- 3) надійність дотримання графіка доставки;
- 4) здатність перевозити різні вантажі;
- 5) здатність доставити вантаж у будь-яку точку території;
- 6) вартість перевезення.

Таблиця 6.5

Характеристика Пан'європейських транспортних коридорів (ПЄК)

№ ЄТК	Основна траса	Відгалуження	Склад	Довжина
1	2	3	4	5
1	Гельсінкі-Таллінн-Рига-Каунас-Варшава	А) Рига-Калінінград-Гданськ	Залізниці, автошляхи	550 км 445 км
2	Берлін-Познань-Варшава-Брест-Мінськ-Смоленськ-Москва-Нижній Новгород	–	Залізниці, автошляхи	Загальна 1830 км
3	Берлін/Дрезден-Нюрнберг-Прага-Брно-Відень-Братіслава-Будапешт-Арад-Бухарест-Констанца/Крайова-Софія-Пловдив-Салоніки-Стамбул	–	Залізниці, автошляхи, Дунайське паромне сполучення, аеропорти, морські порти, комбінований транспорт	Загальна 3528 км
4	Берлін/Дрезден-Вроцлав-Катовіце-Краків-Львів-Київ	А) Берлін-Коттбус-Форст/Ольшина-Легніца	Залізниці, автошляхи	1650 км 1700 км
5	Венеція-Трієст/Копер-Любляна-Марібор-Будапешт-Ужгород-Львів-Київ	А) Братіслава-Жиліна-Кошице-Ужгород Б) Плоче-Сараєво-Осієк-Будапешт	Залізниці, автошляхи	Загальна 1600 км
6	Гданськ-Торунь-Познань-Грудзьондз/Варшава-Катовіце-Жиліна	А) Катовіце-Острава (вихід на ЄТК №4)	Залізниці, автошляхи, комбінований транспорт	Загальна 1800 км

продовження табл. 6.5

1	2	3	4	5
7	Дунайський водний, проходить від Німеччини до Чорного моря, з'єднується з Північним морем через Рейн і Майн. Проходить через Австрію, Словаччину, Угорщину, Хорватію, Сербію, Болгарію, Молдову, Україну, Румунію	–	Водний, комбінований транспорт	Загальна 1600 км
8	Дуррес-Тірана-Скоп'є/Бітола-Софія-Димитровград-Бургас-Варна	–	Залізниці, автошляхи, морський порт Дуррес, комбінований транспорт у Бітові (Македонія)	Загальна 1300 км
9	Гельсінкі-Виборг-Санкт-Петербург-Москва/Псков-Київ –Любашівка-Кишинів-Бухарест-Димитровград-Александруполіс	А) Любашівка-Одеса Б) Київ-Мінськ-Вільнюс-Каунас-Клайпеда/ Калінінград	Залізниці, автошляхи	Загальна 6500 км
10	Зальцбург-Любляна-Загреб-Белград-Ніш-Скоп'є-Велес-Салоніки	А) Грац-Марібор-Загреб Б) Будапешт-Нові Сад-Белград В) Ніш-Софія (сполучається з ЄТК №4 і йде до Стамбулу) Г) Велес-Бітола-Флоріна	Залізниці, автошляхи	Загальна 2360 км

На території України розташовано 18 портів на Чорному та Азовському морях, басейні та дельті Дунаю. З них 13 знаходяться в континентальній частині країни (переважна більшість на окупованій території) – Маруполь, Ізмаїл, Вільгород-Дністровський, Ольвія, Скадовськ, Одеса, Миколаїв, Південний, Чорноморськ, Херсон, Усть-Дунайськ, Рени, Бердянськ, АР Крим (Євпаторія, Керч, Севастополь, Феодосія, Ялта). Довжина причалів українських портів становить приблизно 40 км, а каналів, таких як Бузько-Дніпро-Лиманський канал, Херсонський морський канал, глибоководний «Дунай-Чорне море» – 124,768 км, 81,368 км, 40 км і 3,4 км відповідно.

Найбільшими портами України за вантажообігом вважаються Південний, Миколаїв, Одеса та Чорноморськ, на які припадає приблизно 87% загального вантажопотоку українських портів. Більшість цих портів належать приватним компаніям.

Крім того, Україна має мережу поромних перевезень і морських контейнерних ліній, що з'єднують країну з портами Чорноморського басейну, і є частиною міжнародних транспортних коридорів, таких як Європа-Кавказ-Азія (TRACEKA) і Пан'європейський транспортний коридор № 9 та транспортний маршрут між країнами ЄС і Китаєм («Економічний пояс Шовкового шляху»).

Обслуговування контейнерних ліній здійснюється через контейнерні термінали в портах Одеса, Чорноморськ і Південний загальною річною потужністю виробництва 3130000 TEU. Пасажирські теплоходи та круїзні лайнери обслуговують внутрішні та міжнародні перевезення через морські станції в портах Лень, Ізмаїл та УстьДунайськ (з портом у м. Вилковому), а також пасажирський комплекс в Одеському морському порту. Україна має важливу мережу внутрішніх судноплавних шляхів, довжина яких становить 2714,5 км.

До складу «Укрморрічфлоту» входять морські та річкові пароплавства. Морські пароплавства здійснюють управління флотом, портами, судно-ремонтними заводами, контейнерними терміналами, складами, вантажно-розвантажувальними механізмами.

Річкові пароплавства також мають у своєму розпорядженні судна, самохідні і несамохідні баржі, буксири, порти і пристані.

Глобальні тенденції розвитку транспортної системи демонструють необхідність швидкої інтеграції транспортних технологій і проектів регіональної мобільності. Транспорт стає все більш енергоефективним та «зеленим», безпечним і дружнім до споживачів і природного середовища.

Багато країн світу планують до 2030 року замінити більшість легкових автомобілів з двигунами внутрішнього згорання на електромобілі. Підвищення швидкості транспортних засобів, економічність та екологічність є ключовими трендами у всіх видах транспорту. Залізничний транспорт зі швидкістю 350 кілометрів на годину стає реальністю, а технології «Маглев» вже зараз забезпечують швидкість понад 500 кілометрів на годину.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть галузі паливно-енергетичного комплексу.
2. З яких галузей економіки складається паливна промисловість України?
3. Яким чином отримують кам'яновугільний кокс?
4. Який процес називають скрапленням?
5. Яку речовину називають мазутом?
6. Які електростанції називаються тепловими? В чому їх особливості?
7. Назвіть типи теплових електростанцій.
8. Назвіть особливості роботи теплоелектроцентралі.
9. Яка частка із загально виробленої електроенергії в Україні припадає на АЕС?
10. Перечисліть атомні станції України. Назвіть їх позитивні та негативні риси.
11. Які гідроелектростанції вам відомі? Назвіть найпотужніші із них.
12. В якому регіоні розташовані найбільші вітрові електростанції України?
13. Назвіть переваги та недоліки вітрових електростанцій.
14. Назвіть сонічні електростанції України та охарактеризуйте їх.
15. Які функції покладені на електричні мережі?
16. Що являє собою водогосподарський комплекс України? Який його вплив на розвиток промисловості?

17. Назвіть шляхи впровадження водозберігаючих технологій у промисловості.
18. Перерахуйте основні способи виробництва металів і сплавів.
19. Що являє собою процес рафінування сталі?
20. Що являє собою геотермальна енергія? Її „плюси» та „мінуси».
21. Що розуміють під рафінуванням сталі?
22. В чому полягає основна відмінність чавуну від сталі?
23. Що називають рудою?
24. Що називають флюсами?
25. Які чавуни називають легованими?
26. Охарактеризуйте пірометалургійний спосіб виробництва металів та сплавів.
27. Назвіть складові елементи доменної печі (будову).
28. В чому полягає суть космічної металургії?
29. В чому полягає суть електromеталургійного, плазмового, хіміко-металургійного і гідрометалургійного способів виробництва металів та сплавів? Охарактеризуйте їх та наведіть переваги і недоліки.
30. Що являє собою машинобудівельний комплекс України?
31. Що таке сплави?
32. Які матеріали називають композитами?
33. Які матеріали називають пластмасами?
34. Що являють собою антифрикційні чавуни?
35. Назвіть функції пластифікаторів.
36. Назвіть призначення каучуку та його види.
37. Що являють собою комплексні добрива? Назвіть їх переваги та недоліки.
38. У чому полягає природа миючих засобів та сутність миючого процесу?
39. Які сполуки і властивості миючих засобів вам відомі?
40. Назвіть класифікацію миючих засобів.
41. Які матеріали називають гіпсов'яжучими? Назвіть їх властивості.
42. Що являє собою вапно? Які його функції, властивості і застосування?
43. В чому полягає відмінність між мокрим та сухим способами виготовлення цементу?

44. З якого матеріалу виготовляють цеглу? Охарактеризуйте процес її виготовлення.
45. Які вироби називаються керамічними? Яка технологія їх виготовлення?
46. Назвіть відомі вам види транспорту та охарактеризуйте їх.
47. Перерахуйте основні фактори, що впливають на вибір транспорту.

МОДУЛЬНІ ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Сукупність операцій, які виконуються певним способом в певній послідовності, з яких складається процес виготовлення виробу, називається:

- а) технологією;
- б) технікою;
- в) виробничим процесом;
- г) типовим процесом
- д) технологічним процесом.

2. Серія операцій (видів діяльності), які здійснюються над початковими матеріалами, збільшують їх цінність і приводять до певного результату, називається:

- а) технологією;
- б) технікою;
- в) виробничим процесом;
- г) процесом;
- д) операцією.

3. Підвищення однорідності технології виробництва через свідоме обмеження різноманітності операцій, називається:

- а) пропорційністю;
- б) спеціалізацією;
- в) прямоточністю;
- г) безперервністю;
- д) спрощеністю.

4. Узгодженість пропускної (виробничої) спроможності машин і виробничих підрозділів, окремих стадій виробничого процесу, називається:

- а) пропорційністю;
- б) спеціалізацією;
- в) прямоточністю;
- г) безперервністю;
- д) безкомпромісністю.

5. Одночасне виконання окремих операцій та процесів з метою досягнення їх суміщення у часі, називається:

- а) пропорційністю;
- б) спеціалізацією;
- в) паралельністю;
- г) безперервністю;

д) послідовністю.

6. Пересування предметів праці в усіх стадіях та операціях технологічного процесу за найкоротшими маршрутами, називається:

- а) прямоточністю;
- б) спеціалізацією;
- в) паралельністю;
- г) безперервністю;
- д) послідовністю.

7. Мінімізація перерв у структурі технологічного циклу в дискретному виробництві з допомогою синхронізації операцій, застосування прогресивних методів оперативного управління виробництвом, називається:

- а) прямоточністю;
- б) спеціалізацією;
- в) паралельністю;
- г) безперервністю;
- д) мінімізацією.

8. Економічно обґрунтоване вивільнення людини від безпосередньої участі у виконанні операцій технологічного процесу, називається:

- а) прямоточністю;
- б) автоматичністю;
- в) паралельністю;
- г) безперервністю;
- д) безробітністю.

9. Оперативна адаптація технологічного процесу до необхідного переходу на виготовлення іншої продукції, називається:

- а) безперервністю;
- б) паралельністю;
- в) гнучкістю;
- г) автоматичністю;
- д) послідовністю.

10. Спроможність технологічної системи стабільно виконувати свої функції в межах допустимих відхилень, називається:

- а) безперервністю;
- б) автоматичністю;
- в) гнучкістю;

- г) гомеостатичністю;
- д) деструктивністю.

11. Способи переробки сировини та матеріалів при яких змінюється зовнішня форма та фізичні властивості, але склад речовини та внутрішня будова залишаються незмінними, називаються:

- а) теплообмінним видом технології;
- б) хімічним видом технології;
- в) біологічним видом технології;
- г) механічним видом технології;
- д) фізичним видом технології.

12. Способи перетворення речовини, які основані на хімічних реакціях, коли відбуваються зміни не тільки фізичних властивостей, але й агрегатного стану, внутрішньої будови та хімічного складу речовини, називаються:

- а) теплообмінним видом технології;
- б) хімічним видом технології;
- в) біологічним видом технології;
- г) механічним видом технології;
- д) фізичним видом технології.

13. Способи перетворення мінеральної сировини під дією мікроорганізмів та способи модифікації живих організмів, називаються:

- а) теплообмінним видом технології;
- б) хімічним видом технології;
- в) біологічним видом технології;
- г) механічним видом технології;
- д) еволюційним видом технології.

14. Способи переробки сировини та матеріалів під дією води, називаються:

- а) водним видом технології;
- б) мокрим видом технології;
- в) динамічним видом технології;
- г) гідродинамічним видом технології;
- д) гідростатичним видом технології.

15. Способи переробки сировини та матеріалів під дією тепла, називаються:

- а) піротехнічним видом технології;

- б) гарячим видом технології;
- в) динамічним видом технології;
- г) тепловим видом технології;
- д) термостатичним видом технології.

16. Типовими технологічними процесами називають такі, що:

- а) мають широке міжгалузеве застосування;
- б) вузьке галузеве застосування;
- в) застосовуються тільки на підприємствах однієї галузі;
- г) застосовуються тільки на особливо важливих для економіки держави підприємствах;
- д) застосовуються у теплообмінних технологіях.

17. Час безпосереднього впливу працівника на предмет праці, а також час апаратних процесів під наглядом працівника, називається:

- а) робочим часом;
- б) повним часом;
- в) загальним часом;
- г) часом технологічних перерв;
- д) обідньою перервою.

18. Інтервал календарного часу від початку до закінчення процесу виробництва продукції або надання послуги, називається:

- а) циклом реалізації продукції;
- б) виробничим циклом;
- в) невиробничим циклом;
- г) технологічним циклом;
- д) циклом Демінга.

19. Одиначне виробництво характеризується:

- а) виробництвом продукції або надання послуг періодично повторюваними партіями;
- б) малим обсягом виробництва однакової продукції чи надання послуг, які або не повторюються зовсім, або повторюються через невизначений проміжок часу;
- в) великим обсягом виробництва продукції або створюваних послуг за досить тривалий час, у межах якого на робочих місцях виконується одна і та сама операція;
- г) змішаним обсягом виготовлення продукції, який залежить від потреб споживачів;
- д) виробництвом продукції, що має міжгалузеве застосування.

20. Логічно упорядкований набір послідовних завершених ланок переробки сировини, матеріалів у проміжну або кінцеву продукцію з наявними властивостями, називається:

- а) виробничим процесом;
- б) технологічним процесом;
- в) технологічною операцією;
- г) оперативним процесом;
- д) операцією.

21. Відповідно обладнану площу в цеху, на ділянці чи на іншій території або біля устаткування, яка призначена для виконання певного технологічного процесу одним або групою працівників (робітників), називають:

- а) технічним місцем праці (роботи);
- б) технологічним місцем праці (роботи);
- в) місцем праці (роботи);
- г) зоною відпочинку;
- д) місцем дислокації.

22. Частина процесу, яка включає виготовлення напівфабрикатів чи готової продукції, називається:

- а) технологічним переходом;
- б) процесом;
- в) стадією;
- г) операцією;
- д) марноходом.

23. Робочим ходом (проходом) називають:

а) завершену частину технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки та не супроводжується зміною предмета праці;

б) завершену частину технологічного переходу, яка складається із заготовки та засобів виробництва;

в) завершену частину технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки та супроводжується зміною предмета праці;

- г) процес виготовлення продукції;
- д) переміщення працівника від верстата до верстата.

24. Частина технологічної стадії, в якій дія на предмет праці відбувається в одному чи кількох апаратах (машинах), які обслуговують робітники чи бригада, називається:

- а) технологічним переходом;
- б) процесом;
- в) операцією;
- г) технологічним циклом;
- д) технологічним етапом.

25. Технологічним переходом називають:

а) завершену частину технологічної операції, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки та не супроводжується зміною предмета праці;

б) завершену частину технологічної операції, яка складається з дій робітника або обладнання необхідних для виконання технологічного переходу, але не супроводжується зміною предметів праці;

в) завершену частину операції, що характерна сталістю інструментів, сталістю дій над предметом праці та сталістю предметів праці;

г) незавершену частину технологічної операції, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки, але не супроводжується зміною предмета праці;

д) частину технологічної стадії, в якій дія на предмет праці відбувається в одному чи кількох апаратах (машинах), які обслуговують робітники чи бригада.

26. Марноходом називають:

а) завершену частину операції, що характерна сталістю інструментів, сталістю дій над предметом праці та сталістю предметів праці;

б) завершену частину технологічної операції, яка складається з дій робітника або обладнання необхідних для виконання технологічного переходу та супроводжується зміною предметів праці;

в) завершену частину технологічного переходу, яка складається із заготовки та засобів виробництва;

г) закінчену частину технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструменту, але не супроводжується зміною предмета праці;

д) частину технологічної стадії, в якій дія на предмет праці відбувається в одному чи кількох апаратах (машинах), які обслуговують робітники чи бригада.

27. Дискретні процеси характеризуються:

- а) чіткими розмежуваннями технологічних та допоміжних переходів у часі та чергуваннями робочих ходів та марноходів;
- б) відсутністю допоміжних та технологічних процесів і здійснюються в апаратах, де подачу сировини і вивантаження кінцевих продуктів проводять безперервно;
- в) відсутністю допоміжних та технологічних операцій;
- г) відсутністю допоміжних та технологічних ходів і переходів;
- д) безперервністю та повторюваністю у часі.

28. Неперервні процеси характеризуються:

- а) відсутністю допоміжних та технологічних процесів і здійснюються в апаратах, де подачу сировини і вивантаження кінцевих продуктів проводять безперервно;
- б) наявністю допоміжних та технологічних операцій;
- в) чіткими розмежуваннями технологічних та допоміжних переходів у часі та чергуваннями робочих ходів та марноходів;
- г) наявністю допоміжних та технологічних ходів і переходів;
- д) відсутністю допоміжних та технологічних ходів і переходів.

29. У замкнених (циклічних) процесах сировина повертається для повторної обробки:

- а) неодноразово в існуючому вигляді або після регенерації;
- б) один раз;
- в) переробляється за перший раз;
- г) у випадку фіксації несправностей технологічного процесу;
- д) два рази.

30. Однорідні процеси, коли реагуючі речовини перебувають в одному агрегатному стані, називаються:

- а) гомогенними;
- б) гетерогенними;
- в) фотогенними;
- г) парогенними;
- д) потогенними.

31. Процеси в яких реагуючі речовини перебувають у різних агрегатних станах, називаються:

- а) гетерогенними;
- б) парогенними;
- в) фотогенними;
- г) гомогенними;

д) потогенними.

32. Процеси, при протіканні яких виділяється теплота, називаються:

- а) екзотермічними;
- б) ендотермічними;
- в) геротермічними;
- г) гомотермічними;
- д) гетеротермічними.

33. Процеси, при протіканні яких має місце поглинання теплоти, називаються:

- а) ендотермічними;
- б) екзотермічними;
- в) геротермічними;
- г) гомотермічними;
- д) паротермічними.

34. Перехресними називаються процеси, коли матеріальні та теплові потоки в агрегаті рухаються:

- а) перпендикулярно один до одного;
- б) паралельно один до одного;
- в) згідно технологічного регламенту можуть змінювати свої напрямки;
- г) назустріч один одному;
- д) як коли вийде.

35. Процеси, в яких при переробці одного виду сировини отримують декілька видів продукції, називаються:

- а) аналітичними;
- б) синтетичними;
- в) прямими;
- г) зворотними;
- д) перехресними.

36. Процеси, в яких відбувається поєднання декількох видів сировини або матеріалів в єдиний продукт або виріб, називаються:

- а) аналітичними;
- б) синтетичними;
- в) прямими;
- г) зворотними;
- д) перехресними.

37. Процеси, у яких з одного виду сировини отримується один кінцевий продукт, називаються:

- а) аналітичними;
- б) синтетичними;
- в) прямими;
- г) зворотними;
- д) емпіричними.

38. Процеси, які направлені на зміну предмета праці або отримання готової продукції, називаються:

- а) основними;
- б) допоміжними;
- в) обслуговуючими;
- г) готовими;
- д) змінними.

39. Сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців у регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій, називається:

- а) технологічною системою;
- б) технічною системою;
- в) виробничою системою;
- г) системою постачання;
- д) операційною системою.

40. Система, виключення з якої одного із елементів приводить до зниження продуктивності всієї системи, на величину потужності одного елемента, називається:

- а) паралельною технологічною системою;
- б) послідовною технологічною системою;
- в) комбінованою технологічною системою;
- г) виключною технологічною системою;
- д) заниженою технологічною системою.

41. Система, виключення з якої одного із елементів приводить до повного припинення функціонування всієї системи, називається:

- а) послідовною технологічною системою;
- б) паралельною технологічною системою;
- в) виключною технологічною системою;
- г) комбінованою технологічною системою;
- д) завантаженою.

42. Малостадійність та малоопераційність технологічної системи дають можливість:

а) різко підвищити продуктивність праці та скоротити потреби у виробничих площах;

б) різко знизити продуктивність праці та збільшити потреби у виробничих площах;

в) різко знизити продуктивність праці та зменшити потреби у виробничих площах;

г) різко підвищити продуктивність праці та збільшити потреби у виробничих площах;

д) зекономити на заробітній платі.

43. Рівень технологічної інтенсивності характеризується:

а) ступенем використання матеріальних та енергетичних ресурсів, коефіцієнтом використання виробничої площі, потужністю і продуктивністю устаткування та ін.;

б) чисельністю операцій і стадій процесу, їх комбінацією та взаємозамінністю, поєднанням, неперервністю виробництва, переналагоджуванням процесів під час переходу на виготовлення інших виробів або режимів роботи;

в) ступенем забезпеченості виробництва технічними засобами, а також узгодженням між вимогами технології і забезпеченістю процесу відповідними машинами, іншими словами – рівнем механізації і автоматизації технологічної системи, станом інформаційного забезпечення;

г) ступенем досягнення оптимальних режимів процесу з метою їх найвищої ефективності та результативності;

д) кількістю продукції.

44. Рівень технологічної організації визначається:

а) ступенем використання матеріальних та енергетичних ресурсів, коефіцієнтом використання виробничої площі, потужністю і продуктивністю устаткування та ін.;

б) чисельністю операцій і стадій процесу, їх комбінацією та взаємозамінністю, поєднанням, неперервністю виробництва, переналагоджуванням процесів під час переходу на виготовлення інших виробів або режимів роботи;

в) ступенем забезпеченості виробництва технічними засобами, а також узгодженням між вимогами технології і забезпеченістю процесу відповідними машинами, іншими словами – рівнем

механізації і автоматизації технологічної системи, станом інформаційного забезпечення;

г) ступенем досягнення оптимальних режимів процесу з метою їх найвищої ефективності та результативності;

д) організованістю адміністрації підприємства.

45. Рівень технологічної озброєності характеризується:

а) ступенем використання матеріальних та енергетичних ресурсів, коефіцієнтом використання виробничої площі, потужністю і продуктивністю устаткування та ін.;

б) чисельністю операцій і стадій процесу, їх комбінацією та взаємозамінністю, поєднанням, неперервністю виробництва, переналагоджуванням процесів під час переходу на виготовлення інших виробів або режимів роботи;

в) ступенем забезпеченості виробництва технічними засобами, а також узгодженням між вимогами технології і забезпеченістю процесу відповідними машинами, іншими словами – рівнем механізації і автоматизації технологічної системи, станом інформаційного забезпечення;

г) ступенем досягнення оптимальних режимів процесу з метою їх найвищої ефективності та результативності;

д) рівнем озброєння робітників підприємства.

46. Рівень управління технологічною системою характеризується:

а) ступенем використання матеріальних та енергетичних ресурсів, коефіцієнтом використання виробничої площі, потужністю і продуктивністю устаткування та ін.;

б) чисельністю операцій і стадій процесу, їх комбінацією та взаємозамінністю, поєднанням, неперервністю виробництва, переналагоджуванням процесів під час переходу на виготовлення інших виробів або режимів роботи;

в) ступенем забезпеченості виробництва технічними засобами, а також узгодженням між вимогами технології і забезпеченістю процесу відповідними машинами, іншими словами – рівнем механізації і автоматизації технологічної системи, станом інформаційного забезпечення;

г) ступенем досягнення оптимальних режимів процесу з метою їх найвищої ефективності та результативності;

д) економією ресурсу.

47. Потоки в технологічній системі відображають:

- а) перенесення технологічних процесів з однієї виробничої площі на іншу;
- б) напрямок руху матеріальних та теплових потоків;
- в) перенесення операцій із дільниці на дільницю;
- г) перенесення сировини чи проміжної продукції, енергії тощо від одного елемента до іншого;
- д) напрям руху робітників до робочих місць.

48. Паралельна система, яка включає в себе робочий хід, марнохід, технологічні та допоміжні переходи, називається:

- а) технологічною системою дільниці;
- б) технологічною системою цеху;
- в) технологічною системою процесу;
- г) технологічною системою операції;
- д) технологічною системою галузі.

49. Паралельна система, яка складається із операцій, що виконуються на однотипному та взаємозамінному обладнанні називається:

- а) технологічною системою дільниці;
- б) технологічною системою цеху;
- в) технологічною системою процесу;
- г) технологічною системою операції;
- д) технологічною системою галузі.

50. Послідовна система, яка включає в себе дільниці та операції, називається:

- а) технологічною системою дільниці;
- б) технологічною системою цеху;
- в) технологічною системою технологічного процесу;
- г) технологічною системою операції;
- д) технологічною системою галузі.

51. Паралельна система, що об'єднує типові процеси і характерна однотипністю технологій та обладнання, називається:

- а) технологічною системою дільниці;
- б) технологічною системою цеху;
- в) технологічною системою технологічного процесу;
- г) технологічною системою операції;
- д) технологічною системою галузі.

52. При еволюційній формі технологічного розвитку відбувається:

а) використання принципово нових технологій і процесів розроблених за новими принципами та ідеями;

б) реструктуризація нових технологій і процесів розроблених за новими принципами та ідеями;

в) санація нових технологій і процесів;

г) удосконалення існуючих технологій новими технічними елементами, механізацією та автоматизацією окремих операцій, що є прогресивними і забезпечують одержання кращих результатів роботи;

д) реконструкція виробничих фондів.

53. Революційний розвиток проявляється:

а) у використанні принципово нових технологій і процесів розроблених за новими принципами та ідеями;

б) в реструктуризації нових технологій і процесів розроблених за новими принципами та ідеями;

в) у санації нових технологій і процесів;

г) в удосконаленні існуючих технологій новими технічними елементами, механізацією та автоматизацією окремих операцій, що є прогресивними і забезпечують одержання кращих результатів роботи;

д) у революційних настроях робітників.

54. Імовірність втрати підприємством деякої частини власних ресурсів, недоотримання доходів або появи додаткових витрат в результаті розробки і впровадження технологічних новинок, називається:

а) інвестиційним ризиком;

б) економічним ризиком;

в) технічним ризиком;

г) технологічним ризиком;

д) імовірнісним ризиком.

55. Екологічна чистота технологій визначає:

а) ступінь впливу сировини на чистоту технологій;

б) ступінь впливу виробництва на працівників підприємства;

в) ступінь впливу виробництва на підприємство;

г) ступінь впливу виробництва на навколишнє середовище;

д) чистоту продукції.

56. Суттю хіміко-технологічного процесу є:

а) такий технологічний процес, для проходження якого сировину охолоджують;

б) такий технологічний процес, у ході якого головним рушієм є тиск;

в) зміна складу або властивостей матеріалів під дією хімічних реакцій, які доповнюються супутніми фізико-механічними процесами;

г) такий технологічний процес, у ході якого електрична енергія перетворюється в хімічну і навпаки;

д) такий технологічний процес, у ході якого поглинається теплота.

57. Термічними називають такі технологічні процеси, у ході яких головним рушієм є:

а) терміти;

б) каталізатор;

в) теплота;

г) тиск;

д) вогонь.

58. Високотемпературні процеси відбуваються при температурі від:

а) 2000 до 50000° С;

б) 5000 до 100000° С;

в) 300 до 15000° С;

г) 50 до 3000° С;

д) 30 до 1000° С.

59. Низькотемпературними називають такі технологічні процеси, для проходження яких сировину:

а) нагрівають;

б) переміщують до холодильних камер;

в) охолоджують;

г) нагрівають до 500° С;

д) охолоджують до «абсолютного нуля».

60. Каталізаторами називають речовини, які:

а) змінюють швидкість хімічних реакцій та в їх процесі розпадаються;

б) змінюють швидкість хімічних реакцій під дією тепла;

в) змінюють швидкість хімічних реакцій, а самі (хімічно та кількісно) залишаються незмінними;

г) змінюють швидкість хімічних реакцій під дією постійного струму;

д) перекочуються в ході виробничого процесу від верстата до верстата.

61. Електрохімічними процесами називають такі технологічні процеси:

а) які спричиняються світлом або відбуваються під його дією;

б) в ході яких головним рушієм є x -промені, γ -промені, електрони, протони, нейтрони, α і β -частинки тощо;

в) у ході яких електрична енергія перетворюється в хімічну і навпаки;

г) в ході яких головним рушієм є монохроматичне випромінювання;

д) в ході яких головним рушієм є каталізатор.

62. Головним недоліком електрохімічних процесів є великі витрати:

а) електроенергії;

б) теплоти;

в) хімічних реагентів;

г) сировини;

д) праці робітників.

63. Іонізований газ, який складається з позитивно та негативно заряджених частинок, нейтральних атомів і молекул, називається:

а) плазмою;

б) лазером;

в) каталізатором;

г) монохроматичним випромінюванням;

д) димкою.

64. Фотохімічними називають такі технологічні процеси:

а) які спричиняються світлом або відбуваються під його дією;

б) у ході яких електрична енергія перетворюється в хімічну і навпаки;

в) у ході яких головним рушієм є фотодіоди;

г) у ході яких головним рушієм є монохроматичне випромінювання;

д) у ході яких головним рушієм є фотометрія.

65. Радіаційно-хімічними називають такі технологічні процеси, в ході яких головним рушієм є:

- а) α -промені, γ -промені, електрони, протони, нейтрони, α і β -частинки тощо;
- б) електрична енергія, що перетворюється в хімічну і навпаки;
- в) радіація;
- г) монохроматичне випромінювання;
- д) лазери.

66. Лазерними називають такі технологічні процеси, в ході яких головним рушієм є:

- а) монохроматичне випромінювання;
- б) електрична енергія, що перетворюється в хімічну і навпаки;
- в) ультразвук;
- г) α -промені, γ -промені, електрони, протони, нейтрони, α і β -частинки тощо;
- д) α і β -частинки.

67. Системи керування, у яких процес керування здійснюється частково автоматично, а частково при участі людини, називаються:

- а) автоматичними системами управління;
- б) керуючими системами управління;
- в) основними системами управління виробничим процесом;
- г) керованими системами управління;
- д) підконтрольними системами управління.

68. Етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передачею цих функцій технічним засобам, називається:

- а) автоматизацією виробництва;
- б) технічним сприянням виробництву;
- в) технологізацією виробництва;
- г) роботизацією виробництва;
- д) машинізацією виробництва.

69. Якщо людина не бере участі у формуванні управляючої дії, управління називається:

- а) автоматичним;
- б) автономним;
- в) автоматизованим;
- г) незалежним;

д) вільним.

70. Управління називається автоматизованим, якщо:

а) прийняття остаточних рішень щодо управління залишається за людиною;

б) основні засоби самостійно, за допомогою ЕОМ, приймають відповідні управлінські рішення;

в) технологічний процес виконує свої функції без управління людиною;

г) людина не бере участі у формуванні управляючої дії;

д) автомати приймають управлінські рішення.

71. Процес пристосування форм організації виробничої системи до постійного оновлення продукції, що випускається, техніки, технології виробництва, називається:

а) гнучкістю;

б) інновацією;

в) інноваційним процесом;

г) інноваційною системою;

д) підлаштуванням виробничої системи.

72. Виявлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, що вносять докорінні зміни в рівень пізнання, називається:

а) раціоналізаторською пропозицією;

б) відкриттям;

в) винаходом;

г) патентом;

д) пізнанням.

73. Нове технічне вирішення завдання в будь-якій галузі, що дає позитивний ефект, називається:

а) раціоналізаторською пропозицією;

б) винаходом;

в) патентом;

г) відкриттям;

д) інноваційною ідеєю.

74. Технічне рішення, що є новим і корисним для підприємства, організації або установи, якому воно подано, і передбачає зміну конструкції, виробу, технології виробництва і застосовуваної техніки або зміну складу матеріалу називається:

а) винаходом;

- б) раціоналізаторською пропозицією;
- в) патентом;
- г) відкриттям;
- д) інноваційною ідеєю.

75. Комплекс наукових, технічних та організаційних робіт, пов'язаних з розробкою і освоєнням нової та вдосконаленням діючої техніки й технології, організації виробництва й праці називається:

- а) комплексною підготовкою виробництва;
- б) технічною підготовкою виробництва;
- в) конструкторською підготовкою виробництва;
- г) технологічною підготовкою виробництва;
- д) адекватною підготовкою виробництва.

76. Створення оптимальних матеріально-технічних передумов для випуску в найкоротший строк і з мінімальними витратами нових видів продукції з раніше заданими властивостями та якісними характеристиками, називається:

- а) комплексною підготовкою виробництва;
- б) технологічною підготовкою виробництва;
- в) конструкторською підготовкою виробництва;
- г) технічною підготовкою виробництва;
- д) адекватною підготовкою виробництва.

77. Забезпечення підприємства необхідними матеріалами та енергетичними ресурсами (сировиною), підготовку складських приміщень і транспортного обслуговування відповідно до потреб, розробку системи організації зберігання, облік та реалізацію готової продукції, матеріально-технічне постачання, називається:

- а) комплексною підготовкою виробництва;
- б) матеріальною підготовкою виробництва;
- в) конструкторською підготовкою виробництва;
- г) управлінською підготовкою виробництва;
- д) технічною підготовкою виробництва.

78. Кількість продукції, виготовленої за одиницю часу, називається:

- а) собівартістю;
- б) продуктивністю;
- в) виробітком;
- г) виробництвом;
- д) годинною.

79. Сума всіх витрат на виготовлення і реалізацію одиниці продукції, називається:

- а) продуктивністю;
- б) собівартістю;
- в) виробітком;
- г) калькуляцією;
- д) вартістю.

80. Співвідношення кількості витрачених засобів матеріальних ресурсів і отриманої продукції в грошовому вираженні у технологічному процесі, називається:

- а) продуктивністю;
- б) технологічним матеріальним балансом;
- в) виробітком;
- г) собівартістю;
- д) енергетичним балансом.

81. Економічно-корисний результат виражається в:

а) зменшенні шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище;

б) збільшенні випуску продукції яка користується попитом, підвищення її якості і конкурентоздатності, економії всіх видів виробничих ресурсів, під час росту продуктивності суспільної праці;

в) покращенні умов роботи, ліквідації тяжкої фізичної праці, збільшенні вільного часу, усунення причин професійних хвороб і травматизму, підвищенні освітнього і культурного рівня робітників;

г) отриманні нових знань і технічних засобів, які забезпечують прискорення науково-технічного розвитку;

д) грошовій формі.

82. Соціально-корисний результат проявляється в:

а) зменшенні шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище;

б) покращенні умов роботи, ліквідації тяжкої фізичної праці, збільшенні вільного часу, усунення причин професійних хвороб і травматизму, підвищенні освітнього і культурного рівня робітників;

в) отриманні нових знань і технічних засобів, які забезпечують прискорення науково-технічного розвитку;

г) збільшенні випуску продукції яка користується попитом, підвищення її якості і конкурентоздатності, економії всіх видів виробничих ресурсів, під час росту продуктивності суспільної праці;

д) в рівні життя населення країни.

83. Екологічно-корисний результат полягає в:

а) покращенні умов роботи, ліквідації тяжкої фізичної праці, збільшенні вільного часу, усунення причин професійних хвороб і травматизму, підвищенні освітнього і культурного рівня робітників;

б) зменшенні шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище;

в) отриманні нових знань і технічних засобів, які забезпечують прискорення науково-технічного розвитку;

г) збільшенні випуску продукції яка користується попитом, підвищення її якості і конкурентоздатності, економії всіх видів виробничих ресурсів, під час росту продуктивності суспільної праці;

д) в чистоті водних артерій району.

84. Науково-технічний корисний результат полягає в:

а) покращенні умов роботи, ліквідації тяжкої фізичної праці, збільшенні вільного часу, усунення причин професійних хвороб і травматизму, підвищенні освітнього і культурного рівня робітників;

б) отриманні нових знань і технічних засобів, які забезпечують прискорення науково-технічного розвитку;

в) збільшенні випуску продукції яка користується попитом, підвищення її якості і конкурентоздатності, економії всіх видів виробничих ресурсів, під час росту продуктивності суспільної праці;

г) зменшенні шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище;

д) отриманні максимального прибутку.

85. Найбільш легко піддається вартісній оцінці:

а) науково-технічний ефект;

б) економічний ефект;

в) соціальний ефект;

г) екологічний ефект;

д) науково-практичний ефект.

86. Сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її здатність задовольняти певні потреби у відповідності з призначенням, називається:

а) функціональністю продукції;

б) якістю продукції;

в) економічністю продукції;

г) властивістю продукції;

д) гнучкістю продукції.

87. Об'єктивна особливість виробу, яка проявляється при його створенні, експлуатації чи споживанні, називається:

- а) функціональністю продукції;
- б) властивістю продукції;
- в) економічністю продукції;
- г) якістю продукції;
- д) гнучкістю продукції.

88. Якісна або кількісна характеристика будь-яких властивостей виробів, називається:

- а) функціональністю продукції;
- б) ознакою продукції;
- в) економічністю продукції;
- г) якістю продукції;
- д) гнучкістю продукції.

89. Безвідмовність – це:

а) стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи при цьому допустимі значення всіх основних параметрів;

б) властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу або напрацювання в певних умовах експлуатації;

в) властивість виробу довго (з можливими перервами на ремонт) зберігати працездатність до встановленого граничного стану;

г) властивість конструкції, що полягає в її пристосованості до відновлення працездатного стану шляхом виявлення й усунення дефектів і несправностей у процесі технічного обслуговування і ремонту;

д) властивість виробу переходити із одного якісного стану в інший без будь-яких надзусиль.

90. Працездатність – це:

а) властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу або напрацювання в певних умовах експлуатації;

б) стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи при цьому допустимі значення всіх основних параметрів;

в) властивість виробу довго (з можливими перервами на ремонт) зберігати працездатність до встановленого граничного стану;

г) властивість конструкції, що полягає в її пристосованості до відновлення працездатного стану шляхом виявлення й усунення дефектів і несправностей у процесі технічного обслуговування і ремонту;

д) можливість безвідмовно у будь-який час виконувати управлінські функції.

91. Довговічність – це:

а) властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу або напрацювання в певних умовах експлуатації;

б) властивість виробу довго (з можливими перервами на ремонт) зберігати працездатність до встановленого граничного стану;

в) властивість конструкції, що полягає в її пристосованості до відновлення працездатного стану шляхом виявлення й усунення дефектів і несправностей у процесі технічного обслуговування і ремонту;

г) стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи при цьому допустимі значення всіх основних параметрів;

д) виріб, який довгий час може зберігатись при кімнатній температурі.

92. Ремонтпридатність – це:

а) властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу або напрацювання в певних умовах експлуатації;

б) властивість конструкції, що полягає в її пристосованості до відновлення працездатного стану шляхом виявлення й усунення дефектів і несправностей у процесі технічного обслуговування і ремонту;

в) властивість виробу довго (з можливими перервами на ремонт) зберігати працездатність до встановленого граничного стану;

г) стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи при цьому допустимі значення всіх основних параметрів;

д) здатність робітником полагодити виріб без матеріальної винагороди.

93. Сукупність конкретних показників без порівняння з відповідними показниками аналогічних виробів, називається:

- а) перспективним рівнем;
- б) відносним рівнем;
- в) абсолютним рівнем;
- г) оптимальним рівнем;
- д) конкретним рівнем.

94. Сукупність показників, що враховують розвиток науки, техніки та зростаючі вимоги споживачів, називається:

- а) абсолютним рівнем;
- б) відносним рівнем;
- в) перспективним рівнем;
- г) оптимальним рівнем;
- д) плановим рівнем.

95. Співвідношення абсолютних показників з показниками кращих світових зразків, називається:

- а) абсолютним рівнем;
- б) перспективним рівнем;
- в) відносним рівнем;
- г) оптимальним рівнем;
- д) міжнародним рівнем.

96. Рівень виробництва, коли показники якості та економічні витрати виробництва є взаємно збалансовані, називається:

- а) абсолютним рівнем;
- б) перспективним рівнем;
- в) оптимальним рівнем;
- г) відносним рівнем;
- д) плановим рівнем.

97. Відносна характеристика якості продукції, яка ґрунтується на співставленні значень показників, що характеризують технічну досконалість оцінюваної продукції, з відповідними базовими значеннями, називають:

- а) абсолютним рівнем якості;

- б) перспективним рівнем якості;
- в) технічним рівнем якості;
- г) відносним рівнем якості;
- д) плановим рівнем якості.

98. Сукупність операцій, що містять вибір номенклатури показників якості продукції, встановлення значень цих показників і співставлення їх з базовими, називається:

- а) оцінкою якості технології;
- б) оцінкою якості технологічного процесу;
- в) оцінкою якості продукції;
- г) оцінкою якості виробничого процесу;
- д) оцінкою екологічної чистоти продукції.

99. Рівень технологічної інтенсивності процесу характеризується:

а) кількістю стадій та операцій технологічного процесу, їх взаємозамінністю, можливостями переналагодження процесів на випуск іншої продукції, на інші режими роботи;

б) кількістю нової техніки, рівнем організації, автоматизації процесів, інформаційним забезпеченням виробництва;

в) ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів;

г) ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, надійності, безпечності та безаварійності роботи обладнання;

д) ступенем використання робочої сили.

100. Рівень технологічної організації виробництва визначається:

а) ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, надійності, безпечності та безаварійності роботи обладнання;

б) кількістю нової техніки, рівнем організації, автоматизації процесів, інформаційним забезпеченням виробництва;

в) кількістю стадій та операцій технологічного процесу, їх взаємозамінністю, можливостями переналагодження процесів на випуск іншої продукції, на інші режими роботи;

г) ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів;

д) організаційною здібністю управлінського персоналу.

101. Рівень технологічної оснащеності характеризується:

а) кількістю стадій та операцій технологічного процесу, їх взаємозамінністю, можливостями переналагодження процесів на випуск іншої продукції, на інші режими роботи;

б) ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, надійності, безпечності та безаварійності роботи обладнання;

в) кількістю нової техніки, рівнем організації, автоматизації процесів, інформаційним забезпеченням виробництва;

г) ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів;

д) освітньо-кваліфікаційним рівнем робітника.

102. Рівень керованості технологічними процесами характеризується:

а) кількістю стадій та операцій технологічного процесу, їх взаємозамінністю, можливостями переналагодження процесів на випуск іншої продукції, на інші режими роботи;

б) ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів;

в) ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, надійності, безпечності та безаварійності роботи обладнання;

г) кількістю нової техніки, рівнем організації, автоматизації процесів, інформаційним забезпеченням виробництва;

д) ступенем керованості персоналу підприємства.

103. Процес, який відбувається при високих температурах з високими швидкостями, високим тиском і в якому беруть участь декілька фаз, називається:

а) високим;

б) комбінованим;

в) складним;

г) простим;

д) фазовим.

104. Стандарти ISO серії 9000 представляють собою:

а) правила проведення процедури сертифікації, а також вимоги до експертів, які здійснюють перевірку системи якості міжнародних стандартів ISO серії 9000 і 10000;

б) документи, які передбачають вимоги до кваліфікації виробничого персоналу;

в) настанови з управління якістю та загальні вимоги щодо забезпечення якості виробів і побудови елементів якості;

г) поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

д) документи, які передбачають вимоги до кваліфікації управлінського персоналу.

105. Стандарти ISO серії 10000 містять:

а) поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

б) види послуг в масовому і одиничному виробництві;

в) правила проведення процедури сертифікації, а також вимоги до експертів, які здійснюють перевірку системи якості міжнародних стандартів ISO серії 9000 і 10000;

г) настанови з управління якістю та загальні вимоги щодо забезпечення якості виробів і побудови елементів якості;

д) 10000 порад щодо виготовлення продукції.

106. Галузеві стандарти розробляють:

а) у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

б) для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів;

в) на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів;

г) на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві;

д) на продукцію найбільш заможних споживачів.

107. Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок розробляють:

а) на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів;

б) для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів;

в) у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

г) на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві;

д) для науковців та провідних інженерів виробничих підприємств.

108. Технічні умови – розробляють:

а) на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів;

б) на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві;

в) для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів;

г) у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

д) у разі виявлення в сировині шкідливих речовин.

109. Стандарти підприємства розробляють:

а) на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів;

б) для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів;

в) на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві;

г) у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

д) для керівника даного підприємства.

110. Науку про вимірювання, методи і засоби забезпечення, єдності та способи досягнення необхідної точності, називають:

а) стандартизацією;

б) уніфікацією;

в) метрологією;

г) спеціалізацією;

д) методологією.

111. Основним завданням метрологічного забезпечення якості продукції є:

а) отримання максимального прибутку;

б) впровадження у виробництво принципово нових конкурентоспроможних технологій;

в) розробка і впровадження в стандарти науково обґрунтованих критеріїв якості та методів випробування;

г) отримання максимально можливої якості продукції;

д) задоволення запитів заможних громадян.

112. Значення фізичної величини, яке ідеальним чином відображає в якісному і кількісному відношенні відповідну властивість об'єкта, називається:

а) ідеальним значенням;

б) абсолютним значенням;

в) істинним значенням;

г) дійсним значенням;

д) фактичним значенням.

113. Значення фізичної величини, отримане експериментальним шляхом і настільки наближене до істинного значення, що для певної мети може бути використане замість нього, називається:

а) істинним значенням;

б) абсолютним значенням;

в) дійсним значенням;

- г) ідеальним значенням;
- д) ідеалізованим значенням.

114. Відхилення результату вимірювань від істинного значення вимірюваної величини, називається:

- а) критерієм вимірювання;
- б) помилкою вимірювання;
- в) похибкою вимірювання;
- г) коефіцієнтом вимірювання;
- д) інструментом вимірювання.

115. Вимірювання, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних, називаються:

- а) спільними;
- б) сукупними;
- в) непрямыми;
- г) прямими;
- д) загальними.

116. Вимірювання, результат яких встановлюють на основі прямих вимірювань величин, пов'язаних з вимірюваною величиною відомої залежності, називаються:

- а) спільними;
- б) сукупними;
- в) прямими;
- г) побічними;
- д) загальними.

117. Вимірювання, при яких одночасно проводяться вимірювання кількох однойменних величин, а значення досліджуваної величини знаходять шляхом розв'язання системи рівнянь, одержаних при прямих вимірюваннях, називаються:

- а) спільними;
- б) прямими;
- в) побічними;
- г) сукупними;
- д) загальними.

118. Вимірювання, які здійснюються одночасно для двох або декількох не однойменних величин з метою встановлення функціональної залежності між ними, називаються:

- а) сукупними;

- б) прямими;
- в) побічними;
- г) спільними;
- д) загальними.

119. Вимірювання, які засновані на прямих вимірюваннях однієї чи кількох основних величин, або з використанням значень фізичних констант, називаються:

- а) сукупними;
- б) прямими;
- в) відносними;
- г) абсолютними;
- д) загальними.

120. Вимірювання відношення однієї величини до іншої однойменної величини, що відіграє роль одиниці, або вимірювання певної величини по відношенню до однойменної величини, яка прийнята за вихідну, називається:

- а) абсолютним;
- б) прямим;
- в) сукупним;
- г) відносним;
- д) загальним.

121. Переведення речовини із газоподібного стану в рідкий, називають:

- а) зволоженням;
- б) зрідженням;
- в) коксуванням;
- г) скрапленням;
- д) іонізуванням.

122. Промисловість, яка займається виробництвом металів і сплавів з руд та іншої сировини, яка містить метали, називається:

- а) добувною;
- б) гірничою;
- в) шахтовою;
- г) металургією;
- д) вугільною.

123. Спосіб виробництва металів і сплавів, що ґрунтується на використанні теплової енергії, називається:

- а) електроенергетичним;

- б) хіміко-металургійним;
- в) гідродинамічним;
- г) металургійним;
- д) каталізним.

124. Спосіб при якому метали та сплави отримують у дугових, індукційних та інших типах електричних печей, називається:

- а) електроенергетичним;
- б) хіміко-металургійним;
- в) гідродинамічним;
- г) електрометалургійним;
- д) каталізним.

125. Спосіб при якому метали з руд, концентратів і відходів виробництва вилучають за допомогою розчинників, називається:

- а) металургійним;
- б) хіміко-металургійним;
- в) електрометалургійним;
- г) гідрометалургійним;
- д) каталізним.

126. Сплав, який складається з 87% газу та 13% сталі називається:

- а) металогазом;
- б) сірим чавуном;
- в) білим чавуном;
- г) високолегованою сталлю;
- д) залізом.

127. Металогази дуже перспективні для:

- а) літако- та ракетобудування;
- б) будування субмарин;
- в) промислового та цивільного будівництва;
- г) будівництва бункерів;
- д) будівництва сільськогосподарської техніки.

128. Доменна піч працює безперервно:

- а) 5–8 років;
- б) 1 рік;
- в) 3 роки;
- г) 10 років;
- д) 12 років.

129. Деревне вугілля випалюють із дров у печах при сухій перегонці без доступу:

- а) повітря;
- б) працівників;
- в) води;
- г) електроенергії;
- д) спостерігачів.

130. Мазутом називають залишок від перегонки:

- а) нафти;
- б) спирту;
- в) води;
- г) солярки;
- д) бензину.

131. Питома теплота згоряння мазуту становить:

- а) 44000–46000 кДж/кг;
- б) 14000–20000 кДж/кг;
- в) 4000–6000 кДж/кг;
- г) 85000–90000 кДж/кг;
- д) 400–600 кДж/кг.

132. Питома теплота згоряння сухих дров різних порід майже однакова і складає близько 20000 кДж/кг:

- а) 20000 кДж/кг;
- б) 10000 кДж/кг;
- в) 5000 кДж/кг;
- г) 48000 кДж/кг;
- д) 400 кДж/кг.

133. Великою перевагою природних газів є відсутність у них:

- а) отруйного окису вуглецю;
- б) сірки;
- в) заліза;
- г) лугів;
- д) оксидів.

134. Природний газ складається в основному з вуглеводнів, які займають до:

- а) 99,9% всього об'єму;
- б) 5% всього об'єму;
- в) 51% всього об'єму;
- г) 70% всього об'єму;

д) 10% всього об'єму.

135. Скрапленням називають переведення речовини:

- а) із газоподібного стану в рідкий;
- б) із рідкого стану в газоподібний;
- в) із твердого стану у рідкий;
- г) із рідкого стану у твердий;
- д) із рідкого в твердий та газоподібний.

136. Скраплення газу в промисловості відбувається при температурах:

- а) нижче 500°C ;
- б) вище 500°C ;
- в) вище 100°C ;
- г) нижче 10000°C ;
- д) вище 10000°C .

137. Кам'яновугільний кокс одержують у результаті теплової обробки коксового вугілля при температурі:

- а) $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ без доступу повітря;
- б) $50\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ без доступу повітря;
- в) 100°C з доступом повітря;
- г) $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ з доступом повітря;
- д) вище 50000°C .

138. Питома теплота згоряння коксу становить близько:

- а) 30000 кДж/кг ;
- б) 400 кДж/кг ;
- в) 60000 кДж/кг ;
- г) 10000 кДж/кг ;
- д) 80000 кДж/кг .

139. Питома теплота згоряння нафти складає:

- а) 40000 Дж/кг ;
- б) 400 кДж/кг ;
- в) 60000 кДж/кг ;
- г) 10000 кДж/кг ;
- д) 80000 кДж/кг .

140. Засоби вимірювань – це:

- а) технічні засоби, що використовуються під час вимірювань і мають нормовані метрологічні характеристики;
- б) будь-які засоби, що дають певний результат;
- в) електричні засоби, які потребують постійного контролю;

г) засоби, за допомогою яких робітники виготовляють вимірну продукцію;

д) набір інструментів, який дозволяє з точністю до десятих встановити істинне значення.

141. Перевіркою засобів вимірювання називається:

а) сукупність дій, які виконуються для визначення і оцінки похибки засобів вимірювання з метою встановлення відповідності точнісних характеристик регламентованим значенням і придатності засобу вимірювання для використання;

б) встановлена процедура працівниками відповідного відомства;

в) контроль точності вимірів;

г) ітинна, яка може встановлюватись тільки таким чином;

д) логічно-впорядкований процес встановлення несправностей вимірювальної техніки.

142. Достовірність вимірювань – це:

а) довіра до результатів вимірювання;

б) недовіра до результатів вимірювання;

в) процедура усунення сумнівів результатів вимірювання;

г) процес вивчення всіх характеристик вимірювальних приладів на їх справність;

д) система регламентних заходів спрямована на переконання споживача послуг у достовірності вимірювання.

143. Правильність вимірювань – це:

а) якість вимірювання, що відображає близькість до нуля систематичних похибок результатів, тобто таких похибок, які залишаються постійними чи закономірно змінюються при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини;

б) довіра до результатів вимірювання;

в) процедура усунення сумнівів результатів вимірювання;

г) процес вивчення всіх характеристик вимірювальних приладів на їх справність;

д) система регламентних заходів спрямована на переконання споживача послуг у достовірності вимірювання.

144. Метод вимірювань – це:

а) сукупність прийомів використання принципів і засобів вимірювання;

б) набір відповідних інструментів;

в) процедура знаходження певної величини;
г) процес знаходження необхідних величин;
д) система регламентних заходів спрямована на отримання певного результату.

145. Принцип вимірювань – це:

а) фізичне явище або сукупність фізичних явищ, що покладені в основу вимірювань;

б) набір відповідних інструментів;

в) процедура знаходження певної величини;

г) процес знаходження необхідних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання певного результату.

146. Відносні вимірювання – це:

а) вимірювання відношення однієї величини до іншої однойменної величини, що відіграє роль одиниці, або вимірювання певної величини по відношенню до однойменної величини, яка прийнята за вихідну;

б) відносне визначення якості продукції та платоспроможності споживача;

в) процедура знаходження певних величин;

г) процес знаходження відносних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання відносних результатів.

147. Абсолютні вимірювання – це:

а) вимірювання, які засновані на прямих вимірюваннях однієї чи кількох основних величин або з використанням значень фізичних констант;

б) абсолютне визначення якості продукції та платоспроможності споживача;

в) процедура знаходження певних абсолютних величин;

г) процес знаходження абсолютних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання абсолютних результатів.

148. Спільні вимірювання – це:

а) вимірювання, які здійснюються одночасно для двох або декількох не однойменних величин з метою встановлення функціональної залежності між ними;

б) вимірювання, які засновані на прямих вимірюваннях однієї чи кількох основних величин або з використанням значень фізичних констант;

в) процедура знаходження певних спільних величин;

г) процес знаходження спільних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання спільних результатів.

149. Сукупні вимірювання – це:

а) вимірювання, при яких одночасно проводяться вимірювання кількох однойменних величин, а значення досліджуваної величини знаходять шляхом розв'язання системи рівнянь, одержаних при прямих вимірюваннях;

б) вимірювання, які засновані на сукупних вимірюваннях однієї чи кількох основних величин або з використанням значень фізичних констант;

в) процедура знаходження певних сукупних значень;

г) процес знаходження сукупних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання певних сукупних результатів.

150. Побічні вимірювання – це:

а) вимірювання, результат яких встановлюють на основі прямих вимірювань величин, пов'язаних з вимірюваною величиною відомої залежності;

б) вимірювання, які засновані на сукупних вимірюваннях однієї чи кількох основних величин або з використанням значень фізичних констант;

в) процедура знаходження певних побічних значень;

г) процес знаходження побічних величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання певних побічних результатів.

151. Прямі вимірювання – це:

а) вимірювання, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних;

б) вимірювання, які засновані на прямих вимірюваннях однієї чи кількох основних величин або з використанням значень фізичних констант;

в) процедура знаходження певних прямих значень;

г) процес знаходження прямих величин;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання прямих результатів.

152. Вимірювана величина, яка залишається незмінною в часі називається:

- а) const;
- б) динамічною величиною;
- в) синхронізованою величиною;
- г) побічною величиною;
- д) часовою величиною.

153. Величина, яка в процесі вимірювання змінюється і є несталою в часі називається:

- а) динамічною величиною;
- б) const;
- в) синхронізованою величиною;
- г) побічною величиною;
- д) часовою величиною.

154. Під похибкою вимірювання розуміють:

а) відхилення результату вимірювань від істинного значення вимірюваної величини;

б) величина, яка в процесі вимірювання змінюється;

в) величину, яка залишається незмінною в часі;

г) вимірювання, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання результатів похибки.

155. Дійсне значення – це:

а) значення фізичної величини, отримане експериментальним шляхом і настільки наближене до істинного значення, що для певної мети може бути використане замість нього;

б) величина, яка в процесі вимірювання не змінюється;

в) відхилення результату вимірювань від істинного значення вимірюваної величини;

г) вимірювання, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання дійсних значень.

156. Істинне значення – це:

а) межа, до якої наближається значення фізичної величини в міру того, як підвищується точність вимірювань;

б) величина, яка в процесі вимірювання не змінюється;

в) відхилення результату вимірювань значення вимірюваної величини є незначним;

г) вимірювання, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання істинних значень.

157. Точність вимірювань характеризується:

а) близькістю їх результатів до дійсного значення вимірюваної величини;

б) величиною, яка в процесі вимірювання не змінюється;

в) відхиленням результату вимірюваних значень, величина яких є незначною;

г) вимірюваннями, при яких досліджуване значення фізичної величини знаходять безпосередньо з експериментальних даних;

д) системою регламентних заходів спрямована на отримання сталих значень.

158. Єдність вимірювань – це:

а) такий стан вимірювань, при якому їх результати, виражені в узаконених одиницях і похибках вимірювань, відомі з заданою вірогідністю;

б) величиною, яка в процесі вимірювання є єдиною;

в) результат вимірюваних значень, величина яких є єдиною;

г) вимірюваннями, при яких досліджуване значення фізичної величини об'єднує всі результати;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання єдиних сталих значень.

159. Метрологія – це:

а) наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності;

б) наука, яка вивчає міру довжини;

в) наука, яка характеризуються метричними даними;

г) наука про певний набір інструментів статистики та математичного програмування;

д) система регламентних заходів спрямована на отримання єдиної одиниці довжини.

160. Стандарти, які розробляють на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, що перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів називають:

- а) галузевими стандартами;
- б) стандартами підприємств;
- в) стандартами цехів;
- г) стандартами дільниць;
- д) стандартами технологічних процесів.

161. Стандарти, які розробляють у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів називають:

- а) стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок;
- б) стандартами підприємств;
- в) ДСТУ;
- г) технічними умовами;
- д) стандартами технологічних процесів.

162. Умови, які розробляють для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів називають:

- а) технічними;
- б) міжгалузевими;
- в) виробничими;
- г) цеховими;
- д) конструкторськими.

163. Стандарти, які розробляють на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві називають:

- а) стандартами підприємства;
- б) галузевими стандартами;
- в) стандартами технологічних процесів;
- г) стандартами цехів;
- д) стандартами дільниць.

164. Технічною основою національної метрологічної системи є:

- а) національна еталонна база;
- б) галузеві стандарти;
- в) стандарти технологічних процесів;
- г) стандарти цехів;
- д) стандарти дільниць.

165. Метрологія – це наука про:

а) вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності;

б) стандарти, які розробляють на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві;

в) стандарти, які розробляють у разі необхідності поширення результатів фундаментальних та прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів;

г) умови, які розробляють для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів;

д) стандарти, які розробляють на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, що перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

166. Стандартизація, яка проводиться на рівні однієї конкретної держави називається:

- а) національною;
- б) регіональною;
- в) локальною;
- г) місцевою;
- д) корпоративною.

167. Робота із стандартизацією, в якій беруть участь декілька країн називається:

- а) міжнародною;
- б) регіональною;
- в) континентальною;
- г) національною;

д) натівською.

168. Діяльність, яка включає в себе вирішення питань для завдань, що повторюються в галузях науки, техніки і економіки:

- а) стандартизацією;
- б) метрологією;
- в) системою;
- г) процесом;
- д) дефініцією.

169. Поняття оптимального варіанту розміщення устаткування включає:

- а) мінімальну протяжність комунікацій;
- б) технологічну схему завезення верстатів від постачальника до кінцевого споживача;
- в) оптимальні шляхи під'їзду споживачів до підприємства;
- г) виготовлення продукції для оптимального кола споживачів;
- д) виготовлення продукції з оптимальними якісними характеристиками.

170. Життєвий цикл технологічного укладу має:

- а) 4 фази;
- б) 8 фаз;
- в) 5 фаз;
- г) 2 фази;
- д) 15 фаз.

171. Перший технологічний укладу проходив протягом наступних років:

- а) 1790–1830 рр.;
- б) 1830–1880 рр.;
- в) 1880–1940 рр.;
- г) 1940–1980 рр.;
- д) 1980–2040 (прогноз) рр.

172. Другий технологічний укладу проходив протягом наступних років:

- а) 1830–1880 рр.;
- б) 1790–1830 рр.;
- в) 1880–1940 рр.;
- г) 1940–1980 рр.;
- д) 1980–2040 (прогноз) рр.

173. Третій технологічний укладу проходив протягом наступних років:

- а) 1880–1940 рр.
- б) 1790–1830 рр.
- в) 1830–1880 рр.
- г) 1940–1980 рр.
- д) 1980–2040 (прогноз) рр.

174. Четвертий технологічний укладу проходив протягом наступних років:

- а) 1940–1980 рр.;
- б) 1830–1880 рр.;
- в) 1880–1940 рр.;
- г) 1790–1830 рр.;
- д) 1980–2040 (прогноз) рр.

175. П'ятий технологічний укладу проходив протягом наступних років:

- а) 1980–2040 (прогноз) рр.;
- б) 1830–1880 рр.;
- в) 1880–1940 рр.;
- г) 1940–1980 рр.;
- д) 1790–1830 рр.

176. Цикл зміни поколінь техніки включає наступну кількість фаз:

- а) 4;
- б) 1;
- в) 5;
- г) 11;
- д) 7.

177. В життєвому циклі технологій виділяють наступну кількість стадій:

- а) 5;
- б) 8;
- в) 11;
- г) 9;
- д) 10.

178. Технічні рішення революційного типу:

- а) завжди ефективніші, ніж еволюційного того ж призначення;
- б) менш ефективні, ніж еволюційного того ж призначення;

- в) за ефективністю однакові із еволюційними;
- г) є неефективними;
- д) є найменш ефективними серед всіх відомих.

179. Технічні рішення еволюційного типу:

а) є менш ефективними, ніж революційного того ж призначення;

б) завжди ефективніші, ніж революційного того ж призначення;

- в) за ефективністю однакові із революційними;
- г) є неефективними;
- д) є найбільш ефективними серед всіх відомих.

180. Виходячи із структури технологічного процесу, виділяють два напрями його розвитку (вдосконалення):

- а) революційний та еволюційний;
- б) аналізу та синтезу;
- в) індукції та дедукції;
- г) діалектики та метафізики;
- д) кореляційний та регресійний.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абіосфера – частина літосфери, на яку не впливали і не впливають живі організми чи біогенні речовини.

Абсорбент – речовина, здатна поглинати, усмоктувати, убирати.

Автокаталіз – прискорення хімічної реакції під впливом одного з її продуктів, що відіграє роль каталізатора.

Автомат – прилад самостійного функціонування, що працює згідно із заданою програмою без посередньої участі людини.

Автономний – самостійний, який здійснюється незалежно від кого-, чого-небудь.

Агрегат – 1) механічне з'єднання в одне ціле кількох різнорідних чи однорідних елементів; 2) з'єднання кількох різнотипних машин, механізмів тощо для їхньої роботи в комплексі; 3) частина складної машини, яка виконує певну функцію і являє собою завершене ціле, напр., коробка передач в автомобілі; 4) сукупність одного або кількох мінералів, що утворюють гірську породу або руду.

Адаптивний – пристосований.

Анаероби – організми, здатні жити лише в без кисневому середовищі.

Атмосфера – газоподібна оболонка Землі та деяких інших небесних тіл.

Атом – найменша частинка хімічного елемента, носій його властивостей, яка утворює з атомами того ж елемента чи атомами інших елементів складніші хімічні комплекси – молекули; складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів, які рухаються навколо нього.

Б

Барометричний тиск – тиск, пов'язаний з атмосферним.

Баракамера – міцна герметична камера, де штучно створюється підвищений чи понижений тиск повітря.

Батохромний ефект – зміна забарвлення органічних сполук при зміні їхньої хімічної будови, поглиблення кольору – від жовтого через оранжевий, червоний, фіолетовий, синій до зеленого.

Бензин – суміш вуглеводів різної будови, безбарвна рідина з характерним запахом.

Бетон – литий камінь штучного походження з в'язучої речовини (наприклад, цементу) і доповнюючого матеріалу (піску або гравію).

В

Вакуум – розріджений газ при тиску, нижчому за атмосферний.

Верстат – спеціальний робочий стіл з пристосуваннями для кріплення деталей, заготовок чи матеріалу, які обробляються на ньому.

Г

Гальванізація – застосування постійного електричного струму низької напруги з лікувальною метою.

Геодезія – наука про визначення форми, розмірів і гравітаційного поля Землі, про вимірювання на її поверхні, а також про методи вимірювання на місцевості під час проведення наукових та інженерних робіт.

Гравітація – 1) всесвітнє тяжіння; 2) метод збагачення корисних копалин.

Гідрогеологія – наука про підземні води, що вивчає їхній хімічний склад, властивості, походження, закономірності поширення і руху, умови залягання, взаємодію з гірськими породами.

Гідроенергетика – галузь енергетики, пов'язана з використанням водної енергії, яку перетворюють на електричну.

Гідроліз – реакція обмінного розкладу між речовиною і водою.

Гідрологія – наука, що вивчає природні води, явища і процеси, які в них відбуваються.

Гідромеліорація – поліпшення водного балансу земель шляхом штучного зрошення чи осушення їх.

Д

Декомпресія – 1) зменшення тиску; 2) швидкий перехід із середовища з вищим тиском у середовище з нижчим тиском.

Дисперсність – ступінь подрібнення речовини на частинки без зміни її хімічного складу. Чим дрібніші частинки, тим більша дисперсність.

Дифузія – 1) процес взаємного проникнення речовини (газу, рідини, твердого тіла) при безпосередньому стиканні або крізь порувату перегородку, зумовлений тепловим рухом їхніх молекул; 2) перенесення речовин (солей, газів та ін.) у морській воді з області високої їхньої концентрації в область низької.

Е

Експеримент – 1) дослід; спроба щось здійснити; 2) один із методів духовного освоєння світу і людської діяльності, що ґрунтується на дослідах, випробуванні, моделюванні тощо.

Електроаналіз – хімічний аналіз, який базується на електролізі.

І

Інструмент – 1) знаряддя праці; 2) засіб для досягнення поставленої мети.

Інтенсифікація – прискорення, посилення, збільшення напруженості, продуктивності, дієвості.

Інструментарій – сукупність інструментів, що використовуються фахівцями в якійсь галузі.

К

Кавітація – утворення заповнених газом, паром або їхньою сумішшю бульбашок під час зменшення тиску в рідині, яка швидко рухається або під дією ультразвуку.

Каталіз – (руйнування) пошкваллення хімічної реакції або зміна її швидкості незначними кількостями каталізаторів.

Каталізатор – 1) речовина, що впливає на швидкість хімічних процесів; 2) те, що впливає на швидкість суспільних змін.

Катод – 1) негативний полюс джерела постійного електричного струму; 2) негативний електрод.

Кваліметрія – галузь науки, яка вивчає і реалізує методи кількісної оцінки якості продукції.

Концентрація – 1) насиченість, скупчення, зосередження; об'єднання; 2) відносний уміст хімічних складників у суміші, розчині, сплаві.

Корекція – виправлення, поліпшення чогось.

Корозія – 1) руйнування металів унаслідок їхньої хімічної (або електрохімічної) взаємодії із зовнішнім середовищем; 2) руйнування гірських порід унаслідок розчинення їх у воді.

Кріогенний – пов'язаний з низькими температурами; К. техніка – техніка одержання та використання низьких температур при розрідженні деяких газів, охолоджені надпровідних електронних пристроїв тощо.

Л

Лазер – 1) пристрій для одержання надзвичайно інтенсивних і вузько спрямованих пасом світлового випромінювання; використовують у наукових дослідженнях, медицині тощо; 2) промінь, який одержують за допомогою такого пристрою.

М

Механіка – 1) наука про механічний рух тіл та про взаємодію, що виникає при цьому між тілами; 2) спосіб здійснення, шлях розвитку чого-небудь.

Модернізація – удосконалення, зміна, які відповідають вимогам сучасності.

Моніторинг – 1) постійний контроль за будь-яким процесом з метою виявити, чи відповідає він бажаному результату або початковим прогнозам; 2) спостереження за довкіллям, оцінка і прогноз його стану у зв'язку з господарською діяльністю людини.

Н

Ноу-хау – технічні знання, досвід, секрети виробництва, документально оформлені, передача яких обумовлюється при укладанні ліцензійних договорів та інших угод, оскільки охороняється законодавством.

П

Піроліз – розщеплення органічних речовин під дією високих температур.

Плазма – 1) речовина в іонізованому стані з приблизно однаковою концентрацією позитивно і негативно заряджених частинок, яка є середовищем, у якому легко виникають складні електромагнітні та механічні коливання; 2) рідка частина крові, лімфи, клітин.

Проект – 1) технічний документ, розроблений план для зведення споруд, виготовлення машин, приладів тощо; 2) попередній текст якогось документа; 3) план, задум.

Р

Раціоналізація – організація якоїсь роботи, діяльність з більшою продуктивністю; удосконалення.

Раціональний – розумово обґрунтований, доцільний.

Регрес – перехід від вищих форм розвитку до нижчих; рух назад, зміни на гірше.

С

Система – 1) значна кількість закономірно пов'язаних один з одним елементів (предметів, явищ, поглядів, принципів тощо), що становлять певне цілісне утворення, єдність; 2) порядок, зумовлений планомірним, правильним розташуванням частин у встановленому зв'язку, суворій послідовності; 3) форма, спосіб організації чого-небудь; 4) сукупність споруд, машин, механізмів, які служать єдиній меті.

Схема – 1) умовне креслення, що розкриває принцип побудови або функціонування чого-небудь; 2) зображення або опис у загальних, основних рисах; 3) абстрактне, спрощене зображення чого-небудь, загальна готова формула.

Т

Техніка – 1) сфера людської діяльності, пов'язана з виготовленням, використанням та вдосконаленням засобів праці, що застосовуються в системі суспільного виробництва; 2) сукупність машин, механізмів, пристроїв, які використовують у тій чи іншій галузі діяльності.

Технологія – 1) сукупність виробничих способів переробки матеріалів, виготовлення якої-небудь продукції; 2) наука про

способи впливу на сировину, матеріали чи напівфабрикати відповідними засобами виробництва.

У

Уніфікація – приведення чого-небудь до єдиної форми, системи.

Утилізація – доцільне використання, застосування чого-небудь; переробка.

Ш

Шихта – суміш матеріалів у певній пропорції (рудні концентрати, флюси тощо) для переробки в металургійних печах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні джерела

1. Швець Ф. Д., Судук О. Ю. Системи технологій : навч.-метод. посіб. Рівне : НУВГП, 2007. 198 с.
2. Колотило Д. М., Соколовський А. Т., Гарбуз С. В. Технологічні процеси галузей промисловості : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2003. 380 с.
3. Казарцев В. В., Соснін О. С. Управління технологічними процесами: теорія і практика : навч. посіб. Вид-во Європ. Ун-ту, 2002. 110 с.
4. Збожна О. М. Основи технології : навч. посіб. 2-ге вид., змін. і доп. Тернопіль : Карт-бланш, 2002. 486 с.
5. Остапчик М. В., Рибак А. І. Система технологій (за видами діяльності) : навч. посіб. К. : ЦУЛ, 2003. 888 с.
6. Г. М. Думбровська, А. П. Ткаченко. Системи сучасних технологій : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 352 с.
7. Єгупов Ю. А. Організація виробництва на промисловому підприємстві : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 488 с.
8. Березівський П. С. Системи технологій : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 288 с.
9. Деречин В. В., Дубовін Ф. Е., Павленко В. В. Системи технологій : Ч. І і Ч. ІІ. Одеса : агітатор, 2001. 300 с.
10. Желібо Є. П., Анопко Д. В., Буслик В. М., Овраменко М. А., Петрик Л. С., Пирч В. П. Основи виробництва в галузях народного господарства : навч. посіб. Київ : Кондор, 2005. 714 с.
11. Остапчук М. В., Сердюк Л. В., Овсянникова Л. К. Система технологій : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 368 с.
12. Сухорукова А. І. Управління інноваціями : Київ : Видавничий дім Комп'ютерпрес, 2003. 206 с.
13. Вознюк С. Т., Зінь Е. А. Водне господарство. Методи активного навчання : навч. посіб. Київ : ІЗИН, 1997. 368 с.
14. Транспорт України (залізничний, річковий, морський, повітряний) : енциклопедія українознавства. Загальна частина. Київ : Ін. Юре, 1995. 1103 с.

15. Швець Ф. Д., Пахаренко О. В., Андрійцьо-Рузаєва А. Ю. Побудова технологічних, виробничих та управлінських систем у концепції ощадливого виробництва. *Ефективна економіка* : електронний журнал / Дніпровський державний аграрно-економічний університет, ТОВ «ДКС-центр», 2020. № 6. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/> (дата звернення: 10.05.2024).
16. Швець Ф. Д. Концепція ощадливого виробництва як інструмент побудови ефективних технологічних та управлінських систем. *Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення* : міжнар. наук.-інтернет-конф., м. Тернопіль, 8 липня 2020 р. : зб. тез доп. Тернопіль, 2020. Вип. 50. С. 56–57.

Додаткові джерела

1. Березівський П. С. Системи технологій : навч. посіб. Рекомендовано МОН України. ЦУЛ, 2006. 288 с.
2. Дубровин Ф. Е., Павленко В. В. Отраслевые технологии : навч. посіб. Одесса ; Харьков, 1999. 285 с.
3. Колотило Д. М. Системи технологій та екологія промисловості : навч. посіб. Київ : НМК ВО, 1992. 482 с.
4. Никифоров В. М. Технологія металів і конструкційні матеріали. Київ : Вища шк., 1984. 342 с.
5. Рунова Р. Ф., Шейніч Л. О., Гелевера О. Г. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів : підруч. Київ : КНУБА, 2001. 354 с.
6. Сологуб М. А. Технологія конструкційних матеріалів : підруч. 2-ге вид. Київ : Вища шк., 2002. 372 с.
7. Ткаченко А. П. Системи сучасних технологій : навч. посіб. Київ : ЦНЛ, 2004. 352 с.
8. Черствий С. М. Системи технологій : курс лекцій. Чернігів, 2003. 536 с.

Навчальне видання

*Швець Федір Дмитрович
Кожушко Леонід Федорович
Швець Микола Дмитрович*

СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ГАЛУЗЕЙ

Навчальний посібник

Технічний редактор

Галина Сімчук

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*