

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування**

В. А. Гурин, В. П. Востріков, Л. В. Кузьмич

**ОСНОВИ
ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

Навчальний посібник

Рівне – 2019

УДК 620.22(075)
Г95

Рецензенти:

Павлов В. І., доктор економічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне);

Борейко В. І., доктор економічних наук, професор Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 8 від 30 червня 2015 р.*

Гурин В. А., Востріков В. П., Кузьмич Л. В.

Г35 Основи промислових технологій і матеріалознавства : навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2019. – 310 с.

ISBN 978-966-327-417-1

Навчальний посібник містить програмний матеріал дисципліни «Основи промислових технологій і матеріалознавства», контрольні запитання, термінологічний словник, список рекомендованої літератури. Наведено основні поняття і визначення техніки, технологій, промислового виробництва, виробничого і технологічного процесів, технологічних систем, основи розробки та оцінювання технологічних процесів, основні матеріали та технології їх виготовлення в базових галузях промислового виробництва.

Посібник призначено для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 620.22(075)

ISBN 978-966-327-417-1

- © В. А. Гурин, В. П. Востріков, Л. В. Кузьмич, 2019
- © Національний університет водного господарства та природокористування, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	8
1. ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	8
1.1. Основні поняття промислового виробництва, техніки і технології.....	8
1.2. Історичні аспекти і етапи розвитку технології.....	18
1.3. Технологія як наука.....	22
1.4. Зв'язок технології з виробництвом і економікою.....	28
1.5. Поняття про технологічний розвиток і технологічні уклади в економіці.....	33
1.6. Поняття про трансферт технологій.....	37
1.7. Характеристика стану технологічного розвитку України.....	40
1.8. Особливості промислового виробництва Рівненської області	44
2. ВИРОБНИЧИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСИ.....	49
2.1 Поняття виробничого процесу.....	49
2.2 Принципи організації виробництва.....	52
2.3. Форми організації виробництва.....	54
2.4. Виробнича структура підприємства.....	55
2.5. Типи виробництва.....	57
2.6. Упорядження виробництва за технологічними процесами, методами та операціями.....	59
2.6.1. Упорядження технологічних процесів виробництва.....	59
2.6.2. Упорядження виробництва виділенням методів оброблювання, формоутворення, складання та контролю....	60
2.6.3 Упорядження робочих місць виробництва.....	61
2.6.4. Упорядження послідовності виконання технологічних операцій і процесів.....	65
2.7. Засоби виконання технологічного процесу.....	67
2.8. Характеристики технологічного процесу (операції).....	68
2.9. Технологічні баланси у виробничих процесах.....	70
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ.....	75
3.1. Поняття про технологічні системи.....	75
3.2. Види технологічних систем.....	76
3.2.1. Ієрархічні рівні технологічних систем.....	76
3.2.2. Види технологічних систем за схемою організації переробки предмета виробництва.....	78
3.2.3. Види технологічних систем за рівнем спеціалізації переробки предмета виробництва.....	80

3.2.4.	Види технологічних систем за рівнем автоматизації.....	81
3.3.	Виробничі об'єднання та корпорації в економіці.....	82
3.4.	Поняття національної технологічної системи.....	83
3.5.	Закономірності розвитку технологій і технологічних систем	86
4.	МАТЕРІАЛЬНІ І ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ.....	92
4.1.	Поняття сировини та її класифікація.....	92
4.2.	Мінеральна сировина.....	95
4.3.	Рослинна і тваринна сировина.....	96
4.4.	Паливно-енергетична сировина.....	98
4.5.	Технології видобування мінеральної сировини.....	99
4.6.	Технології попереднього оброблення і збагачення сировини...	106
4.7.	Вода в промислових технологіях.....	111
4.8.	Енергія в промислових технологіях.....	120
5	ОСНОВИ РОЗРОБКИ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	130
5.1.	Етапи розроблення виробів.....	130
5.2.	Поняття про технологічність виробів.....	133
5.3.	Поняття про технологічну підготовку виробництва.....	139
5.4.	Технологічна документація.....	141
5.5.	Розробка технологічних процесів.....	148
5.6.	Техніко-економічна ефективність технологій.....	154
	РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОДЕРЖАННЯ В БАЗОВИХ ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	166
6.	ВСТУП У МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО	166
6.1.	Поняття матеріалознавства і класифікація промислових матеріалів	166
6.2.	Будова матеріалів.....	174
6.3.	Основні властивості матеріалів.....	176
7.	МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ І МЕТАЛОВИРОБИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ.....	181
7.1.	Метали і металеві сплави, їх класифікація.....	181
7.2.	Загальні відомості про чавун і сталь.....	186
7.3.	Технології одержання чавуну і сталі.....	196
7.4.	Кольорові метали і їх сплави.....	206
7.5.	Технології одержання кольорових металів.....	210
7.6.	Поняття про кольорову металургію.....	217
8.	Неметалеві матеріали та технології їхнього виготовлення.....	219
8.1.	Поняття і класифікація неметалевих матеріалів.....	219
8.2.	Пластмаси і пластмасові вироби.....	220

8.3.	Гума і гумотехнічні вироби.....	227
8.4.	Лакофарбові матеріали і клеї.....	230
8.5.	Композиційні матеріали.....	234
8.6.	Матеріали хімічної промисловості (кислоти, луги, солі, мінеральні добрива, папір, волокна).....	236
8.7.	Матеріали і вироби з деревини.....	244
9.	ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ.....	247
9.1.	Види промислового палива і мастильних матеріалів.....	247
9.1.1.	Загальні відомості про паливо і його класифікація.....	247
9.1.2.	Тверде паливо.....	249
9.1.3.	Рідке паливо і мастильні матеріали.....	251
9.1.4.	Газоподібне паливо.....	253
9.2.	Добування нафти і газу.....	254
9.3.	Переробка твердого палива, нафти та газу.....	257
9.4.	Нафтопродукти.....	260
9.5.	Мастильні матеріали.....	262
9.6.	Біопаливо.....	263
10.	БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ.....	267
10.1.	Загальні відомості про будівельне виробництво.....	267
10.2.	Класифікація будівельних матеріалів.....	270
10.3.	Природні органічні і неорганічні матеріали.....	272
10.4.	Керамічні вироби і матеріали.....	273
10.5.	В'язучі матеріали, бетон, залізобетон і будівельні розчини... ..	277
10.6.	Силікатні і азбоцементні матеріали, скло і скловироби.....	282
	ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	288
	ЛІТЕРАТУРА.....	307

ВСТУП

З другої половини минулого століття промислові технології почали відігравати роль потужного двигуна економічного розвитку в усіх провідних країнах світу. Нині незаперечним фактом є те, що наука і техніка стали найважливішими чинниками суспільного прогресу, а рівень науково-технологічного розвитку визначає можливості економіки та її конкурентну здатність у світі.

В умовах становлення в Україні ринкових форм господарювання зростає роль технологій та технологічних знань. Науково-технологічна сфера України потребує значної модернізації та перебудови, яка починається з кожного підприємства незалежно від форми власності. Тільки те підприємство може стати конкурентним на ринку і отримувати високі прибутки, яке запровадить передові, прогресивні технології і буде постійно дбати про їх удосконалення чи вчасну заміну.

Особливістю сучасного розвитку технологій є перехід до цілісних технологічних систем високої ефективності, що охоплюють увесь виробничий цикл від першої до останньої операції, від отримання і підготовки первинної сировини до виготовлення і реалізації кінцевої продукції.

У практичній діяльності економіста, обліковця, фінансиста технології є об'єктом для вивчення, аналізу, оцінки, купівлі, продажу, інвестування тощо. Тому і обліковцям, і економістам, і фінансистам потрібно мати конкретну уяву про саме виробництво, його структуру, передові технології і технологічні процеси, вміти отримати і аналізувати цю інформацію з технологічної документації, інших джерел для прийняття правильних професійних рішень з врахуванням особливостей розвитку як галузі, так і окремого виробництва.

Навчальна дисципліна “Основи промислових технологій і матеріалознавства” вивчається студентами всіх економічних спеціальностей.

Навчальний посібник “Основи промислових технологій і матеріалознавства” (ОПТІМ) підготовлено відповідно до умов

кредитно-трансферної системи організації навчального процесу в Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП) на основі освітньо-професійних програм і стандартів підготовки бакалавра, затверджених Міністерством освіти і науки України для економічних спеціальностей.

Підручник підготовлено на кафедрі водогосподарського будівництва та експлуатації гідромеліоративних систем НУВГП професором, д.т.н. Гурином В.А., професором, к.т.н. Востріковим В.П., доцентом, к.т.н. Кузьмич Л.В., котрі тривалий час викладають цю дисципліну в університеті.

Автори з вдячністю сприймуть всі зауваження і побажання щодо покращення змісту та оформлення навчального підручника.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Ключові слова: промислове виробництво, галузь, технологія, техніка, технологічний процес, технологічна система, технологічний розвиток, технологічні уклади, трансфер технологій.

Тема 1. ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

План теми:

1. Основні поняття промислового виробництва, техніки і технології.
2. Історичні аспекти і етапи розвитку технології.
3. Технологія як наука.
4. Зв'язок технології з виробництвом і економікою.
5. Поняття про технологічний розвиток і технологічні уклади в економіці.
6. Поняття про трансферт технологій.
7. Характеристика стану технологічного розвитку України.
8. Особливості промислового виробництва Рівненської області.

1.1. Основні поняття промислового виробництва, техніки і технології

Поняття промислового виробництва. Людина не може повноцінно існувати без матеріальних і культурних благ. Джерелами їх отримання є предмети природи і праця людини. Природа надає людині у розпорядження в готовому вигляді надзвичайно малу кількість предметів, більша їхня частина потребує додаткового опрацювання, обробки чи докорінної переробки за допомогою праці.

Тому людині, майже завжди, для задоволення своїх потреб і бажань необхідно витратити додаткову працю і ресурси на перетворення предметів природи у потрібні речі

Споконвіку людина щось переробляла. Для задоволення потреб у їжі, зерно перероблялось на борошно, а борошно – на хліб, для задоволення потреб у одязі і взутті перероблялись шкіра тварин і частини рослин, для потреб у житлі – перероблялись деревина, каміння, листя, солома і глина у будівлі, для потреб у знаряддях праці і зброї – руди перероблялись у метали, а метали – у сплави, з яких виготовляли потрібні речі.

Цей процес використання і переробки природних матеріалів був започаткований ще прадавньою людиною декілька мільйонів років тому, починаючи з кам'яних і дерев'яних знарядь праці, постійно вдосконалювався шляхом накопичення все більш глибоких знань і більш складних навичок роботи.

Так, наприклад, глиняні вироби (посуд), що швидко розмокали у воді, люди навчились випалювати у вогні і надавати їм властивостей водостійкості; залізо, що отримували сиродутним способом, навчились виплавляти у печах і змішувати з іншими металами, отримуючи м'які і тверді сплави. Отримані у давні часи речі і сьогодні викликають подив своїми якостями і властивостями, які можна було отримати тільки за допомогою складних дій з матеріалами.

Процес перетворення предметів природи у потрібні речі супроводжувався одночасно створенням все нових, більш досконалих засобів для зручної праці. Поступово, протягом декількох тисячоліть, людина розвивала створені засоби праці та уміння їх виготовляти і використовувати, створила в кінцевому результаті сучасні машини і механізми, механізовані і автоматизовані підприємства – цехи, заводи і фабрики, що є основою сучасного виробництва товарів і продукції.

У сучасному розумінні **виробництво** – це процес створення матеріальних благ, необхідних для існування і розвитку людини й суспільства.

Все виробництво умовно можна поділити на промислове і аграрне. Промислове виробництво (промисловість) є основою

економіки, сферою його діяльності є видобуток сировинних природних ресурсів, їх переробка у засоби виробництва і предмети споживання. Промисловість постачає всі засоби праці, більшу частину предметів праці і предметів споживання.

У промисловому виробництві перетворення предметів природи у потрібні для суспільства вироби відбувається за допомогою виробничих процесів. Загальнопромисловий процес включає в себе всі етапи, через які проходить предмет природи на шляху перетворення у виріб (див. Тема 2).

Так, наприклад, залізна руда спочатку видобувається у шахтах, потім транспортується на металургійні заводи, де після плавлення перетворюється в метал. Метал надходить на машинобудівні заводи, де після різних обробок перетворюється в заготовки і деталі. Із деталей за допомогою збирання і наступної доробки створюється готовий виріб, наприклад машина.

Таким чином виробничі процеси окремих підприємств стають взаємозалежні і утворюють взаємозв'язаний процес перетворення предметів природи в кінцевий виріб – машину.

В свою чергу окремі виробничі процеси на окремо взятих підприємствах теж є достатньо складними, можуть складатись з різних етапів: отримання заготовок, різних видів їх обробки, контролю якості, транспортування, зберігання на складах, збирання вузлів, випробування, регулювання, естетичного оформлення і упакування виробів.

Всі ці процедури виготовлення виробів можуть супроводжуватись зміною предметів праці, а можуть бути допоміжними чи обслуговуючими, але всі вони є такими, що всі разом необхідні при виготовленні виробів.

Промислове виробництво за напрямами діяльності прийнято поділяти на галузі: гірничодобувну, нафтогазодобувну, металургійну, хімічну, будівельну, машинобудівну, лісову і деревообробну, легку, харчову, електроенергетику.

При цьому **промисловою галуззю** називають сукупність промислових і виробничих об'єднань (підприємств), науково-дослідних, проектно-конструкторських організацій, які виготовляють продукцію, що є спорідненою за сировиною та

призначенням, використовуючи при цьому схожі технологічні процеси і спеціально підготовлені за кваліфікацією кадри працівників.

Кожна галузь промисловості має свій кінцевий продукт. Для гірничодобувної галузі кінцевим продуктом є руда, вугілля. Для металургійної галузі – сталь, чавун, сплави. Для машинобудування машини, верстати, апарати, прилади, пристрої та запасні частини до них.

Структуризація промисловості на укрупнені галузі, спеціалізовані галузі, підгалузі і виробництва на принципах централізованого управління і планування мала місце в плановій соціалістичній економіці бувшого Радянського Союзу. Такі принципи структуризації економіки і промисловості не виправдали себе у порівнянні з принципами ринкової економіки.

На даний час економіка і промисловість України знаходиться у перехідному стані, галузі промисловості об'єднані в міжгалузеві комплекси, а окремі підприємства формують промислові комплекси. На даний час найважливішими з міжгалузевих комплексів є такі:

- паливно-енергетичний;
- гірничо-металургійний;
- хімічно-лісовий;
- будівельний;
- агропромисловий.

Поняття техніки і технології. Поняття “техніка” і “технологія” є одними із самих давніх і широко вживаних.

Обидва терміни мають грецьке походження від слова “техно” – ремесло.

Зміст поняття “техніка” історично декілька разів змінювалось. Спочатку термін використовувався як мистецтво, майстерність і відображав саму діяльність, її якісний рівень. Потім поняття техніки стало відображати певний спосіб виготовлення виробу чи його обробки, в більш ширшому розумінні – стиль виконання будь-якого процесу: виробничого, музичного, спортивного тощо, визначаючи рівень індивідуальної майстерності ремісника, музиканта чи спортсмена.

З часом, особливо з розвитком машинного промислового виробництва, поняття техніки стали все більше переносити на самі матеріальні об'єкти, що виготовляються людиною. Технікою починають називати різноманітні пристрої, що безпосередньо обслуговують виробничі процеси, або деякі результати виробництва.

В сучасній технічній літературі **техніка** визначається вже переважно не як сукупність прийомів і правил виконання чогонебудь, а як сукупність засобів, що створюються для здійснення процесів виробництва та обслуговування невиробничих потреб суспільства.

Техніка поступово набула важливих соціальних функцій, які обумовлені внутрішніми властивостями технічного об'єкту як матеріального утворення, а з іншого боку техніка стала невід'ємною складовою виробничих сил суспільства і її рівень став визначати економічний прогрес. Наявність техніки стало невід'ємним фактором взаємодії природи і людини в системі "людина-техніка-природа".

Особливістю сучасної техніки є також набуття нею властивостей виконувати управлінські функції і частково замінювати людину в управлінських процесах.

Сучасне виробництво сьогодні неможливе без застосування техніки. До техніки належать усі засоби виробництва: агрегати, машини, механізми, апарати, верстати, прилади, інструмент, оснащення. Всі ці засоби часто називають обладнанням. Кожна галузь виробництва і кожне виробництво має своє обладнання.

Обладнання класифікується за різними ознаками:

□ за належністю до тієї чи іншої галузі розрізняють обладнання: гірниче, металургійне, хімічне, будівельне, машинобудівне, деревообробне, харчове та ін.;

□ за ступенем універсальності: універсальне (для різних видів робіт), спеціальне (для одного, конкретного виду робіт), спеціалізоване (універсальне, але пристосоване для конкретного виду робіт);

□ за ступенем рухомості: абсолютно стаціонарне (доменна піч), умовно стаціонарне (верстат), рухоме (автомобіль);

□ а ступенем унікальності: масове (автомобіль), серійне (верстат), одиничне (телескоп, доменна піч);

□ за ступенем автоматизації: механічне з ручним приводом (дріль ручна), механічне з автоматичним приводом (електродріль, універсальний верстат), напівавтоматичне (верстат – напівавтомат), автоматичне (верстат – автомат);

□ за видом привода: з ручним приводом, з електроприводом, з пневмоприводом, гідроприводом;

□ за габаритними розмірами: нанообладнання, мініобладнання (настільне), нормальних розмірів, великогабаритне;

□ за призначенням: основне технологічне (верстат, прес), допоміжне (вентилятор, кондиціонер), обслуговуюче (транспорт).

Поняття “технологія” також має грецькі корені, але походить від двох слів “техно...”, що означає майстерність, ремесло та “...лого”, що означає слово, вчення і в складних словах відповідає поняттям наука, знання.

Отже термін “технологія” можна перекласти чи тлумачити як знання ремесла, наука про ремесла. Людину, яка володіла знаннями ремесла і вміла щось зробити, називали ремісником. Сьогодні більше вживають поняття знання не ремесла, а знання технології. Того, хто знає як виготовити ту чи іншу річ, виконати ту чи іншу роботу, називають **технологом**.

Довгий час сучасне поняття терміну “технологія” замінював термін “техніка”, а певний час ці терміни використовували як синоніми.

У розвитку цих двох понять виділяють шість характерних періодів:

1. Проникнення терміну “технологія” в спеціальну літературу і його закріплення в хімії і хімічних виробництвах (початок XIX ст. – третя чверть XIX ст.);

2. Поширення терміну “техніка” і його розуміння як сукупності навичок, умінь, прийомів і знань з оволодіння силами природи (третя чверть XIX ст. – кінець XIX ст.);

3. Господарювання терміну “техніка” і його розуміння як майстерності в окремих сферах людської діяльності (кінець XIX ст. – перша чверть XX ст.);

4. Відродження терміну “технологія” і його поширення. Розділення технології на наукову і практичну. Терміном техніка стали позначати переважно матеріальні носії праці (друга чверть XX ст.);

5. Строге розмежування термінів техніка і технологія з подальшою диференціацією останнього на декілька видів. Започаткування теоретичної технології як науки, що вивчає процеси цілеспрямованого перетворення форм існування матерії (третя чверть XX ст.);

6. Подальша диференціація технології на наукові предмети, становлення і розвиток її теоретичної частини. Термін техніка повністю відділяється і стає цілком самостійним (остання чверть XX ст.).

Сучасне визначення технології. На даний час не існує єдиного трактування терміну технологія. У Великій Радянській Енциклопедії надається його широке визначення: **“Технологія”**..... сукупність прийомів і способів отримання, обробки чи переробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів або виробів, що здійснюються у різних галузях промисловості, будівництва і т. п.

Далі надається доповнення до основного визначення **“технологія”** – наукова дисципліна, що розробляє такі прийоми і способи..., самі операції добування, обробки, переробки, зберігання, які є основною складовою частиною виробничого процесу..., опис виробничих процесів, інструкції з їх виконання, технологічні правила, вимоги, карти, графіки та інше...”.

Більш вузьке і дещо інше трактування технології надається в політехнічному довіднику: **“Технологія... сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей форми сировини, матеріалу чи напівфабрикату, що застосовують у процесі виробництва для отримання готової продукції..., наука про способи впливу на сировину, матеріали і напівпродукти відповідними знаряддями виробництва”.**

О.М. Збожна в навчальному посібнику “Основи технології” (Тернопіль, 2002 р.) технологією називає науку про отримання сировини та виготовлення з неї певної продукції.

І.М. Васильєва в посібнику “Экономические основы технологического развития” (Москва, 1995р.) дає класичне визначення технології як науки про способи переробки сировини і матеріалів у засоби виробництва і предмети споживання, наголошуючи на тому, що це наука про найбільш економічні способи і процеси виробництва сировини, матеріалів і виробів.

Г.М. Дубровська і А.П. Ткаченко у посібнику “Системи сучасних технологій” (Київ, 2004р.) технологією називають науку про способи переробки сировини та напівфабрикатів у засоби виробництва і предмети споживання і далі як науку про способи та процеси виробництва промислових продуктів.

Д.М. Колотило у фундаментальному навчальному посібнику “Технологічні процеси галузей промисловості” (Київ, 2003 р.) пропонує під терміном технологія розуміти будь-які технологічні процеси виготовлення продукції: засобів виробництва і предметів споживання.

В.В. Хільчевський та інші співавтори в навчальному посібнику “Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів” (Київ, 2002 р.) технологією вважають сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, що здійснюються в процесі виробництва продукції (виробів).

Цікавим є визначення технології у спеціальних галузевих технологічних підручниках. Так, Б.С. Балакшин у підручнику “Основи технологии машиностроения” (Москва, 1966 р.) технологією машинобудування називає науку, яка займається вивченням закономірностей, що діють в процесах виготовлення машин, з метою використання цих закономірностей для забезпечення потрібної якості машин і найменшої їх собівартості.

Очевидним є те, що у визначеннях промислової технології необхідно враховувати економічні вимоги, що спрямовують науковий пошук на розробку технологічних процесів отримання

сировини та виготовлення з неї певної продукції на засадах ресурсо- і енергозбереження, охорони навколишнього середовища, безпечних умов праці і мінімальних затрат всіх ресурсів на отримання продукції.

В більш **широкому розумінні** технології відображають не тільки процеси виготовлення промислової продукції, а й виконання будь – яких процесів, наприклад фізіологічних, управлінських, процесів у творчій, спортивній та інших видах діяльності.

Тому сьогодні достатньо часто можна почути такі вислови і словосполучення як “політичні технології”, “спортивні технології”, “технологія навчання”, “технології лікування”, “технології управління” тощо. Обов’язковим для такої діяльності передбачається участь людини в названих технологіях, як творця, як виконавця певної праці, спрямованої на досягнення певного результату.

Таке розуміння технології є більш ширшим чим промислове, несе в собі розуміння сукупності найбільш досконалих, раціональних способів і методів досягнення бажаного результату у будь-якій сфері діяльності людини.

Поняття високих технологій і високотехнологічної продукції. Одними із поширених термінів, які часто вживаються сьогодні в багатьох офіційних і неофіційних документах, став термін “**високі**” технології та похідні від нього – “**високотехнологічний**” розвиток, “**високотехнологічна**” продукція тощо.

У Загальнодержавній комплексній програмі розвитку високих наукомістких технологій України поняття високої технології трактується як: “...– технології, що створюються на підставі результатів наукових досліджень та науково-технічних розробок, забезпечують виготовлення високотехнологічної продукції, сприяють запровадженню високотехнологічного виробництва на підприємствах базових галузей промисловості”.

Економіст О. Салихова дає власне трактування, вважаючи що **висока технологія** – це “систематизовані передові знання, що використовуються для випуску продукції чи створення технологічного процесу, які є принципово новими (тими, що не

мають аналогів) або новими в певній сфері світових знань, застосування яких дозволить зайняти монопольне положення або поліпшити конкурентні позиції на міжнародному ринку тих компаній, які їх реалізують чи застосовують”.

Фахівці Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) шляхом аналізу співвідношення витрат на дослідження та розробки до загального обсягу виробництва класифікували обробну промисловість за чотирма категоріями технологічної інтенсивності:

- високотехнологічна (high-technology);
- високотехнологічна середнього рівня (medium-high-technology);
- технологічна (medium-low-technology);
- низькотехнологічна (low-technology).

До першої категорії належать літальні апарати та космічні кораблі, фармацевтичні вироби, офісні обчислювальні машини, комунікаційне, медичне обладнання та оптичні інструменти. До другої – електричні машини та апарати, автомашини, автопричепи та напівпричепи, хімікати, машини та устаткування.

Для міжнародної гармонізації статистичного обліку торгівлі продуктами високих технологій країнами ОЕСР визначено Перелік високотехнологічних продуктів за кодами Стандартного міжнародного торгового класифікатора (Standard International Trade Classification Rev. 3 – SITC). Цей Перелік містить дев'ять категорій груп так званих “хай-тек” товарів:

1. Повітряні літальні апарати та космічні кораблі.
2. Комп'ютерна та офісна техніка.
3. Електроніка та техніка зв'язку.
4. Фармацевтичні вироби.
5. Наукові прилади.
6. Електричні машини і устаткування та їх частини.
7. Хімічна продукція.
8. Неелектрична техніка.
9. озброєння.

Використання Переліку у статистиці дозволяє оцінити масштаби міжнародної торгівлі високотехнологічними товарами

та виявити спеціалізацію країн у певних секторах, визначити якісні аспекти зовнішньої торгівлі та конкурентоспроможність країни.

Фахівцями відділу проблем зовнішньоекономічної діяльності Державного інституту комплексних техніко-економічних досліджень (ДІКТЕД) Міністерства промислової політики України було докладно проаналізовано рекомендації ОЕСР щодо класифікації високотехнологічних продуктів та ідентифіковано близько 200 номенклатурних позицій в Українському класифікаторі товарів зовнішньоекономічної діяльності (УКТЗЕД), що відносяться до дев'яти груп “хай-тек” товарів.

1.2. Історичні аспекти і етапи розвитку технології

Історичні аспекти виникнення технології. За сучасними науковими уявленнями виникнення і розвиток людства (еволюція) нерозривно зв'язано з виникненням та розвитком технологічних навичок та умінь. На думку вчених, орієнтовно 5-8 млн років тому вологий і теплий клімат на Африканському континенті почав змінюватись на сухий і прохолодний, суцільні ліси зменшились і поступились місцем відкритим степам – саванам.

Природні кліматичні зміни заставили людиноподібних мавп пристосуватись (адаптуватись) до нового середовища проживання.

Людиноподібні мавпи змушені були змінити квадропедальний принцип пересування (на чотирьох кінцівках) на біпедальний (на двох задніх кінцівках), що давало нові переваги: голова зайняла більш високе положення, збільшилась зона огляду, вивільнилися дві передні кінцівки, які почали удосконалюватись у напрямку точності та чіткості рухів, можливості утримувати різноманітні предмети.

Змінюється також раціон харчування у бік збільшення їжі тваринного походження, особливо м'яса і мозку кісток тварин. Прийшло розуміння, що для швидкої обробки мертвих тварин

на відкритому просторі можна використовувати природні уламки каміння з гострою кромкою.

З часом до найбільш спостережливих і умілих первісних людей прийшло розуміння, що потрібне кам'яне знаряддя можна не тільки знайти в природі, а й виготовити самому. Перші кам'яні знаряддя за даними археології мають вік понад 3 *млн* років.

Виготовлення знаряддя, навіть такого простого як кам'яне, вимагало від первісної людини високого рівня мозкової діяльності: передбачення, розуміння причинно-наслідкових зв'язків між подіями, створення абстрактного образу предмета, розмежування минулого, теперішнього і майбутнього в часі.

Створивши перше кам'яне знаряддя, первісна людина зробила рішучий крок у бік технологічного розвитку людства. Вже архантропи 2 *млн* років тому вміли виготовляти різноманітне кам'яне знаряддя за “зразком” (копіювати), декількома ударами отримувати потрібний зріз у каміння.

За даними археологічних розкопок і аналізу форм кам'яних знарядь вже 2 *млн* років тому назад із одного кілограма круглого каміння (галечник) отримували 10 *см* ріжучої кромки, 500 *тис* років тому назад – 40 *см*, 20 *тис* років тому – 2 *км*, 10 *тис* років тому – 7 *км* ріжучої кромки.

500 *тис* років тому назад постійним супутником людини став вогонь. Вогонь докорінно змінив життя людини, дав світло і тепло, з'явилась обробка матеріалів у вогні, приготування їжі на вогні, була винайдена металургія.

Знаряддя праці почали цікавити людину не тільки своїми функціональними властивостями, а й своїм зовнішнім виглядом, своєю формою, кольорами, тобто естетичними властивостями. Виникає потреба створювати знаряддя більш гарні і привабливі, дарувати їх, обмінювати на інші. Виникає і розвивається культура та обмін продукцією праці – продуктами та виробами.

У подальшому біологічна еволюція людини нерозривно пов'язана з розвитком двох напрямів її діяльності – технології і культури. Людина розпочала активно використовувати і перетворювати природу за допомогою створених знарядь праці і технологій.

Відомо, що умілими майстрами були неандертальці, нащадки архантропів. Вони винайшли і оволоділи новою технікою обробки каміння, виготовляли наконечники до списів у формі листа, що потребувало значних умінь.

Ще більш винахідливими і умілими були кроманьйонці, що з'явилися 150-200 *тис років* тому назад на Африканському континенті. Вони винайшли списометальний пристрій, колесо, лук, вперше почали змінювати форму предметів заради естетичних уявлень, винайшли технологію шліфування і свердління каміння, випалювання глиняних виробів у вогні, металургію.

Етапи розвитку технологій. У створенні і розвитку технологій вчені виділяють декілька основних характерних етапів:

Перший етап – це виникнення примітивних, наслідувальних до природи технологій як життєва потреба виживання перших людей у нових природнокліматичних умовах. Наслідувальні природі технології, що виникають серед перших людей, носять нерегулярний характер, виконуються найбільш фізично і розумово здібними індивідуумами, передаються у спадок від особи до особи шляхом навчання молодих членів племені. Технологічні дії при цьому стосуються створення елементарного житла, процедури полювання, процедур обробки вбитих тварин і виготовлення знарядь для обробки, процедур використання природних матеріалів – листа, палиць, каміння, глини, кісток тощо. Особливість цих технологій – тільки ручна праця.

Другий етап пов'язаний з ускладненням знарядь праці та розширенням їх різноманітності в технологіях обробки первинних природних матеріалів, поява перероблених (вторинних) природних матеріалів, спеціалізація технологій виготовлення продукції на окремі ремесла як мистецтва виготовлення найбільш цінних і потрібних речей – зброї, одягу, взуття, житла, ліків, інструменту, предметів естетичного задоволення тощо.

Основою для цього стали розвиток наук про природу (математика, фізика, хімія, біологія). Технології стають цінними

знаннями, передаються у спадок в родинному колі як процедури навчання ремеслам або як навчання ремеслу за плату.

Третій етап характеризується передачею окремих рухів рук людини (частини процесів виготовлення речей) елементарним пристроям (млин, ткацький верстат, парус), а в подальшому більш складним пристроям – машинам. Виникає техніка. Відбувається часткове вивільнення людини із процесу виготовлення продукції, створення машинного технологічного виробництва і промислового технологічного процесу. Техніка стає обов'язковим атрибутом технологій, а технологія – науковою дисципліною.

Передус цього високий рівень розвитку науки, відкриття фундаментальних законів і явищ природи, зокрема атомно-молекулярної будови речовин, законів збереження енергії і маси, будови живої клітини, електрики, магнетизму та інші.

Для **четвертого етапу** характерно виникнення нового покоління техніки для здійснення процедури управління технічними засобами праці, тобто поява спочатку засобів механізації, а потім і автоматизації виробничими процесами. Окремі машини об'єднують у комплекси, потім у агрегати і автомати. На перший план в технологіях висувається техніка та її рівень спроможності функціонувати роботу автоматично, без участі людини. Людина вивільняється із технологічного процесу як безпосередній учасник і стає контролером технологій.

В подальшому, на даному етапі розвитку технологій, передбачається створення повністю комплексно автоматизованих промислових виробництв на принципах комп'ютерного програмування технологічних процесів від надходження сировини на підприємство до складування готової продукції, повний самоконтроль результатів виробництва за задалегідь створеними програмами і повне вивільнення людини із процесів виготовлення продукції.

Цей етап супроводжується також появою сучасних технологій на нових досягненнях науки у мікросвіті, генній інженерії, інформації, фізики високих енергій і фізики вакууму тощо. Людство знаходиться сьогодні на четвертому етапі розвитку технологій.

В подальшому вчені прогнозують ще два основні етапи у технологічному розвитку.

На **п'ятому етапі**, в перспективі (2100-2150 рр.), мають утворитись умови для самовідновлення техніки і технологій на принципах відновлення живих організмів за правилами генетичного кодування, створеного природою. В техніку має прийти поняття і процедура “саморозмноження” і самовдосконалення техніки і технологій з використанням мікроелектроніки на кристалах. Техніка зможе за певними правилами – кодами самопрограмуватись і самоудосконалюватись.

На **шостому етапі**, в далекій перспективі, передбачається передача інтелектуальних властивостей від людини до техніки на принципах біотехніки і біосинтезу, створення інтелектуальної техніки та технологій. Людина буде повністю вивільнена від турбот про матеріальне виробництво і людство активно перейде до освоєння Сонячної системи і Космосу.

1.3. Технологія як наука

Суть технології як науки. Будь-яка технологія чи виробництво засновані на тріаді складових – предмета праці, засобів праці і самої праці. Предмети праці, все те, на що спрямована праця, виступають лише як матеріальні носії, які поступово, в наслідок зміни структури або форми чи переходу із одного стану в інший, перетворюються у споживчу вартість або товар.

Поєднання праці з її предметом і технікою і складає суть технології, суть процесів перетворення предмету природи у готову продукцію, суть взаємодії людини і природи.

Для отримання бажаного (запланованого) результату своєї діяльності людина повинна знати природничі закони, за якими відбуваються зміни предмета праці, вміло користуватися ними і запроваджувати технічні засоби праці.

Ці знання раніше здобувались досвідом безпосередньої праці, який накопичувався і передавався із покоління в покоління. З часом практичного спостереження і досвіду стало недостатньо і

нові знання стали отримувати завдяки спеціальній діяльності – науці і науковим спостереженням. Наука стала обов'язковою ланкою зв'язку між предметами праці і виробництвом, між технікою і технологією.

Тільки глибокі знання законів природи привели до створення більш складних і досконалих машин, що дозволило вивільнити людину із процесу безпосереднього впливу на предмет праці. Вивільнення людини дозволило абстрагуватись від конкретної праці і виділити технологію в самостійну наукову дисципліну.

Становлення технології як науки відбулось з розвитком машинного виробництва. Теоретичне узагальнення організації великого машинного виробництва вперше здійснив К. Маркс у праці “Капітал”. Він вказав на те, що технологічний принцип машинного виробництва полягає в розподілі процесу виробництва на складові частини за допомогою застосування механіки, хімії тощо, тобто природничих наук. На його думку знання наук дозволяє розділити процес виробництва на складові, які в свою чергу визначають сукупність певної техніки (машин).

К. Маркс зазначав, що на машинній фабриці окремі процеси виготовлення продукції повинні бути ув'язані у єдиний, безперервний процес, а предмет праці проходить послідовний ряд взаємно пов'язаних часткових процесів, які виконуються ланцюгом різнорідних, але таких, що доповнюють одна одну робочих машин.

У наш час технологія із описової науки перетворилась у самостійну галузь знань, накопичила значний теоретичний і практичний досвід. Технологія є одночасно синтезуючою та специфічною галуззю знань.

Як синтетична наука вона узагальнює і використовує знання багатьох природничих та спеціальних наук – фізики, хімії, механіки, біології, математики, теплотехніки, економіки, кібернетики, багатьох теорій – теорії системного аналізу, теорії організації і управління виробництвом, теорії економічного аналізу виробництва, теорій математичного і фізичного моделювання та логістики.

Як специфічної науки, її результати спрямовані на одержання найбільш технічно досконалих, економічно ефективних, екологічно безпечних і безпечних для людини, ресурсозберігаючих і енергоефективних способів отримання, обробки та переробки сировини і матеріалів у готову продукцію.

В сучасних умовах розвитку виробництва наука технологія не обмежується розробкою і дослідженням тільки технологічних процесів. Важливе місце займає вивчення закономірностей формування та розвитку технологічних утворень – систем різної складності та закономірностей технологічного розвитку економіки як її фундаменту.

Технологія як наука має загальнонауковий і суспільний статуси. Загальнонауковий статус полягає у тому, що технологія відображає суть взаємодії людини і природи, і в цьому розумінні є критерієм істини пізнання природи. Суспільний статус технології визначається її значимістю в житті людини і суспільства впливом на форми виробництва, на відносини в суспільстві, на розвиток рівня творчості і культури.

Види дисципліни “технологія” Сучасна технологія як дисципліна поділяється на практичну, наукову і теоретичну. З практичною технологією безпосередньо зв’язана наукова, а з науковою – теоретична.

Практична технологія – це відпрацьовані досвідом сукупність процесів і операцій зі створення певного виду споживчої вартості. Ця технологія перевірена виробництвом, може бути представлена реально, відображена документами, описана.

Наукова технологія – вивчає і узагальнює досвід створення споживчих вартостей, тобто практичні технології у всій їх множині як процеси взаємодії засобів праці, предметів праці і оточуючого середовища.

Її завданнями є

- вивчення закономірностей протікання процесів перетворення предметів праці в продукцію чи товари;
- пошук прогресивних способів впливу на предмети праці, їх перевірка;

□ розробка заходів з охорони навколишнього природного середовища;

□ обґрунтування і розробка найбільш ефективної і безпечної практичної технології.

Теоретична технологія вивчає діалектику технології і можливість застосування законів розвитку природи і суспільства для перетворення матеріального і духовного світу людини. Предмет її дослідження – процеси розвитку пізнавальної і перетворювальної діяльності людини.

Основною проблемою теоретичної технології є взаємодія людини і природи, вона полягає в тому, щоби розробити стратегію і тактику оптимального розвитку людської цивілізації на найближчу перспективу виходячи з оптимізації відносин між природою і технікою, людиною і природою виходячи із перспектив науково-технологічного розвитку.

Основними завданнями теоретичної технології є:

□ пізнання законів взаємодії людини і природи;

□ вивчення можливостей і умов практичного застосування відкритих фундаментальних законів і закономірностей розвитку природи і суспільства;

□ розробка, обґрунтування і експериментальна перевірка нових технологій і технологічних процесів.

Системний підхід в науці технологія. Наука технологія широко використовує один із сучасних методів досліджень – системний підхід і системний аналіз, в основі яких лежить поняття системи.

Системою називають певну цілісність, що складається із взаємозв'язаних та взаємозалежних частин – підсистем, кожна з яких відносно самостійна і призначена для виконання певної задачі виходячи із загальної цілі системи.

В свою чергу кожна із підсистем може складатись із окремих частин – елементів (компонентів), які зв'язані між собою певними зв'язками. Зміна властивостей одного із складових елементів приводить до зміни підсистеми і системи в цілому.

Можна сказати, що Світ є системою, і все, що є в Світі складається з систем. Прикладом системи може бути живий організм (рослина, тварина, людина) або створена людиною

технічна система (автомобіль, телевізор, система водопостачання, фабрика, завод, підприємство). Усі створені людиною машини та механізми відносяться до технічних, технологічних чи природно-технічних систем.

Кожна система та її складові мають певну функцію чи виконують певну роль. Наприклад, якщо автомобіль розглядати як систему, то окремі його вузли – двигун, шасі, корпус будуть підсистемами цієї системи, а деталі двигуна будуть його елементами. Якщо за систему виберемо підприємство, то її підсистемами будуть окремі цехи, а елементами – дільниці.

Між підсистемами в системі і елементами в підсистемах існують функціональні зв'язки у вигляді потоків. Потoki зв'язків можуть бути матеріальними, енергетичними, тепловими, інформаційними, фінансовими тощо.

Кожна система має свої особливості, які визначаються її властивостями. Система повинна мати наступні ознаки:

- наявність складових частин (елементів);
- наявність зв'язків між частинами (елементами);
- цілісність і відносна самостійність;
- єдність по відношенню до от оточуючого середовища;
- наявність в системі певної структури.

Кожна система знаходиться (має) у певному оточенні. Це все, що не входить до складу системи і її охоплює. Наглядно систему можна представити у вигляді схеми.

В загальному випадку систему відображають у вигляді кібернетичної моделі “чорна скринька”, яка взаємодіє з оточуючим середовищем через вхідні (входи) та вихідні (виходи) канали зв'язку, які показані лініями зі стрілками (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Схема системи “чорна скринька”

З позицій системного підходу будь-яку технологію (технологічний процес) можна представити у вигляді системи із входами і виходами (рис.1.2).



Рис. 1.2. Схема системи “технологія” (технологічний процес)

Через входи система сприймає вплив інших систем або їх складових, а через виходи сама діє на них.

В загальному випадку для будь-якої технології входами будуть матерія, енергія та інформація, а виходами – проміжна чи готова продукція.

Складні системи мають складну структуру, тому їх відображають у вигляді декількох “чорних скриньок” – підсистем A1, A2, A3, A4, що в свою чергу складаються з окремих елементів. Наприклад для підсистеми A4 це будуть елементи A4.1; A4.2; A4.3 та A4.4 (рис. 1.3).

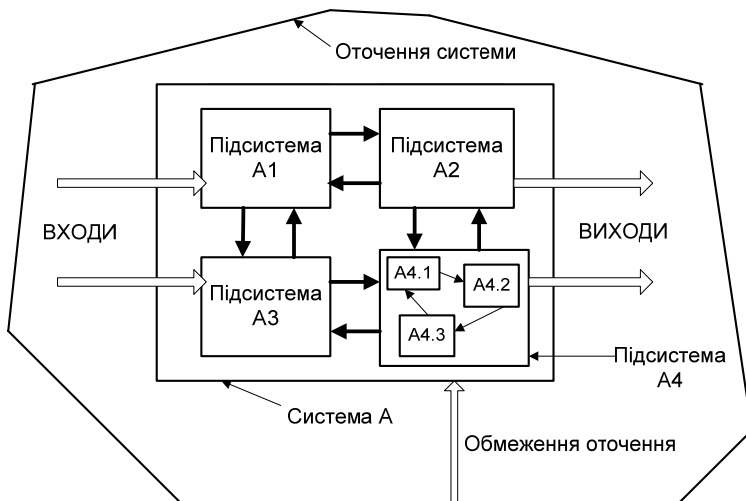


Рис. 1.3. Схема складної системи

Входи і виходи системи конкретизуються під конкретну технологію і продукцію. Входами можуть бути: склад сировини,

її кількість, температура, розміри деталі, вид енергії і її кількість і т.д., а виходами – види основної і додаткової продукції.

Наприклад, при виготовленні деталі методом лиття під тиском на верстаті-автоматі схема системи буде мати вигляд (рис. 1.4).

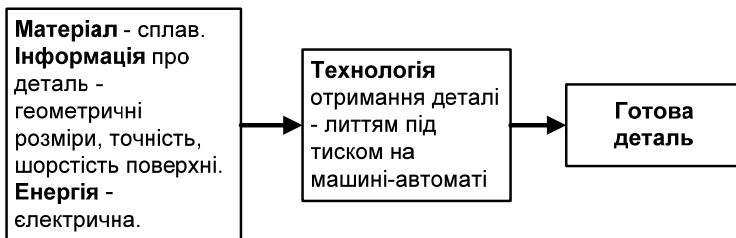


Рис. 1.4. Системна схема технології виготовлення деталі

1.4. Зв'язок технології з виробництвом і економікою

З точки зору економічної науки виробництво – це процес споживання засобів виробництва і робочої сили. Для його здійснення необхідна наявність трьох складових – засобів праці, предметів праці і самої живої праці, носієм якої є робоча сила.

Економічне визначення виробництва можна представити абстрактною понятійною схемою – формулою (рис. 1.5).

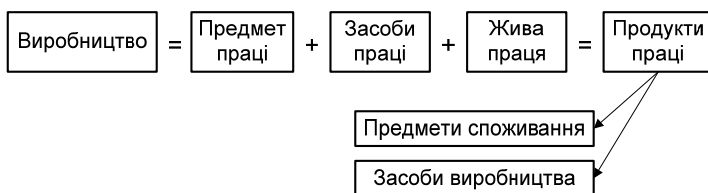


Рис. 1.5. Економічна понятійна схема – формула виробництва:

«+» – процес поєднання, споживання;

«=» – результат поєднання, споживання

Конкретне виробництво (підприємство) – це не абстрактне утворення, а сукупність, що представлена завжди конкретними предметами праці, конкретними засобами праці і конкретними

виконавцями, тобто певною сировиною, матеріалами, заготовками, певною технікою і технічним обладнанням, певними робочими і управлінцями.

Конкретнее виробництво формалізується конкретною технологією на конкретному підприємстві, його також можна представити технологічною понятійною схемою – формулою (рис. 1.6).

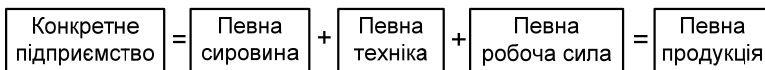


Рис. 1.6. Технологічна понятійна схема – формула виробництва

Фактична наявність трьох складових елементів ще не є виробництвом. Для реалізації процесу споживання необхідно виконання певних організаційних умов щодо їх споживання (рис 1.7).

Такими класичними умовами є:

- організація виробничого підрозділу;
- організація виробничого процесу;
- організація і здійснення управління виробничим підрозділом і виробничим процесом.

Організувати виробничий підрозділ означає зосередити у певному просторі певні (конкретні) предмети праці – сировину, матеріали, заготовки тощо, певні засоби праці – обладнання, устаткування, пристрої, прилади, інструмент тощо та певну робочу силу – робочих, виконавців, управлінців.

Які фактори є визначальними при вирішенні питань конкретизації трьох складових? За логікою виготовлення продукції це буде вид і асортимент самої продукції, вимоги до її кількості і якості та безумовно обрана технологія її виготовлення, яка конкретизує сировину, техніку і виконавців через вимоги до технологічних робіт з виготовлення продукції.

Саме технологія диктує вид і якість сировини, вид, тип і кількість обладнання, їх розміщення у просторі, кваліфікацію і кількість робітників, задіяних безпосередньо в технологічних процесах.

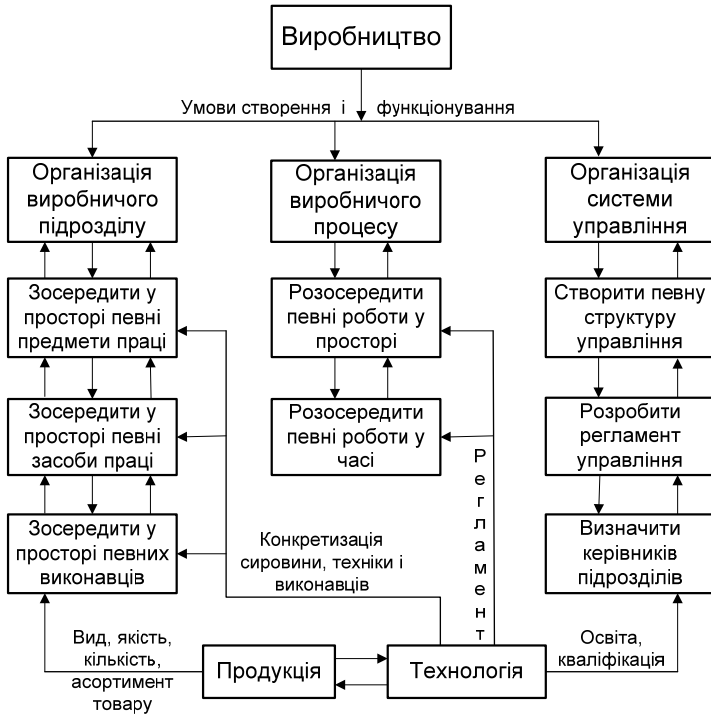


Рис. 1.7. Організаційні передумови виробництва та їхній зв'язок з технологією

Зосередження у просторі конкретних предметів, засобів праці і виконавців є ще недостатнім для старту виробничого процесу. Другою необхідною умовою є **організація самого виробничого процесу**, тобто розосередження у просторі та часі виконання певної сукупності робіт, які забезпечують швидке одержання готової продукції.

Що є визначальним фактором у розосередження робіт у часі і просторі? Безумовно таким чинником є обрана технологія виготовлення продукції, бо саме технологія через технологічний регламент фактично встановлює логічну послідовність виконання окремих робіт, які доповнюють одна одну і в

кінцевому розумінні дозволяють одержати потрібної якості і кількості продукцію.

Третім обов'язковим фактором є **організація управління виробничим підрозділом і виробничим процесом**, яка означає необхідність створення певної структури управління, розробки регламенту (правил) управління і визначення (підбір) керівників підрозділів.

Організація управління по відношенню до організації виробничого підрозділу і виробничого процесу є вторинною, залежною від них, але такою, що в цілому вже менше залежить від обраної технології виготовлення продукції.

Вплив технології на організацію управління більше проявляється в простих за структурою підрозділах і роботах, наприклад при виконанні операцій, де і технологічні, і керуючі дії виконує безпосередньо сам робітник. Він одночасно є і виконавцем і керівником.

Зберігається ця закономірність і на рівні окремого простого підрозділу, такого як дільниця, де керівник – бригадир одночасно є також і виконавцем і керівником, і має досконало володіти технологічними знаннями.

Навіть у більш складних за організацією виробничих підрозділах (цех, підприємство), практика управління вимагає відповідності між управлінням та технологією виробництва за рахунок обов'язкової наявності у керівників цих підрозділів не тільки управлінських (менеджерських) знань, а й певних технологічних знань.

Крім цього технологія безпосередньо вимагає наявності в структурі виконавців, що відносяться до управлінських кадрів спеціальних фахівців – технологів, які не тільки здійснюють побудову технологічних процесів, а й одночасно відповідають за ефективне і якісне виготовлення виробів.

Отже, організаційні структури управління виробництвом є відображенням технологій, і в цьому проявляється вплив технологій на систему управління виробництвом. Цей вплив максимально проявляється на низових ланках управління, зменшується на середніх ланках і практично зникає на

найвищих щаблях управління виробництвом (корпорація, галузь, міністерство).

Одну і ту саму продукцію можна отримати різними способами, тобто різними технологіями. Кожне підприємство саме обирає технологію і, як правило, випускає продукцію за одною технологією.

Вибір технології залежить не лише від виду сировини, виду та асортименту продукції, а й від її кількості. Збільшення кількості продукції (річної програми) від декількох десятків до декількох тисяч одиниць змінює і технологію і організацію виробництва.

Створення виробництва і виготовлення продукції вимагає значних фінансових затрат. Підприємство витрачає значні кошти на придбання сировини, допоміжних матеріалів, палива, води, електроенергії, на машини, обладнання, приміщення, устаткування, інструмент, на заробітну плату безпосереднім виконавцям – робочим та управлінцям, на їх навчання, ремонт і заміну застарілого обладнання.

Всі ці витрати в кінцевому результаті враховуються в собівартості продукції і її ціні, визначають її конкурентоспроможність на ринку товарів. Величина економічних витрат та їх співвідношення залежать від багатьох факторів, але в першу чергу прийнятою технологією. Чим вище рівень технології і техніки, тим менш затратні технологічні процеси, менше споживається матеріалів і ресурсів на одиницю продукції, ти вона дешевша і вищі показники економічної діяльності підприємства.

Технологія визначає і рівень культури виробництва, чим вищий її технічний рівень, тим вищої кваліфікації виконавці, управлінці і кадровий склад в цілому.

Аналіз господарської діяльності виробництва, забезпечення ефективного функціонування виробничих підрозділів, визначення економічної ефективності інновацій, вирішення завдань модернізації і розвитку матеріально-технічної бази, ефективно управління виробництвом, всі ці завдання неможливо реалізувати без конкретних знань про саме промислове

виробництво та про конкретні технології і технологічні можливості того чи іншого процесу виготовлення продукції.

Технологічні знання є тою основою, фундаментом, на якому формується не тільки висококваліфікований технолог, а й інженер, менеджер, економіст, фінансист, аудитор.

1.5. Поняття про технологічний розвиток і технологічні уклади в економіці

Терміни “технологічний розвиток” і “технологічні уклади” з’явились в науковій економічній літературі у 80-ті роки ХХ-го століття і означали узгоджену єдність технології, техніки і обладнання, організації виробництва і механізму управління, що комплексно впливали на розвиток економіки і суспільства.

До того часу найбільш уживаним терміном був “науково-технічний прогрес (НТП)”, що відокремлював розвиток техніки і технологій у самостійний напрям. На не прогресивність такого підходу вперше звернули увагу науковці США, які виявили проблеми в управлінні великими машинними виробництвами, значними розгалуженими телефонними та інженерними розподільчими мережами, електростанціями та електричними мережами. Стала зрозумілою потреба у системному підході при аналізі виробництва і економіки.

В економіці ж виникла потреба аналізувати її технологічну структуру як упорядковану сукупність всіх технологій, за усім технологічним ланцюжком (циклом) – від видобування ресурсів до споживання та утилізації кінцевих продуктів.

Виявилось, що послідовні стадії цього технологічного циклу безпосередньо пов’язані і формують в економіці комплекси основних галузей:

- добування первинних ресурсів та енергоносіїв;
- переробка первинних ресурсів та їх компонентів;
- обробна промисловість;
- виробництво кінцевої продукції, товарів і послуг;
- споживання товарів і послуг та утилізація відпрацьованих ресурсів;

Таким чином виникло бачення технологічного підходу в економіці, який передбачає однаково потужний розвиток усіх перерахованих вище складових технологічного циклу, надаючи все ж перевагу переробним та обробним галузям, які є серцевиною технологічної структури економіки.

Однаково потужний розвиток всіх складових гарантує контроль над технологічним потенціалом економіки країни і одночасно надає можливість вибіркового придбання ресурсів і товарів споживання у різних країн з метою збереження технологічної цілісності і досконалості.

Сучасна економічна наука, яка спирається на цивілізаційний підхід, виходить з того, що визначальним фактором розвитку економіки і суспільства в цілому є технологія, технологічний спосіб виробництва.

Завдяки працям вчених-економістів (Н.Д. Кондратьєв, М. Абрамовіц, Й. Шумпетер, А.І Анчишкин, С.Ю. Глазєв, А. Чухно, Ю.М. Бажал, Л. Федулова) зв'язок технологій з соціально-економічним розвитком був сформований у вигляді **теорії довгострокового техніко-економічного розвитку (технологічної еволюції)**, що виявляється у формуванні в суспільстві у різні періоди розвитку різних за значимістю “технологічних укладів”.

Технологічні уклади – це однорідні сукупності технологій, що замінюють одна одну в поступальному розвитку. За таких умов технологічна структура економіки і сам рівень економіки визначається наявністю панівних груп технологічних укладів.

Питання про технологічні уклади тісно пов'язане з теоріями “довгих хвиль”, які супроводжували становлення і розвиток капіталістичного способу виробництва. Протягом останніх століть в історії технологічної еволюції змінили одна одну п'ять хвиль і склалося п'ять технологічних укладів:

Перша хвиля (1770-1830 рр.) сформувала уклад, який ґрунтується на нових технологіях у текстильній промисловості та використанні енергії води. Цей період відзначається широким застосуванням парових двигунів і розвитком машинобудування.

Друга хвиля (1830-1880 рр.) позначилася механізацією виробництва практично всіх видів продукції, створенням мережі

залізниць та морських шляхів. Економічними символами цього періоду були вугілля і транспортна інфраструктура.

Третя хвиля (1880-1930 рр.) базувалася на використанні в промисловому виробництві електроенергії, розвитку важкого машинобудування та електротехнічної промисловості на основі сталевого прокату, нових відкриттях у галузі хімії, становленні хімічної промисловості.

То був період нафтового буму в США, створення потужного воєнно-промислового комплексу в Європі, широкого впровадження радіозв'язку і телекомунікацій. Починає розвиватися виробництво автомобілів та літаків, кольорових металів, алюмінію, пластмас, товарів тривалого користування. З'являються величезні фірми, картелі та трести. Дрібні компанії поглинаються великими, відбувається концентрація банківського і фінансового капіталів.

Четверта хвиля (1930-1980 рр.) характеризується становленням укладу, який базується на подальшому розвитку енергетики із використанням нафти, нафтопродуктів та газу, а також засобів зв'язку, нових синтетичних матеріалів. Це ера масового виробництва автомобілів, тракторів, літаків, різноманітних видів озброєнь, товарів тривалого користування, будівництва швидкісних автомагістралей, аеропортів. З'являються та інтенсивно поширюються комп'ютери і програмні продукти для них. Атом спочатку використовується у воєнних, а згодом і в мирних цілях. На ринку панує олігопольна конкуренція, утворюються транснаціональні корпорації.

П'ята хвиля, що почалася в середині 80-х рр. ХХ-го ст., спирається на досягнення в галузі мікроелектроніки, інформатики, біотехнології, генної інженерії, освоєння нових видів енергії, космічного простору, супутникового зв'язку тощо. Відбувається перехід від розрізнених фірм або навіть транснаціональних корпорацій до єдиної мережі компаній, що з'єднані електронними засобами зв'язку, тісно взаємодіють у галузях технології, контролю якості продукції, планування інвестицій.

Сьогодні, на думку вчених, все помітнішими стають ознаки наступних – шостого і сьомого – технологічних укладів.

Шостий дає поштовх до нового етапу в розвитку медицини та біотехнологій, зокрема клітинної біології, нанотехнологій, фотоніки, оптоелектроніки, молекулярної електроніки, систем штучного інтелекту, глобальним інформаційним мережам та інтегрованим високошвидкісним транспортним системам.

Сьомий – до створення технологій “холодного термоядерного синтезу”, що має докорінно змінити енергетичний потенціал земної цивілізації.

Розвиток кожного укладу сприяє сходженню цивілізації на новий, вищий рівень, що створює наступність в історичному процесі й значно збільшує економічні можливості суспільства. Істотно ускладнюючи економічні взаємозв'язки та посилюючи їхній нелінійний характер, технологічні уклади формують відповідну виробничу структуру, яка справляє визначальний вплив на процес матеріального виробництва і сферу послуг.

Варто зауважити, що кардинально міняється не тільки сам технологічний уклад. Паралельно з названими процесами відбувається також зміна ідеології, філософії, психології і форм соціально-професійних взаємин суспільства. У таких умовах першорядного значення набуває проблема адаптації людини до нових укладів життя, формування її адекватної політичної культури.

Терміни “інформаційне суспільство”, “суспільство знань” зайняли чільне місце в лексиці науковців і політичних діячів різного рівня. Саме з ним зв'язують майбутнє своїх країн багато керівників. Найбільше чітко це проявилось в діяльності адміністрації США (національна інформаційна інфраструктура), Ради Європи (інформаційне суспільство), Канади, Великобританії (інформаційна магістраль). Не відстають у розробці відповідних програм і концепцій розвитку інформаційних і телекомунікаційних технологій (ИТТ) інші держави Європейського співтовариства, азіатські країни.

Інформаційне суспільство відрізняється від суспільства, у якому домінують традиційна промисловість і сфера послуг тим, що інформація, знання, інформаційні послуги, і всі галузі, зв'язані з їхнім виробництвом (телекомунікаційна, комп'ютерна, телевізійна) зростають більш швидкими темпами, є джерелом

нових робочих місць, стають домінуючими в економічному та соціально-політичному розвитку.

Показовим є досвід США як безсумнівного лідера в області комп'ютеризації й інформатизації. США відносять до числа країн, що побудували в себе інформаційне суспільство на підставі трьох критеріїв:

- більш половини трудового населення країни зайнято виробництвом інформації і інформаційними послугами;
- побудована система глобальної комунікації для забезпечення доступу до інформаційних ресурсів;
- затверджений “культ” знань, тобто всіляко підтримується і заохочується усвідомлена необхідність підвищення рівнів утворення, кваліфікації та інформаційної культури.

1.6. Поняття про трансферт технологій

В останні десятиліття істотних змін зазнали не тільки розвиток техніки і технологій, а й взаємодія науки з виробництвом. Якщо раніше техніка і виробництво розвивалися шляхом нагромадження емпіричного досвіду, то зараз вони розвиваються на основі науки – у вигляді створення сучасних технічних знань, наукомістких технологій та передачі їх виробництву.

Термін трансферт (від фр. “transfert” чи трансфер – від лат. “transfere”) означає рух технологій як інноваційних знань або інформації від одної фізичної чи юридичної особи (творця, власника) до іншої – підприємства, установи за допомогою будь-яких інформаційних каналів.

Прийнято виділяти три основні **форми трансферту технологій**:

- внутрішній трансферт – передача технології від одного підрозділу організації до іншого;
- квазівнутрішній трансфер – рух технологій в середині об'єднань, корпорацій, союзів, альянсів тощо;
- зовнішній трансфер – процес поширення технології серед багатьох незалежних споживачів.

Американські фахівці визначають сім **механізмів трансферу технологій**:

- ліцензування;
- угоди про спільні дослідження і розвиток;
- технічна допомога;
- компенсаційна робота позабюджетних партнерів;
- використання обладнання;
- програми обміну;
- обмін інформації між колегами, публікації, конференції.

Виокремлюють також чотири **типи процесів трансферу технологій**:

спільні дослідження і розвиток – співпраця бізнес-структур з однією або декількома дослідницькими організаціями: стратегічний дослідницький альянс декількох компаній або партнерство бізнесу з університетами, неприбутковими організаціями, лабораторіями, науковими центрами;

ліцензування або продаж наукових результатів як об'єктів інтелектуальної власності, коли власник технології передає певну частину прав на об'єкт зовнішній бізнес-структурі в обмін на певні вигоди, в першу чергу – фінансові;

технічна допомога, процес коли бізнес-структура звертається за допомогою до дослідницької організації для вирішення конкретного і вузького питання шляхом залучення фахівців, експертів або обладнання;

інформаційний обмін – бізнес отримує доступ до необхідної інформації через участь у конференціях, виставках, семінарах, спеціальних навчальних програмах або шляхом запрошення на роботу в якості співробітників науковців – носіїв необхідної інформації.

У першому випадку учасники трансферу технологій беруть безпосередню участь у співпраці з іншими організаціями на договірних засадах в процесі створення патентоспроможної і конкурентоспроможної технології.

У випадку продажу відбувається повне відчуження прав на нову технологію, споживчі якості якої є вже визначеними, з одержанням фінансової винагороди, а випадку ліцензування – у користування передається готова технологія на визначений термін.

У випадку технічної допомоги та обміну інформацією відбувається опосередковане покращення технології шляхом передачі часткових конкретних знань.

Можна виділити також різні способи, що широко використовуються у міжнародній практиці для одержання новітніх технологій. Крім звичайного процесу купівлі-продажу, виробничі компанії застосовують:

а) реверсивне, зворотне проектування, яке полягає у придбанні інноваційної продукції, її демонтажу (розбиранні на частини), вивченні будови і принципів роботи, розроблені покращеної версії цієї продукції і виготовленні її вже під ім'ям власної фірми. Цей спосіб трансферу широко використовувала Японія.

б) виготовлення продукції на базі дійсної технології, що заводиться в інші країни великими іноземними фірмами-замовниками для використання дешевої робочої сили (ОЕМ – original equipment manufacture) з подальшою реалізацією цієї продукції під власним ім'ям. Цей спосіб зовнішнього трансферу переважно застосовується при виготовленні побутової електроніки і техніки. Активно використовується в Кореї, Тайвані, Сінгапурі. При цьому іноземна фірма приймає участь у виборі обладнання, навчанні персоналу, що веде до тривалої технологічної співпраці. Проте такий спосіб трансферу технологій не дозволяє досконало оволодіти усіма технологічними особливостями і комерційними таємницями, що супроводжують сучасні технології, і розвивати свій досвід, свою торговельну марку.

с) створення виробництв (заводів) “під ключ”, що завжди передбачає зовнішній трансферт складних, комплексних виробничих технологій. При цьому іноземна фірма, як правило, несе відповідальність за управління проектом, відбір

постачальників, навчання менеджерів і технічного персоналу заводу.

Трансферт технологій є ефективним механізмом взаємодії науково-дослідних, проектних і науково-виробничих підприємств, окремих учених і інженерів, зацікавлених у практичній реалізації своїх науково-технічних розробок і проектів як на території своєї держави, так і за її межами.

1.7. Характеристика стану технологічного розвитку України

Технологічний розвиток будь-якої країни залежить від можливостей генерувати інновації та широко впроваджувати їх у виробництво.

Україна поставила собі за мету приєднання до європейських та світових структур та світових інтеграційних процесів. Країна знаходиться майже в центрі Європи. Вона займає площу понад 604 тис км² з населенням майже 50 млн чоловік.

В Україні є значні запаси залізної руди, марганцю, титану, кам'яного та бурого вугілля, фосфоритів. Це обумовило розвиток таких галузей промисловості, як металургія, машинобудування, енергетика, гірнична, нафтопереробна та хімічна промисловості, авіаційно-космічна, аграрна та харчова.

У сільському господарстві зайнята п'ята частина всіх працюючих, зосереджена майже чверть виробничих фондів і створюється майже 13% валової доданої вартості держави.

Протягом останніх років на державному рівні здійснено низку важливих заходів у напрямі поліпшення державної науково-технічної політики. Україна прийняла на себе великі зобов'язання перед світовою спільнотою, підписавши в 1992 р. в Ріо-де-Жанейро Концепцію сталого розвитку в XXI столітті – “Декларацію Ріо”.

Виходячи з конкретних геополітичних та історичних умов в Україні нагальною проблемою є розробка стратегії інноваційного розвитку і побудови економічного механізму її забезпечення в ринкових умовах.

Така стратегія в Україні була прийнята до виконання Указом Президента України від 28 квітня 2004 року, який схвалив стратегію економічного та соціального розвитку України “Шляхом європейської інтеграції” на 2004-2015 роки. Основою стратегічних підходів є перехід до інноваційної моделі економічного зростання та розвитку наукоємного високотехнологічного виробництва.

Інноваційний розвиток передбачає перенесення акценту з традиційних науково-технічних рішень на використання принципово нових прогресивних технологій, а також перехід до випуску високотехнологічної продукції, здійснення нових організаційних форм діяльності, таких як технопарки, бізнес-інкубатори, проведення політики ресурсо- та енергозбереження.

Проблеми створення і впровадження новітніх науково-технологічних розробок у виробництво в Україні ще залишаються далеко невирішеними. Сьогодні, за даними вчених, понад 90% продукції, яка виробляється в Україні, не має сучасного науково-технічного забезпечення, що позначається на конкурентоспроможності і рентабельності більшості вітчизняних товарів.

Фінансовий стан більшості виробництв не дозволяє їм впроваджувати нові технології, залучати висококваліфікованих фахівців. За експертними оцінками через недостатнє використання сучасних досягнень науки і технології у виробництві Україна втрачає щорічно 10 млрд доларів США.

Аналіз української інноваційної політики науковцями свідчить про те, що відтворювальна структура промисловості України, яка оцінена за технологічними укладами, не відповідає вимогам часу. Пануючий сьогодні у розвинутих країнах 5-й “інформаційний” уклад в Україні не перевищує п’яти відсотків промислового виробництва.

Сьогодні в Україні за таким показником, як випуск продукції, вищі технологічні уклади – 5-й та 6-й – становлять близько 4%, причому 6-й технологічний уклад, що визначає перспективи високотехнологічного розвитку країн у майбутньому, у нашій країні майже відсутній (менше 0,1%).

Близько 58% виробленої продукції припадає на найнижчий, 3-й технологічний уклад (технології промисловості будівельних матеріалів, чорної металургії, суднобудування, оброблення металу, легкої, деревообробної, целюлозно-паперової промисловості) та 38% – на 4-й.

За показником фінансування науково-технічних розробок склалася така ситуація: майже 70% коштів сьогодні поглинає 4-й і лише 23% – 5-й технологічний уклади. Інноваційні витрати розподіляються таким чином: 60% – 4-й технологічний уклад і 30% – 3-й (сумарно – 90%), а 5-й становить лише 8,6%.

Стосовно інвестицій, які, власне, і визначають майбутнє на найближчі 10-15 років, маємо такі пропорції: 75% спрямовуються у 3-й технологічний уклад і лише 20% та 4,5% – у 4-й і 5-й технологічні уклади відповідно. У технологічній частині капітальних вкладень (технічне переозброєння та модернізація) 83% припадає на 3-й технологічний уклад і лише 10% – на 4-й.

Фактичним пріоритетом на даний час є галузі 3-го та 4-го укладів. Це відзеркалює просте відтворення стану технологічної бази, яка сформувалася у минулому. Зрозуміло, що така політика не спроможна забезпечувати довгострокове економічне зростання країни.

Недосконалість технологічній структурі відповідає і архаїчна структура товарного експорту, в якій частка готових виробів становить 30-35%, частка сировини та напівфабрикатів – 65-70% (у світовому експорті товарів готові вироби займають 77,5%, сировина і напівфабрикати – лише 12,5%).

Фактично основу національної економіки становлять сировинні та низько-технологічні галузі, а результати наукових досліджень і науково-технічних розробок не впливають на зростання валового внутрішнього продукту, наукоємна складова якого не перевищує 1,3%.

На порядку денному перед Україною стоїть стратегічне завдання прискореної технологічної реструктуризації економіки шляхом прискореного розвитку сучасних технологій, а також галузей і територіальних кластерів (територіально-виробничих комплексів, технопарків і технополісів), де такі технології

розвиваються. За розрахунками вчених України, для того щоб зламати негативні тенденції відставання від світової економіки, потрібно щонайменше подвоювати ВВП кожні 8-10 років.

Актуальною в економіці і технології стає **проблема державного регулювання технологічного розвитку та технологічне прогнозування розвитку виробництва**. Впродовж останніх десяти років (1997-2007 рр.) всі провідні держави світу здійснюють прогнозування науково-технологічного розвитку. Більш ніж у 40 країнах виконуються комплексні державні програми прогнозно-аналітичних досліджень, результати яких використовуються для визначення пріоритетів економічного розвитку і формування стратегій технологічного розвитку на всіх рівнях економіки. Ініціатором і головним замовником прогнозування технологічного розвитку в основному є держава.

В Україні до 2007 року була відсутня ефективна система забезпечення проведення системних і регулярних прогнозно-аналітичних та стратегічних маркетингових досліджень у сфері науково-технологічного розвитку на середньостроковий та довгостроковий періоди. У 2007 році постановою Кабінету Міністрів України затверджена Державна програма науково-технологічного розвитку.

Державна програма передбачає створення єдиної системи прогнозування науково-технологічного розвитку. В Програмі поставлено виконання шести основних завдань:

- формування організаційно-нормативних засад системи прогнозування науково-технологічного розвитку (НТР);
- формування інформаційно-аналітичного та ресурсно-технологічного забезпечення прогнозування НТР;
- проведення моніторингу результативності сектору наукових досліджень та розробок;
- проведення прогнозно-аналітичних досліджень (серед яких є задачі виявлення перспективних напрямів розвитку новітніх технологій на основі математичних моделей та експертних оцінок, виявлення критичних технологій);

- розроблення пропозицій щодо розвитку пріоритетних напрямів науки і техніки;
- проведення наукової та науково-технічної експертизи проектів в рамках виконання Програми.

1.8. Особливості промислового виробництва Рівненської області

Рівненська область як адміністративно-територіальна одиниця у складі України утворена 4 грудня 1939 року. Розташована на північному заході України у межах Західно-поліського регіону. Межує з Брестською та Гомельською областями Білорусі, Житомирською, Хмельницькою, Тернопільською, Львівською та Волинською областями України.

Область займає вигідне географічне положення. Через Рівненщину проходять автомагістралі Київ – Варшава, Київ – Брест, Київ – Львів, Київ – Чернівці. Територія області – 20,1 тис км², що складає 3,3% території України, простягається із заходу на схід на 130 км, а з півночі на південь на 210 км. Населення області станом на 2006 рік складало 1156,5 тис осіб (2,4% від населення України).

Область має достатні мінерально-сировинні, лісові і водні ресурси. На Рівненщині розвідано більше 600 родовищ 18 видів корисних копалин. Серед них:

- єдині в Україні родовища бурштину;
- унікальні поклади базальтів;
- запаси торфу – 180 млн т, що складає 18% від загальнодержавних;
- родовища туфів – 60 млн т;
- поклади зернистих фосфатів – 81 тис т;
- потужні родовища будівельного каменю, за обсягами видобутку якого область займає третє місце в Україні;
- значні запаси каолінів – сировини для виготовлення цементу;
- великі запаси піску, крейди, глини;

- значні ресурси підземних прісних та мінеральних вод;
- перспективні родовища самородної міді.

Рівненщина має також одні з найбільших серед регіонів України запаси деревини (113 млн м³) та найбільшу лісистість території (39,8%). Забезпеченість водними ресурсами одна з найвищих в Україні, вища від середньо українських у 1,5-2,0 рази. На Рівненщині протікає 171 річка довжиною понад 10 км кожна, наявні понад 50 озер різного походження.

В усіх сферах економічної діяльності зайнято близько 462 тис осіб, у тому числі у промисловості – 68 тис осіб, сільському господарстві – 95 тис осіб, будівництві – 25 тис осіб.

Провідне місце в економіці області займають промисловість та сільське господарство. У промисловому комплексі області діє близько 260 підприємств різної форми власності. Частка промисловості області в загальному обсязі виробництва України складає 1,2%.

Провідні галузі – електроенергетика, хімічна промисловість, виробництво будівельних матеріалів та скловиробів, харчова, деревообробна промисловість, машинобудування. У загальному обсязі промислового виробництва області найбільшу питому вагу займає електроенергетика (36,2%).

Промисловість області виділяється виробництвом електроенергії, мінеральних добрив, скловиробів, деревостружкових плит, фанери, цементу, будівельних матеріалів, електроустаткування, нетканих матеріалів, кондитерських виробів.

Основним виробником електроенергії є ВП Рівненська АЕС, невелику частку електроенергії отримують на Млинівській та Хрінницькій МГЕС.

За 2000-2008 роки введено в дію сірникову фабрику потужністю 650 млн коробок в рік, найсучасніший в Україні та СНД склозавод з виробництва тари європейського зразка ЗАТ Консюмерс-Скло-Зоря потужністю 240 млн одиниць склотари на рік. Побудовано ювелірну фабрику з переробки бурштину.

Налагоджено сучасне виробництво водостійкої фанери на ТОВ Одек Україна, впроваджені нові технології виготовлення

нетканних матеріалів на АТ Рівненська фабрика нетканних матеріалів, виготовлення високоякісних деревинних плит на деревообробних комбінатах, високоякісного електросилового обладнання на ВАТ Рівненський завод високовольтної апаратури, будівельних матеріалів, харчової продукції.

Налагоджено випуск енергозберігаючих люмінесцентних ламп за європейськими технологіями, освоєно нову сучасну технологію виробництва твердих сирів, встановлено новітню технологічну лінію очистки і розливу мінеральних вод на ТОВ Острозький завод мінеральної води, налагоджено випуск сучасної опалювальної техніки.

Значного поштовху у розвитку отримали каменедобувні підприємства і кар'єри Рівненщини з видобування мінеральної сировини – базальту, мармуру, граніту за сучасними технологіями.

На даний час питома вага реалізованої промислової продукції по основних видах діяльності в області має такий розподіл:

- виробництво та розподілення електроенергії, газу та води – 36,2%;
- виробництво неметалевих мінеральних виробів (будматеріалів, скловиробів) – 15,3%;
- хімічна і нафтохімічна промисловість – 13,2%;
- харчова промисловість та переробка сільськогосподарських продуктів – 12,8%;
- виробництво деревини та виробів з деревини – 9,7%;
- машинобудування – 5,3%;
- металургія та оброблення металу – 3,2%;
- добувна промисловість – 2,6%;
- легка промисловість – 0,6%;
- целюлозно-паперова, поліграфічна промисловість, видавнича справа – 0,3%.

За останні роки зросли обсяги випуску продукції в деревообробній промисловості в 3,7 рази, будматеріалів та скловиробів в 3,2 рази, добувної промисловості в 2,8 рази, машинобудування в 2,2 рази, харчової промисловості в 2,0 рази.

Питома вага Рівненщини у випуску продукції деревообробної промисловості України становить майже 20%, електроенергії на атомних електростанціях – 20%. До числа найбільших склозаводів України входять три підприємства Рівненської області.

Область є одним з привабливих регіонів для інвестицій. Переваги регіону полягають у такому:

динамічний розвиток більшості галузей промислового комплексу;

наявність достатньо потужної місцевої сировинної бази;

наявність місцевих енергетичних потужностей та мереж.

розвинена транспортна мережа з відповідною інфраструктурою;

сприятливе для інвесторів співвідношення рівня кваліфікації місцевих трудових ресурсів та розміру оплати праці;

наявність значної кількості незадіяних виробничих приміщень та об'єктів незавершеного будівництва.

Серед недоліків – високий ступінь зносу основних промислових фондів, велика енергоємність устаткування, моральна і фізична застарілість більшості технологій і обладнання, а звідси низька конкурентоспроможність більшої частини продукції.

Запитання до самоконтролю:

1. Суть сучасного виробництва.
2. Основні галузі і міжгалузеві комплекси України.
3. Сучасне розуміння терміну “техніка”.
4. Характерні періоди у розвитку техніки і технологій.
5. Сучасні визначення технології.
6. Поняття високих технологій.
7. Етапи розвитку технологій.
8. Суть технології як науки.
9. Суть практичної, наукової і теоретичної технології.
10. Поняття системи, її схема і ознаки.
11. Кібернетичні моделі системи.
12. Системна модель технології.
13. Системна модель технології на прикладі виготовлення деталі.
14. Економічна і технологічна понятійні формули виробництва.
15. Вплив технології на організацію виробничого процесу.

16. У чому вплив технології на організацію системи управління?
17. Суть технологічного розвитку та технологічних укладів.
18. Технологічні хвилі економічного розвитку, їх кількість і основні ознаки.
19. Суть, механізм і способи трансферу технологій.
20. Стан технологічного розвитку України.
21. Особливості промислового розвитку Рівненщини.

Тема 2. ВИРОБНИЧИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСИ

План теми:

1. Поняття виробничого процесу.
2. Принципи організації виробництва.
3. Форми організації виробництва.
4. Виробнича структура підприємства.
5. Типи виробництва.
6. Упорядження виробництва за технологічними процесами, методами та операціями.
7. Засоби виконання технологічного процесу.
8. Характеристики технологічного процесу (операції).
9. Технологічні баланси у виробничих процесах.

2.1. Поняття виробничого процесу

Виробничий процес – систематичне та цілеспрямоване змінювання в часі та просторі кількісних та якісних характеристик засобів виробництва і робочої сили для отримання готової продукції з вихідної сировини із заданою програмою (ДСТУ 2960).

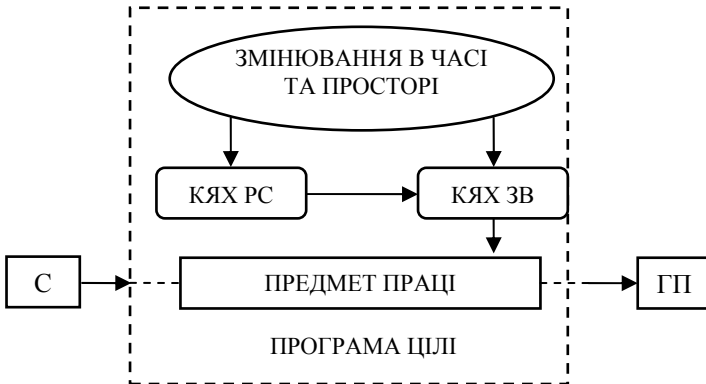


Рис. 2.1. Системна модель виробничого процесу:

С – сировина; ПП – предмет праці; ГП – готова продукція;
КЯХ РС – кількісні та якісні характеристики робочої сили;
КЯХ ЗВ – кількісні та якісні характеристики засобів виробництва

Подання визначення виробничого процесу у вигляді системної моделі дозволило виділити елементи та їх взаємодію між собою (рис. 2.1).

Вихідна сировина (С) регулярно поступає для перетворення на виробничий процес, і в процесі цього перетворення стає предметом праці (ПП) до його повного завершення і отримання готової продукції (ГП). Виробничий процес здійснюється як система. Змінювання в часі та просторі кількісних та якісних характеристик робочої сили (КЯХ РС) та кількісних та якісних характеристик засобів виробництва (КЯХ ЗВ) є системно обумовлені заданою програмою цілі для необхідного перетворення сировини (С), як предмета праці, в готову продукцію (ГП) і реалізуються при виконанні окремих операцій.

Виробничий процес є складним. Загальна класифікація виробничих процесів представлена на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Загальна класифікація виробничих процесів за ДСТУ 2960

За відношенням до випуску готової продукції та технічним значенням виробничі процеси поділяються на:

- основні;
- допоміжні;
- підсобні;
- побічні.

Основні виробничі процеси – це процеси безпосереднього перетворення сировини у готову продукцію, наприклад, виплавляння чавуну в доменній печі.

Допоміжні виробничі процеси – це процеси, які забезпечують основні процеси. Наприклад, процеси підготовки шихти для подачі її у доменну піч, подача повітря, розливання готової продукції – чавуну, видалення шлаку тощо.

Підсобні виробничі процеси – процеси, які безпосередньо не беруть участь у забезпеченні основних і допоміжних процесів. Наприклад, технічне обслуговування і ремонт оснащення тощо.

Побічні виробничі процеси – це процеси, які безпосередньо не відносяться до основного виробництва. Наприклад, виготовлення сірчаної кислоти на підприємствах виготовлення чавуну, є побічним виробничим процесом.

За характером проходження в часі виробничі процеси поділяються на циклічні та нециклічні.

Циклічні процеси – процеси, які періодично повторюються, наприклад, процеси нагрівання і охолодження, заморожування та відтаювання тощо, **нециклічні** – процеси, які не повторюються.

За характером руху предмета праці в часі процеси поділяються на безперервні, на півбезперервні та дискретні.

Безперервні процеси – процеси, які перериваються в процесі їх реалізації, наприклад, безперервний спосіб розливу сталі. **Дискретні** процеси – переривчасті в часі процеси, наприклад, обточування деталей, вирощування сільськогосподарських культур тощо. **Напівбезперервні** – процеси часткового поєднання обох попередніх.

За ступенем можливості безпосереднього спостереження за ходом виробничих процесів вони поділяються на закриті, відкриті та напівзакриті.

Закриті процеси – це процеси, типу атомний реактор, хімічні реакції тощо; **напівзакриті** – виплавляння чавуну в доменній печі; **відкриті** – видобування корисних копалин в кар'єрах.

2.2. Принципи організації виробництва

Під організації виробництва розуміють кількісне та якісне поєднання в просторі та часі трудових і матеріальних ресурсів, технічних та економічних засобів господарської діяльності на промисловому підприємстві з метою випуску в установленні строки продукції необхідної кількості та якості з мінімальними витратами (ДСТУ 2960).

Загальні принципи організації виробництва:

- ритмічність;
- безперервність;
- пропорційність;
- прямо-потоківість;
- паралельність.

Ритмічність виробництва – принцип організації виробництва, згідно з яким окремі процеси закономірно чергуються, регулярно повторюючись у всіх своїх частинах та елементах через певні проміжки часу (ДСТУ 2960). Принцип ритмічності зобов'язує всі виробничі підрозділи виконувати завдання з випуску продукції в строго визначені терміни. Наприклад, робота конвеєра і постачання необхідних комплектуючих на лінію точно взаємопов'язані; процес збирання залежить від процесу транспортування комплектуючих. Монтаж будівельних конструкцій з “коліс” дозволяє суттєво економити витрати на улаштування складу конструкцій, особливо в стиснених умовах будівництва в місті тощо.

Ритмічність оцінюється коефіцієнтом ритмічності K_{pm} , що визначається як відношення суми випуску (в межах не вище плану) за ряд послідовних відтинків фактичного часу $N_{\phi i}$ до суми планових завдань за ті самі відтинки часу N_{nzi} :

$$K_{pm} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\phi i}}{\sum_{i=1}^n N_{nzi}}, \quad (2.1)$$

де n – кількість періодів, що аналізуються.

Безперервність виробництва – принцип організації виробництва, згідно з яким предмети праці рухаються від операції до операції без затримок у часі. Безперервність передбачає максимальну синхронізацію всіх операцій виробничого процесу. Синхронізація досягається зміною числа постів, перерозподілом робіт по постах, зміною трудомісткості операцій за рахунок використання засобів механізації і автоматизації, виконання частини робіт поза потоковою лінією або на паралельній потоковій лінії. Безперервність виробництва характеризується виконанням основних і допоміжних операцій без розриву в часі.

Кратність розподілення трудомісткості по постах потокової лінії є основною передумовою створення потокового виробництва. Умови кратності описуються залежністю:

$$a_1 T_1 = a_2 T_2 = a_3 T_3 = \dots = a_n T_n, \quad (2.2)$$

де a – коефіцієнт кратності;

T_i – трудомісткість на постах потокової лінії.

Пропорційність виробництва – принцип організації виробництва, згідно з яким усі стадії виробничого процесу збалансовані, співвідношення виробничих потужностей взаємопов'язаних елементів виробничої системи визначається з урахуванням створення доцільної величини між операційних заділів та розроблення раціональних графіків ремонту обладнання.

Пропорційність передбачає пропорційний розподіл робочої сили та засобів виробництва, коли виконується умова:

$$T_1 : T_2 : T_3 : \dots : T_n = P_1 : P_2 : P_3 : \dots : P_n, \quad (2.3)$$

де T – трудомісткість складових частин виробничого процесу, *люди год.*;

P – чисельність виконавців на постах потокової лінії, чол.

Прямо-потоковість виробництва – принцип організації виробництва, згідно з яким просторове розміщення устаткування забезпечує найкоротший шлях проходження предметів праці між усіма стадіями виробничого процесу без зустрічних та зворотних рухів матеріальних потоків. Дотримання цього принципу скорочує міжопераційне транспортування предметів праці.

Паралельність виробництва – принцип організації виробництва, згідно із яким одночасно виконуються часткові процеси виготовлення продукції чи окремі операції всередині них.

2.3. Форми організації виробництва

За способом організації виділяють такі форми організації виробництва:

- кооперування;
- комбінування;
- спеціалізація;
- концентрація.

Кооперування – форма організації виробництва, яка полягає в організації постійних виробничих зв'язків між підприємствами щодо постачання виробів та матеріалів, необхідних для виготовлення продукції.

Кооперація (від лат. – співробітництво) є формою організації праці, при якій велика кількість людей спільно бере участь в одному і тому чи різних, але зв'язаних між собою процесах праці.

Комбінування – форма організації виробництва, яка полягає в поєднанні на одному підприємстві різних видів виробництва, об'єднаних спільним технологічним процесом. Комбінування є

першим етапом укрупнення підприємств, створення незалежного виробництва.

Спеціалізація – форма організації виробництва, що полягає у виготовленні продукції обмеженої та стабільної номенклатури або в однотипності технології. Розрізняють спеціалізацію виробництва предметну, технологічну. Наприклад, завод з випуску деталей, технологічна складальна лінія тощо.

Концентрація – форма організації виробництва, що полягає у зосередженні виробництва окремих видів продукції на одному або обмеженій кількості підприємств.

2.4. Виробнича структура підприємства

Виробнича структура – сукупність виробничих підрозділів підприємства із зазначенням їх складу, співвідношення та зв'язків між ними (ДСТУ 2960). Виробнича структура підприємства ділиться на виробничі підрозділи, цехи, відділення, виробничі дільниці, потокові лінії (рис. 2.3).

Виробничий підрозділ – структурна одиниця підприємства, яка виконує конкретну функцію виробництва та відповідає за неї. Виділяють загальні функції керування, що здійснюються у кожній виробничій системі та на будь-якому її рівні, а саме планування, організація, регулювання, контроль та облік, а також стимулювання. В структурі підприємства такі виробничі підрозділи виділені у вигляді управлінь або відділів.

Цех – організаційно та (чи) технологічно відокремлений структурний підрозділ, що прямо чи побічно бере участь у переробленні предмета праці на готову продукцію та складається із виробничих дільниць. Цех є основною виробничою одиницею і одночасно відділом промислового підприємства, наприклад, ливарний цех, інструментальний, складальний цех тощо, в залежності від глибини спеціалізації виробництва.

Виробнича дільниця – структурний підрозділ підприємства чи цеху, що об'єднує групу робочих місць, організованих за предметним, технологічним чи предметно-технологічним принципом спеціалізації.

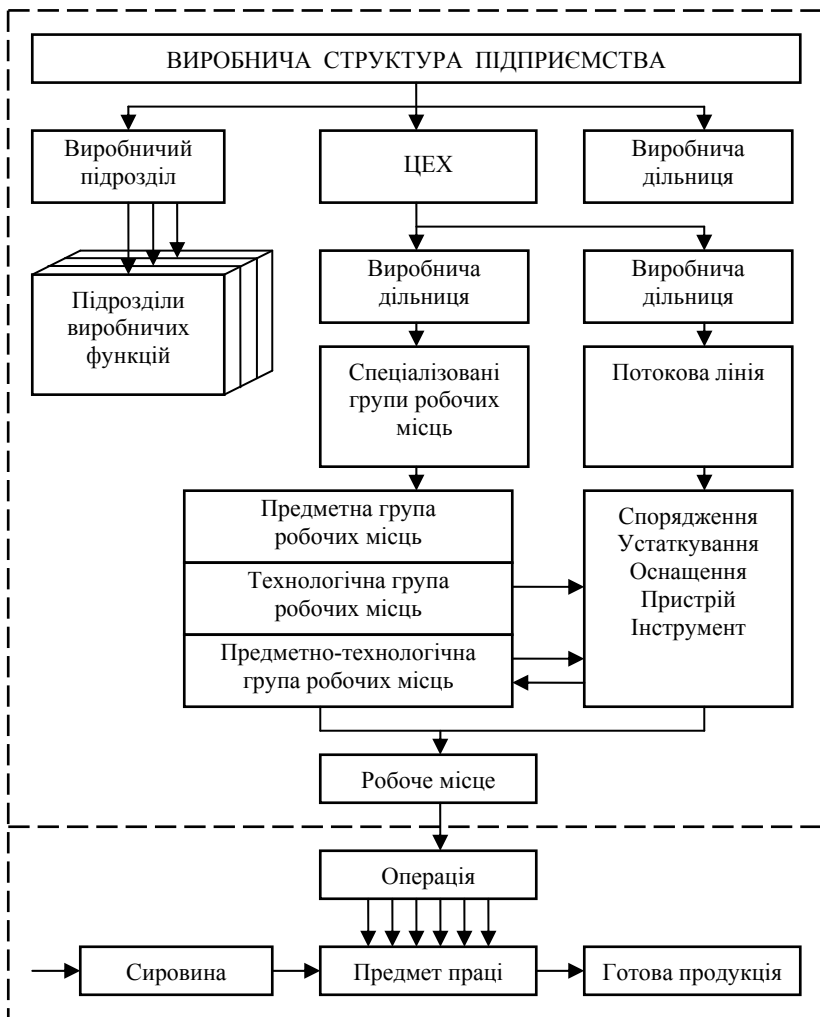


Рис. 2.3. Загальна блок-схема виробничої структури підприємства: склад, співвідношення, зв'язок

Робоче місце працівника є елементарна одиниця виробничої структури, що містить частину простору виробничого підрозділу, яка потрібна для здійснення трудової операції та оснащена матеріально-технічними засобами, що

використовуються в процесі праці. Робоче місце може бути: просте, спеціалізоване, універсальне, стаціонарне, пересувне, одно-агрегатне, багато-агрегатне, автоматизоване. Види робочих кваліфікацій визначають робочі місця на яких можуть працювати працівники: ливарник, токар, зварювальник, муляр тощо.

У тих випадках, коли підприємство є велике і розосереджене на значній території створюють **виробниче відділення** – структурний підрозділ цеху, що містить декілька виробничих дільниць, займає відокремлену територію та здійснює закінчену частину виробничого процесу з переробки предмета праці.

Потокова лінія – виробнича дільниця, оснащена сукупністю спорядження, машин і механізмів, обладнання, оснащення, пристроїв, інструменту, призначених для виготовлення певної продукції та встановлених згідно з послідовністю операцій технологічного процесу, що виконуються із заданим ритмом.

При реалізації виробничих процесів, близьких за видами технологічних перетворень, використовують гнучку виробничу структуру, в якій склад, конструкція, а також розташування устаткування дає змогу швидко перебудовуватися на випуск різних типорозмірів, реалізацій чи видів продукції.

2.5. Типи виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна категорія виробництва, що вирізняється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції (ДСТУ 2960).

Розрізняють одиничне, серійне та масове типи виробництва.

Одиничне виробництво – це тип виробництва, що характеризується невеликим обсягом випуску однакової продукції, повторне виготовлення якої, як правило не передбачається.

Одиничне виробництво характеризується:

- виготовленням виробів в одиничних екземплярах або малими серіями (до 10-20 виробів за місяць);
- широкою номенклатурою виробів;

- універсальністю і гнучкістю виробничих процесів;
- застосуванням універсального устаткування, універсальних пристроїв і інструментів;
- групуванням робочих місць за принципом технологічно однорідних операцій;
- відсутністю закріплення певних операцій за окремими працівниками;
- відсутністю детальної розробки технологічних процесів виготовлення виробів;
- високою кваліфікацією працівників, їх здатністю виконувати різні за характером роботи;
- відносно невеликою продуктивністю праці у порівнянні з іншими типами виробництв і більшою собівартістю продукції;
- невисокими затратами на підготовку виробництва.

Серійне виробництво – це тип виробництва що характеризується одночасним виготовленням на підприємстві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду (ДСТУ 2960).

Серійне виробництво характеризується:

- виготовленням виробів партіями, які періодично повторюються (від декількох сотень до 2-5 тис виробів за місяць);
- обмеженою номенклатурою виготовлюваних виробів;
- застосуванням більш спеціалізованого устаткування, пристроїв і інструменту чим в одиничному виробництві;
- групуванням робочих місць за технологічними і предметними ознаками;
- середньою кваліфікацією працівників;
- детальною розробкою технологічних процесів;
- середніми затратами на підготовку виробництва.

Масове виробництво – це тип виробництва, що характеризується випуском продукції постійної номенклатури у великих кількостях протягом тривалого періоду (ДСТУ 2960).

Масове виробництво характеризується:

- виготовленням виробів у великих кількостях (6-10 тисяч штук за місяць);
- застосуванням тільки спеціалізованого і спеціального високопродуктивного устаткування, пристроїв і інструменту;
- розміщенням робочих місць за ходом технологічного процесу обробки виробів (предметний принцип);
- спеціалізацією робочих місць на одній операції;
- поопераційною розробкою технологічних процесів;
- невисокою загальною кваліфікацією працівників і достатньо високою продуктивністю і майстерністю виконання однієї операції;
- високими затратами на підготовку виробництва.

Виробництво можна віднести до того чи іншого типу за кількість виробів одного найменування і типорозміру, що обробляються в рік (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Вибір типу виробництва за річною програмою випуску виробів

Тип виробництва	Кількість виробів одного найменування та типорозміру		
	Крупні (важкі)	Середні	Малі (легкі)
Одиничне	До 5	До 10	До 100
Серійне	5...1000	10...5000	100...50000
Масове	Понад 1000	Понад 5000	Понад 50000

Для визначення типу виробництва використовують різноманітні показники: річна програма випуску виробів, вага (маса) одного виробу, коефіцієнт закріплення операцій, такт випуску тощо.

2.6. Упорядження виробництва за технологічними процесами, методами та операціями

2.6.1. Упорядження технологічних процесів виробництва

Технологічні процеси і операції складають основу виробничого процесу.

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка складається з дій, спрямованих на зміну та (чи) визначення стану предмета праці (ДСТУ 2391).

(Технологічна) операція – закінчена частина процесу, яку виконують на одному робочому місці (ДСТУ 2391).

Для упорядження виробництва технологічні процеси розділяють на такі типи:

- одиничний технологічний процес;
- типовий (технологічний) процес;
- груповий технологічний процес.

Одиничний технологічний процес – технологічний процес виготовлення чи ремонту виробу одного найменування, незалежно від типу виробництва.

Типовий (технологічний) процес – технологічний процес виготовлення групи виробів зі загальними конструктивними та технологічними ознаками.

Груповий технологічний процес – технологічний процес виготовлення групи виробів з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками.

Розділення технологічних процесів на відповідні групи дозволить підібрати необхідне оснащення, а в залежності від об'ємів робіт – штат виконавців.

2.6.2. Упорядження виробництва виділенням методів оброблювання, формоутворення, складання та контролю

При високому рівні розвитку промислового виробництва окремі технологічні перетворення доведені до найвищого рівня їх вивчення та узагальнення – до формулювання типових технологічних методів.

Технологічний метод – сукупність правил, які визначають послідовність та зміст дій при виконанні формоутворення, оброблення чи складання, переміщення, включаючи технічний контроль, випробування в технологічному процесі виготовлення чи контролю (ДСТУ 2391).

Формоутворення включає виготовлення заготовки чи виробу з рідких, порошкових чи волокнистих матеріалів.

Оброблення – дія, спрямована на зміну властивостей предметів праці під час виконання технологічного процесу. В залежності від глибини необхідного перетворення та способу

виділяють чорнове та чистове оброблення, механічне оброблення тиском та різання, кування, штампування, термічне оброблювання, електрофізичне, електрохімічне, оброблення та гальванопластика, слюсарне оброблення.

Складання, як метод, включає утворення з'єднань складових виробу. До складання відносять типові методи монтажу, зварювання, клепаання, склеювання.

Технічний контроль включає в себе правила перевірки відповідності об'єкта до встановлених технічних вимог. Вимоги якості продукції є основними.

Контроль технологічного процесу включає контроль режимів, характеристик та параметрів технологічного процесу від яких залежить якість продукції, наприклад контроль якості сталі чи чавуну в процесі її варіння, контроль припуску при прокатці прокату тощо.

Крім названих типових методів перетворення та контролю виділяють як методи маркування упакування, консервацію та розконсервацію.

Маркування – нанесення тексту, умовних позначень та малюнків на упаковці та продукції, що є важливим і обов'язковим методом сучасного промислового виробництва.

Упакування – забезпечення захисту продукції від пошкодження та втрат, від впливу навколишнього середовища, від забруднювання, а також у процесі обігу продукції.

Консервація включає заходи, спрямовані на захист виробу від впливу навколишнього середовища в процесі виробництва, транспортуванні та зберіганні, а розконсервація – усунення консерваційних та пакувальних матеріалів.

2.6.3. Упорядження робочих місць виробництва

На робочому місці проходять основні операції з перетворення сировини чи напівфабрикату на готову продукцію.

Виробнича операція – частина виробничого процесу з чітко визначеною метою та результатом, яка виконується з допомогою відповідного устаткування. Певним складом виконавців або без участі людини (ДСТУ 2960).

Виробничі операції поділяються на:

- технологічні (основні);
- обслуговуючі;
- допоміжні;
- підготовчі.

В залежності від способу впливу на предмет праці, рівня технічного оснащення та ступеня участі виконавців виробничі операції поділяються на ручні, машинно-ручні, машинні, апаратні.

Упорядження робочих місць виробництва здійснюється у відповідності із виділеними технологічними процесами (див. 2.6.1). На рівні робочих місць виділяють:

- типові (технологічні) операції;
- групові (технологічні) операції.

Типова (технологічні) **операція** характеризується єдністю змісту та послідовністю технологічних переходів для групи виробів з загальними технологічними ознаками.

Групова (технологічні) **операція** – технологічна операція сумісного виготовлення групи виробів з різними конструктивними, але технологічними однаковими ознаками. Наприклад, виконання токарних робіт на багатьох верстатах, виконання ливарних заготовок тощо.

Для складання технологічної документації використовують нормативні визначення елементів технологічної операції. Для типової технологічної операції склад елементів, за ДСТУ 2391, такий: перехід, установа, базування, позиція, закріплення, робочий і допоміжний хід, спосіб, налагодження та підналагодження. Елементний склад технологічної операції та алгоритм оброблювання наведений на рис. 2.4.

Перехід – закінчена частина технологічної операції, яку виконують засобами технологічного спорядження за сталих технологічних режимів та позицій. Допоміжний перехід не супроводжується зміною властивостей предмета праці, наприклад, закріплення заготовки, заміна інструменту тощо.

Установа – частина технологічної операції, яку виконують при незмінному закріпленні оброблювальних

заготовок чи складальної одиниці. Це можуть бути операції вимірювання.

Базування – надання заготовці чи виробу потрібного положення відносно виробничої системи координат. Базування супроводжується операцією установа з необхідним вимірюванням положення.

Позиція, це фіксоване положення, яке займає закріплена заготовка чи складальна одиниця разом з пристроєм відносно інструменту чи нерухомої частини устаткування при виконанні певної частини операції. Позиція в процесі реалізації операції може змінюватися.

Закріплення включає прикладання сил чи пари сил до предмета праці для забезпечення незмінності його положення, досягнутого під час базування.

Робочий хід – закінчена частина технологічного процесу, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки, який супроводжується зміною форми, розмірів, якості поверхні та властивостей заготовки. Наприклад, обточування одного шару. **Допоміжний хід** – закінчена частина технологічного процесу, яка полягає в одноразовому переміщенні інструмента відносно заготовки, необхідного для підготовки робочого місця. Допоміжний і робочі ходи взаємопов'язані.

Спосіб – закінчена сукупність дій, які застосовує людина під час виконання переходу чи його частини, та яка об'єднана одним цільовим призначенням. Наприклад спосіб встановлення чи знімання деталі тощо (див. рис. 2.4).

Налагодження включає підготовляння технологічного устаткування та технологічного оснащення для виконання технологічної операції. До налагодження відноситься встановлення пристрою, перемикачів швидкості чи подачі, установа заданої температури тощо.

Підналагодження – додаткове налагодження технологічного устаткування та технологічного оснащення при виконанні технологічної операції для відновлення досягнутих при налагодженні значень параметрів.

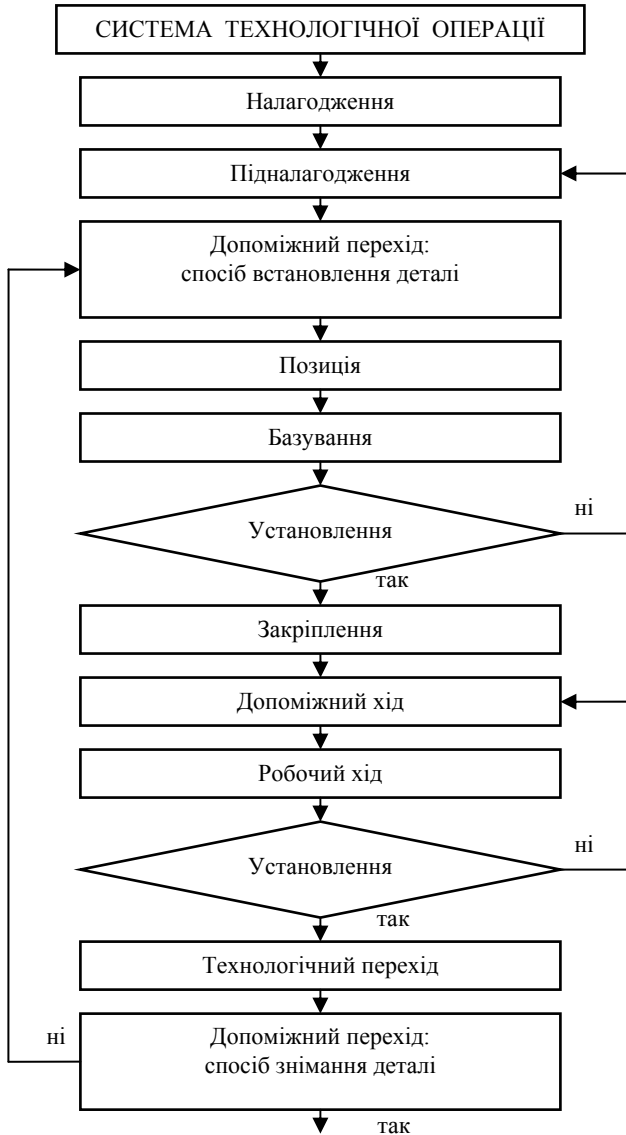


Рис. 2.4. Елементна структура системи технологічної операції та алгоритм її виконання для оброблення

2.6.4. Упорядження послідовності виконання технологічних операцій і процесів

Технологічний процес є логічно упорядкований послідовний набір **завершених ланок** якісних змін предмета праці (сировини, матеріалів, заготовок тощо), в результаті яких отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. Зміни якісного стану стосуються всіх можливих хімічних і фізичних властивостей матеріалів; форми, розмірів і відносного розташування деталей; якості і вигляду поверхні; зовнішнього вигляду предмета праці; біологічних властивостей живих організмів в біотехнологіях тощо.

Розрізняють сотні технологічних процесів. У кожній галузі промислового виробництва застосовують свої, характерні для неї технологічні процеси. В процесах базовою складовою є технологічна операція.

В загальному вигляді технологічний процес можна представити структурною схемою (рис. 2.5).

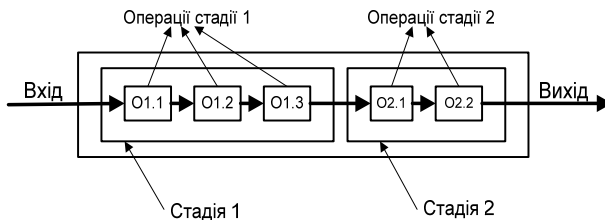


Рис. 2.5. Загальна структурна схема технологічного процесу

Існує три види сполучення технологічних операцій у технологічних процесах:

- послідовний;
- паралельний;
- послідовно-паралельний.

Послідовний вид сполучення операцій характеризується такими ознаками: вироби в процесі виготовлення передаються на кожну наступну операцію всією партією після обробки їх всіх по чергову на попередній, а устаткування в межах часу обробки партії виробів в одній операції працює без простоїв.

Паралельний вид сполучення операцій полягає у передачі виробів від одної операції (робочого місця) до іншої поштучно або невеликими транспортними партіями, тоді вироби обробляються без пролежування.

Послідовно-паралельний вид сполучення операцій поєднує в собі певною мірою переваги послідовного і паралельного видів сполучення. Він характеризується тим, що вироби передаються від одної операції (робочого місця) до іншої певними частинами партії.

В процесах базовою складовою є технологічна операція. Основною ознакою операції є її закінченість. Тому технологічну операцію можна уявити як елементарний технологічний процес, подальше спрощення якого неможливе через втрату характерних ознак технологічного процесу.

Назви операцій походять від способу дії на предмет праці. Наприклад, в машинобудуванні при механічній обробці матеріалів можливі операції точіння, свердління, шліфування, нарізання, фрезерування тощо.

Операції в технологічному процесі виконуються послідовно, тому кожна операція є лімітуючим елементом в процесі, а операція з найбільшою тривалістю визначає тривалість (продуктивність) технологічного процесу в цілому.

Операція є основним розрахунковим елементом технологічного процесу. Трудомісткість і вартість виконання операції характеризують її доцільність. Скоротити затрати часу на виконання операції і підвищити її ефективність можна двома шляхами.

Перший – максимальне скорочення кількості складових допоміжних (непродуктивних) переходів, і часу на їх виконання. Другий – прискорення робочого ходу або докорінна його зміна на новий, більш прогресивний, тобто зміна технології.

Перший шлях називають еволюційний.

Другий шлях полягає в удосконаленні робочого ходу за рахунок нових досягнень науки. Він є на початковому етапі достатньо невизначеним, вимагає вкладень фінансових затрат на науково-дослідні роботи, проте може дати значно більші

результати за рахунок нововведень в продуктивності праці і якості продукції. Такий шлях називають революційним.

Маючи набір різноманітних технологічних операцій і процесів, комбінуючи їх між собою, можна скласти оптимальний порядок виготовлення будь-яких виробів у вигляді блок-схеми.

Найпростіша технологічна блок-схема виготовлення продукції являє собою графічне відображення переліку упорядкованих між собою у часі технологічних процесів (ТП) або операцій (рис. 2.6).

На основі технологічної блок-схеми складається якісно-кількісна схема із відомостями про матеріали, обладнання, про проміжну продукцію тощо.

Технологічні процеси, які використовують у промисловому виробництві, обов'язково мають відповідати спеціальним стандартам, пройти державну сертифікацію та отримати дозвіл на використання. В кожній галузі процеси виготовлення продукції нормуються державними, галузевими, відомчими нормативами і нормативами підприємств.

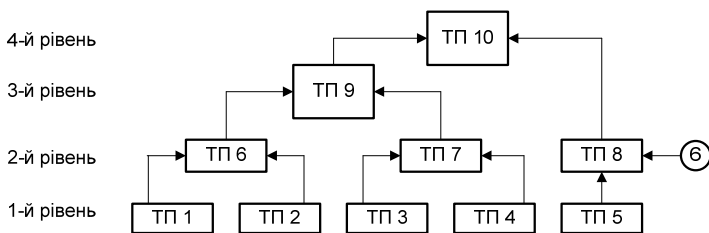


Рис. 2.6. Технологічна блок-схема виготовлення виробу:

- ТП 1 Номер технологічного процесу
- 6 Номер деталі зі складу
- ← Направленість зв'язків між процесами

2.7. Засоби виконання технологічного процесу

До засобів виконання технологічного процесу відносяться:

- засоби технологічного спорядження;

- технологічне устаткування;
- технологічне оснащення;
- пристрій;
- інструмент.

Засоби технологічного спорядження включають сукупність знарядь виробництва, необхідних для виконання технологічного процесу.

Технологічне устаткування – засоби технологічного спорядження, в яких для виконання певної частини технологічного процесу розміщують матеріали або заготовки, засоби дії на них, а також технологічне оснащення. Наприклад, ливарні машини, преси, верстати, гальванічні ванни, випробувальні стенди тощо.

Технологічне оснащення входить до засобів технологічного спорядження, які доповнюють технологічне устаткування під час виконання певної частини технологічного процесу. Наприклад, різальний, контрольно-вимірний інструмент, штампи, пристрої, прес-форми, ливарні форми тощо.

Пристрій – технологічне оснащення, призначене для установлення або спрямування предмета праці чи інструменту під час виконання технологічної операції.

Інструмент, як технологічне оснащення, призначене для впливу на предмет праці з метою зміни його стану.

Стан предмета праці визначають за допомогою міри чи вимірального приладу.

2.8. Характеристики технологічного процесу (операції)

Проходження виробничого процесу характеризується циклом операції, тактом та ритмом випуску, технологічним режимом, а також припусками на матеріали та нормами часу на виконавця.

Цикл технологічної операції ($T_{ц}$) – інтервал календарного часу від початку до кінця періодично повторюваної технологічної операції, незалежно від кількості виробів, які одночасно виготовляються або ремонтуються.

Тривалість циклу операції складається з двох видів часу – тривалості основних, обслуговуючих і допоміжних операцій,

який називають часом обробки ($T_{об}$), та часом перерв, зумовлених нерівномірністю виробництва, міжзмінними перервами, вимушеними простоями, який називають часом пролежування ($T_{пр}$):

$$T_{ц} = T_{об} + T_{пр}. \quad (2.4)$$

Такт випуску – інтервал часу, протягом якого періодично випускають вироби чи заготовки певного найменування, типорозміру та виконання.

Ритм випуску визначає кількість виробів чи заготовок певних найменувань, типорозмірів та виконань, які випускають за одиницю часу:

$$N_{г} = \frac{N_{з}}{T_{з}}, \quad (2.5)$$

де $N_{г}$, $N_{з}$ – кількість виробів випущених відповідно за одиницю часу та за зміну, шт.;

$T_{з}$ – тривалість зміни, год.

Технологічний режим – сукупність значень параметрів технологічного процесу в певному інтервалі часу. До параметрів технологічного процесу належать швидкість різання, подача, глибина різання, температура різання, температура нагрівання чи охолодження тощо.

Необхідними характеристиками технологічного процесу є встановлення різноманітних запасів-припусків на матеріал, який стає предметом праці.

Припуск – шар матеріалу, який усувають з поверхні заготовки з метою досягнення властивостей оброблюваної поверхні. Виділяють операційний, проміжний припуск до допуск припуску.

В процесах механічної обробки виробів витрату часу на здійснення операції називають **поштучним часом**, як інтервал часу, який визначають як відношення часу циклу технологічної операції до кількості виробів, що їх одночасно виготовляють чи

ремонтують на одному робочому місці, або як календарний час складальної операції:

$$T_{c.o.k.} = T_{oc.} + T_{доп.} + T_{o.p.m.} + T_{oc.n.} + T_{n.o.}, \quad (2.6)$$

де $T_{c.o.k.}$ – календарний час складальної операції;

$T_{oc.}$, $T_{доп.}$, $T_{o.p.m.}$, $T_{oc.n.}$, $T_{n.o.}$ – відповідно час основний, допоміжний, обслуговування робочого місця, особистих потреб, підготовчо-остаточний час.

Основний час визначають, як частину складальної операції, яку витрачають на змінювання та наступне визначення стану предмета праці.

Допоміжний час витрачають на виконання заходів, необхідних для змінювання та наступне визначення стану предмета праці.

Час обслуговування робочого місця включає частину складальної операції, яку витрачає виконавець на підтримання засобів технологічного спорядження в працездатному стані та догляд за ними і робочим місцем.

Час на особисті потреби – частина поштучного часу, яку витрачає людина на особисті потреби та, під час виконання робіт, що встановлюють, на додатковий відпочинок.

Підготовчо-остаточний час – інтервал часу, який витрачається на підготовлення виконавця чи виконавців та засобів технологічного спорядження до виконання технологічної операції та впорядкування їх після закінчення зміни та виконання цієї операції для партії предмета праці.

2.9. Технологічні баланси у виробничих процесах

Балансовий метод аналізу – метод аналізу який ґрунтується на порівнянні всіх джерел надходження ресурсів та напрямків їх використання у виробництві (ДСТУ 2962).

Під **технологічним балансом** у виробничих процесах розуміють результати розрахунків, проведених у вигляді рівнянь або таблиць, що відображають кількість введених у

технологічний процес та отриманих у результаті перетворення матеріалів та енергії.

В основу складання технологічного балансу покладені природничі закони збереження матерії й енергії.

Матеріальний баланс є кількісним виразом закону збереження маси і стосовно до окремих стадій виробничого процесу говорить про те, що маса речовин (сировини, матеріалів), які надійшли на технологічну операцію або процес, дорівнює масі одержаних речовин (продукції), що складає відповідно приходну й витратну частини балансу.

В більшості випадків визначення мас речовин відбувається окремо для твердої, рідкої та газоподібної фаз. Годі рівняння матеріального балансу набуває вигляду:

$$M_m + M_p + M_\Gamma = M_m^1 + M_p^1 + M_\Gamma^1 + M_{BB}, \quad (2.7)$$

де M_m , M_p , M_Γ – відповідно маси твердих, рідких та газоподібних матеріалів, що надійшли на переробку;

M_m^1, M_p^1, M_Γ^1 – маси одержаних (змінених) твердих, рідких та газоподібних матеріалів;

M_{BB} – маса виробничих втрат матеріалів, що розраховується за результатом балансу.

Результати балансових розрахунків наводять у вигляді таблиці, що складається із двох частин: “сировина і матеріали” та “продукція й втрати”. В табл. 2.2 наведений матеріальний баланс технологічного процесу випалювання клінкеру.

В кожній з частин таблиці всі статті балансу наводять у вагових або об’ємних одиницях та у відносних одиницях до загальної маси речовин. Це дозволяє наглядно відобразити ступінь використання речовин та полегшує процес аналізу.

Балансовий метод аналізу технологічних процесів практично використовується у всіх галузях промислового виробництва: машинобудуванні, металургії, хімічної промисловості, агропромислового комплексу, будівництва тощо.

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс технологічного процесу
випалювання клінкеру

Сировина й матеріали			Продукція та втрати		
Назва	Маса, кг	%	Назва	Маса, кг	%
Вапняк, сухий	700,0	10,0	Клінкер	1000,0	14,3
Мергель, сухий	1050,0	15,0	Кисень	5950,0	85,0
Вугілля сухе	140,0	2,0	Втрати	50,0	0,7
Повітря сухе	2318,75	33,1			
Вода	2791,25	39,9			
Всього	7000,0	100,0	Всього	7000,0	100,0

Енергетичний (тепловий) баланс є кількісним виразом закону збереження енергії. Стосовно хіміко-технологічних процесів, він може бути сформульований так: кількість теплової та іншої енергії, що внесена в процес перерозподілу взаємодії речовин, дорівнює кількості енергії, що виноситься з речовинами з цієї зони.

При енергетичних розрахунках враховують різні види теплоти: теплоту екзотермічних та фізичних переходів із одного агрегатного стану в інший, фізичну теплоту, втрати теплоти в навколишнє середовище, надходження тепла від джерела енергії.

Кількість теплоти, що надходить та витрачається записується рівнянням загального вигляду:

$$Q_{\phi} \pm Q_c + Q_z = Q_{\phi}^1 + Q_n^1, \quad (2.8)$$

де Q_{ϕ} – фізична теплота, що вноситься в процес з речовинами на вході;

Q_c – теплота екзотермічних і фізичних переходів із одного агрегатного стану у інший: плавлення, випаровування, конденсація, розчинення, кристалізація. Ця теплота може бути із знаком “+” – надходження або “–” – поглинання;

Q_3 – теплота, що введена в процес теплоносіями із зовні і не бере участь в хімічних реакціях: з паливом, нагрітою водою, паром, горючими газами;

Q_{ϕ}^1 – фізична теплота, що виводиться із продуктами реакції;

Q_n^1 – втрати теплоти в оточуюче середовище.

Тепловий баланс розраховують на основі матеріального балансу в одиницях теплоти (Дж, кДж, Вт) і оформляють у вигляді таблиці.

Таблиця 2.3

Тепловий баланс випалювання колчедану

Прихід			Витрата		
Статті	кДж	%	Статті	кДж	%
З сухим колчеданом	15400	0,20	З огарком	510000	6,70
З вологою колчедану	3650	0,05	З випалювальним газом	4183200	54,90
З сухим повітрям	152400	2,00	З повітрям, що охолоджує обладнання	1359200	17,90
З вологою повітря	1550	0,02			
Теплота згорання колчедану	7439900	97,73	Втрати тепла	1560000	20,50
Всього	7612900	100	Всього	7612900	100

Складові теплового балансу розраховують за загальновідомими залежностями фізики і хімії або приймають за довідниками.

Так, наприклад, тепловий баланс випалювання колчедану після теплотехнічних розрахунків має наступний вигляд (табл. 2.3).

Дані теплового балансу дозволяють оцінити нераціональне використання теплоти, його втрати і намітити шляхи та об'єми використання теплових відходів.

Аналіз матеріальних та теплових балансів різних технологічних процесів переробки сировини дозволяє визначити

найбільш раціональні з них, з меншими витратами матеріалів та енергії.

Запитання до самоконтролю:

1. Що таке виробничий процес?
2. Який склад виробничого процесу?
3. Як поділяються виробничі процеси за характером проходження в часі руху предмета праці, за можливістю спостереження за ходом виробництва?
4. Які основні принципи організації виробництва?
5. Які є форми організації виробництва?
6. Що включає виробнича структура підприємства?
7. Які є типи виробництва?
8. Що таке одиничне, серійне та масове виробництво?
9. Що таке технологічний процес та на які типи він упоряджується?
10. Що таке технологічна операція та які є її елементи?
11. Які є типові методи упорядження виробництва?
12. Як здійснюється упорядження робочого місця?
13. Що таке блок-схема виготовлення виробу?
14. Засоби виконання технологічного процесу та який їх склад.
15. Якими показниками характеризується технологічний процес (операція)?
16. Що таке технологічний баланс і для чого він складається?

Тема 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

План теми:

1. Поняття технологічної системи.
2. Види технологічних систем.
3. Виробничі об'єднання та корпорації в економіці.
4. Поняття національної технологічної системи.
5. Закономірності розвитку технологій і технологічних систем.

3.1. Поняття технологічної системи

Технологічна система являє собою частину виробничої системи, має свою структуру та функціонує за певних умов.

Технологічна система, за ДСТУ 2470, – це сукупність функціонально зв'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для здійснення в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних операцій. Модель технологічної системи подана на рис. 3.1.

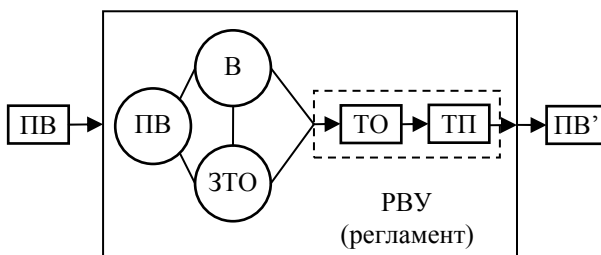


Рис. 3.1. Модель “чорна скринька” технологічної системи:
ПВ, ПВ’ – предмет виробництва до і після переробки;
В – виконавець; ЗТО – засоби технологічного оснащення;
ТО – (задана) технологічна операція;
ТП – (заданий) технологічний процес;
РВУ – регламентовані умови виробництва

До предметів виробництва відносяться: матеріал, заготовка напівфабрикат і виріб, який знаходиться у відповідності з технологічним процесом, що виконується в стадії зберігання,

транспортування, формоутворення, обробки, складання, ремонту, контролю та випробування.

Предмет виробництва має ширше поняття чим предмет праці. Предмет праці – предмет безпосереднього перетворення сировини.

Виконавець в технологічній системі – суб'єкт, який здійснює в технологічній системі трудову діяльність по безпосередній зміні або визначенню стану предметів виробництва, технічного обслуговування чи ремонту засобів технологічного оснащення. В залежності від типу технологічної системи і її складності виконавцями можуть бути: оператор, токар, ливарник, зварювальник та інші. Конкретна спеціальність і необхідна кваліфікація виконавця обумовлюється умовами виробництва.

Засоби технологічного оснащення включають засоби спорядження, устаткування, технологічні пристрої та інструмент для зміни стану чи контролю предмета виробництва.

Регламентовані умови виробництва (регламент) передбачають виконання робіт в строго встановлені послідовності їх виконання.

До регламентованих умов виробництва відносяться: регулярність надходжень предметів виробництва, параметри енергопостачання, природного довкілля тощо.

Склад і структура технологічної системи, умови виробництва та режим її роботи регламентується конструкторською і технологічною документацією. Зміна цієї документації призводить до відповідної зміни технологічної системи.

3.2. Види технологічних систем

3.2.1. Ієрархічні рівні технологічних систем

Усі технологічні системи можна поділити на чотири ієрархічні рівні технологічних систем (рис. 3.2):

- технологічна система операцій;
- процесів;
- виробничих підрозділів;
- підприємств.

Технологічна система операцій забезпечує виконання однієї заданої технологічної операції або декількох перетворень (дій), які реалізуються на одному робочому місці, Наприклад, це можуть бути операції механічного оброблення металу (обточування, шліфування, фрезерування), сортування твердих речовин, нагрівання і охолодження, випаровування тощо. В той же час технологічна система операції в свою чергу поділяються на основні та допоміжні і охоплюють елементи технологічних операцій при їх виконанні у часі: установлення, позиція, базування, закріплення, робочий хід, допоміжний хід, налагодження тощо.

Виділяють **типову** операцію, яка характеризує єдність змісту та послідовність технологічних переходів для групи виробів із загальними конструктивними та технологічними ознаками, та **групову** – сумісного виготовлення групи виробів з різними конструктивними але технологічними ознаками.

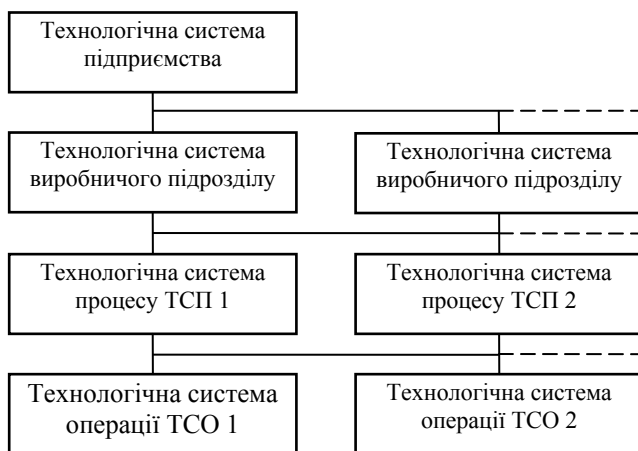


Рис. 3.2. Ділення технологічних систем за рівнями їхньої ієрархії (за ДСТУ 2470)

Технологічна система процесу містить у собі, виходячи із системного підходу, сукупність технологічних систем операцій, які відносяться до одного методу перетворення, або до одного

найменування продукції що виготовляється. Це може бути процес формоутворення, лиття, формування, спікання, оброблення механічне, кування, штампування, монтаж, контроль, маркування, упакування, консервація тощо, які є типовими процесами (ДСТУ 2391).

Технологічна система виробничого підрозділу складається з технологічних систем процесів і операцій, які функціонують в межах даного підрозділу. Це можуть бути технологічні системи дільниці та технологічні системи цеху.

Необхідно зазначити, що в ланцюжку технологічної системи виробничого підрозділу сировина піддається послідовній обробці. На першому етапі сировина стає предметом праці і переробляється в напівфабрикат, яка є виходом першого технологічного процесу. Далі напівфабрикат поступає на вхід наступного технологічного процесу отримання продукції, яка у свою чергу є предметом наступної операції. В кінцевому підсумку виробничий процес завершується випуском готової продукції: виробів чи матеріалів.

Технологічна система підприємства складається з технологічних систем його підрозділів. У діленні підприємств виробнича технологічна ознака є визначальною. За таким діленням можливо виділити підприємства добувної і переробної промисловості, будівельне, хімічне, машинобудівельне, водогосподарське, сільськогосподарське підприємства та інше.

3.2.2. Види технологічних систем за схемою організації переробки предмета виробництва

Всі системи з переробки предмета виробництва у виробі чи матеріали в залежності від організації послідовності переробки поділяються на види (рис. 3.3):

- послідовна;
- паралельна;
- комбінована;
- кібернетична;
- складна.

Послідовна технологічна система – технологічна система, всі підсистеми якої послідовно виконують різні частини заданого технологічного процесу (рис. 3.3, а). Елементи системи з'єднані між собою таким чином, що відмова одного із них призводить до відмови у роботі всієї технологічної системи.

Паралельна технологічна система – технологічна система, підсистеми якої паралельно виконують заданий технологічний процес чи задану технологічну операцію (рис. 3.3, б). При відмові однієї із підсистем інші можуть продовжувати виконувати свою функцію. При цьому знижується загальна продуктивність технологічної системи на величину, яку виконувала ця підсистема.

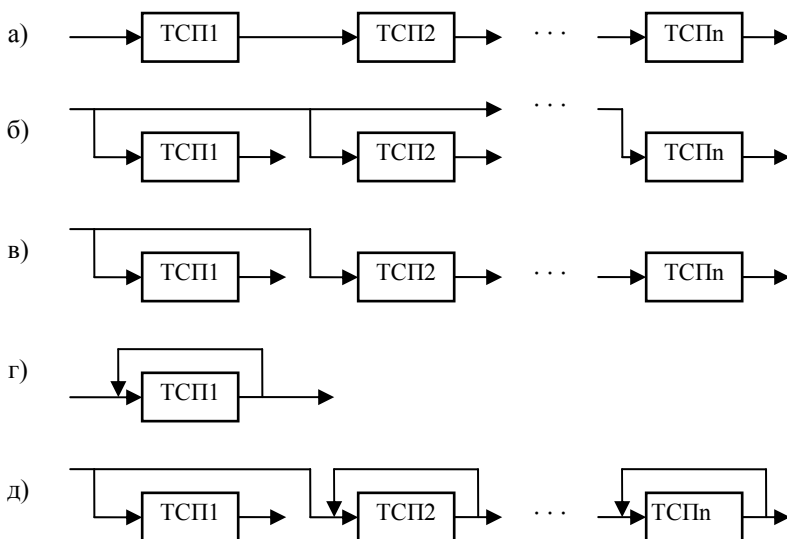


Рис. 3.3. Види з'єднань технологічних систем процесів за організацією переробки предмета виробництва: а – послідовна; б – паралельна; в – комбінована, г – кібернетична (із зворотним зв'язком), д – складна

Для життєвих важливих технологічних систем використовують властивість збільшувати надійність роботи організацією паралельних схем переробки предмета

виробництва і створюють паралельні і резервні лінії, які включають у роботу при відмові основної не знижуючи загальної продуктивності системи. Наприклад, система водопостачання та енергопостачання міст організована за паралельною схемою, механічна обробка в технологічних процесах на заводах улаштовується також з використанням паралельної роботи однотипних верстатів, фрезерних станків тощо. Зупинка в роботі одного із верстатів не призводить до загальної зупинки технологічної системи.

Комбінована технологічна система – технологічна система, структура якої може бути подана у вигляді об'єднання послідовних і паралельних систем нижчого рівня (рис. 3.3, в).

В таких структурах використовуються переваги обох попередніх структур. Для здешевлення вартості технологічної системи використовують високонадійні підсистеми за послідовною схемою переробки предмета виробництва. Для підсистем, які мають значні об'єми переробки, технологічні процеси організують за паралельною структурою. Така структура організації технологічних систем найбільш часто використовується в практиці виробництва.

Кібернетична технологічна система – технологічна система, структура якої може бути представлена у вигляді блоків технологічних систем із зворотними зв'язками блоку, які показують сигнал на вхід блоку про результат технологічного перетворення на виході (рис. 3.3, г).

Складна технологічна система – технологічна система, структура якої представлена сукупністю представлених схем та багаторазовим повторюванням кібернетичних систем (рис. 3.3, д).

3.2.3. Види технологічних систем за рівнем спеціалізації переробки предмета виробництва

За рівнем спеціалізації виділяють такі технологічні системи:

- спеціальну;
- спеціалізовану;
- універсальну.

Спеціальна технологічна система – технологічна система для виготовлення або ремонту виробу одного найменування і типорозміру. Наприклад, доменна піч, та піч для випалювання керамічної цегли, атомна, теплова чи гідроелектростанція для отримання електричної енергії тощо.

Спеціалізована технологічна система – технологічна система для виготовлення або ремонту груп виробів із спільними конструктивними та технологічними ознаками. Наприклад, завод будівельних виробів, залізобетонних конструкцій, машинобудівельний завод тощо.

Універсальна технологічна система – технологічна система для виготовлення або ремонту виробів з різними конструктивними та технологічними ознаками.

Класифікація технологічних систем за рівнем спеціалізації відноситься до технологічних систем операцій, процесу і виробничого підрозділу. При цьому універсальна, спеціалізована, спеціальна технологічні системи виробничого підрозділу (процесу) можуть містити в собі підсистеми різного рівня спеціалізації. Рівень спеціалізації технологічної системи визначають співвідношенням обмежень, які вносить кожна підсистема стосовно до номенклатури виготовлюваної продукції. Невдалий вибір цього співвідношення призводить до зниження технологічних можливостей системи в цілому.

3.2.4. Види технологічних систем за рівнем автоматизації

Автоматизація виробництва – вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання і управління виробничими процесами здійснюються без безпосередньої участі людини, а лише під її контролем. Комплексна автоматизація – вид автоматизації, коли технологічний об'єкт (система) функціонує як єдиний взаємозв'язаний комплекс під керуванням автоматизованої системи.

За рівнем автоматизації технологічні системи діляться на такі види (ДСТУ 2470):

- механізовані;
- автоматизовані;

□ автоматичні.

Механізована технологічна система – технологічна система, засоби технологічного оснащення якої складаються з механізовано-ручних та механізованих технічних пристроїв. Механізація розуміється як оснащення виробництва машинами і механізмами з повною або частковою заміною засобів ручної праці.

Автоматизована технологічна система – технологічна система, засоби технологічного оснащення якої складаються з автоматизовано-ручних та автоматизованих пристроїв.

Автоматична технологічна система – технологічна система, засоби технологічного оснащення якої складаються з автоматичних пристроїв. Дослівно автоматичний, означає самодіючий, який діє механічно. Автоматична технологічна лінія – лінія машин, які маючи спільні пристрої керування, автоматично виконують всі, або частину операцій; автоматична система – сукупність керованого об'єкта й автономних вимірювальних і керуючих пристроїв.

3.3. Виробничі об'єднання та корпорації в економіці

В ринкових умовах технологічні системи вузько спеціалізуються для забезпечення високих показників продуктивності праці та якості продукції, зниження собівартості одиниці продукції, для просування продукції на ринок на нових умовах конкуренції формуються об'єднання та корпорації.

Виробниче об'єднання – добровільне або примусове об'єднання підприємств, компаній, юридичних осіб з метою спільної діяльності, координації дій, забезпечення захисту своїх прав і інтересів, представлення спільних інтересів на ринку, в інших організаціях, закладах, установах, квотування випуску продукції та постачання на ринок тощо. Об'єднання однотипних підприємств відображає їх технологічну виробничу основу. Наприклад, обласні Управління водних ресурсів України, комунального господарства, об'єднання виробників сільськогосподарської продукції тощо.

Найвищим рівнем реалізації технологічних зв'язків володіє корпорація.

Корпорація – договірне об'єднання, створене на основі виробничих, наукових та комерційних інтересів з делегуванням окремих повноважень централізованого регулювання діяльності кожного учасника.

Метою такого об'єднання, часто примусового, є монополізація випуску продукції масового виробництва. Регулювання питань створення сировинної бази ресурсів, розробка, транспортування, підготовка, переробка і реалізація продукції тощо. Такий технологічний ланцюг стає характерним для виробників з високим рівнем технологічного розвитку у провідних країнах світу. Корпорації з часом стають монополістами з випуску наукоємної складної технологічної продукції. В той же час корпорації є генераторами науково-технічного прогресу, впровадження нових досягнень в технологіях та створення нової продукції.

Створення об'єднань і корпорацій є формою спеціалізації і концентрації виробництва на основі впровадження машин і нових технологій.

3.4. Поняття національної технологічної системи

Для народного господарства економіки країни правомірно говорити про комплекс технологічних систем в межах її кордонів і дії законів і розуміти цей комплекс як національну технологічну систему.

Національна технологічна система – сукупність взаємозв'язаних технологічних систем різних ієрархічних рівнів і різних видів, що функціонують і взаємодіють разом в межах державних кордонів країни з врахуванням її законодавчої бази.

Національну технологічну систему, використовуючи загальновідомий підхід, можливо схематично представити у вигляді ієрархічної піраміди технологічних та організаційно-технологічних систем (рис. 3.4).

В ринкових умовах економіки повноцінна національна технологічна система країни повинна мати сім завершених в її

будові ієрархічно об'єднаних рівнів технологічних систем; від базових технологічних систем операцій до організаційно-технологічних систем-корпорацій.

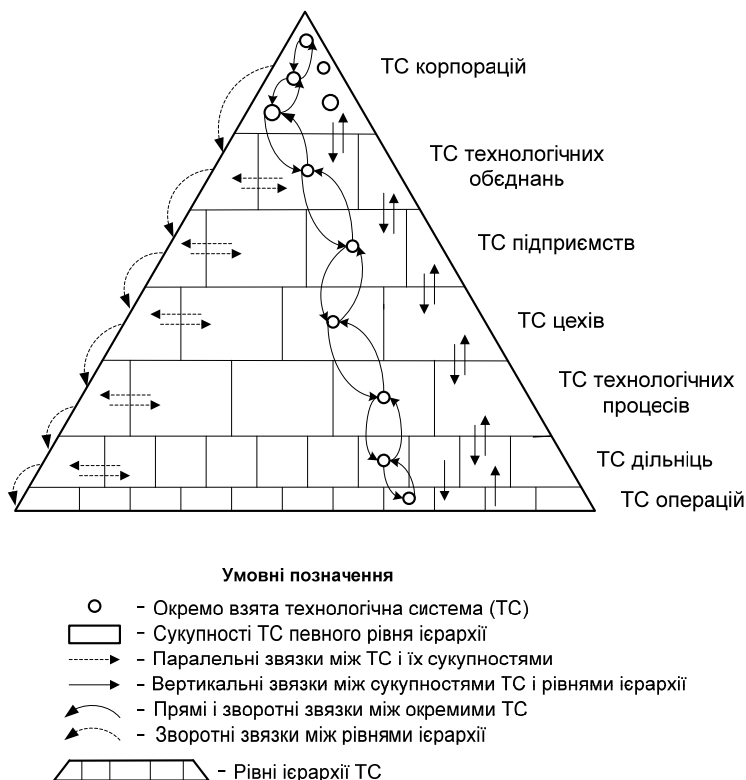


Рис. 3.4. Схема національної технологічної системи

Кожний рівень ієрархії містить різні сукупності типових технологічних систем, що відрізняються видом технологічних перетворень чи видом продукції.

Вершиною ієрархічної національної технологічної системи є корпорації. Корпорації мають будуватися за визначеними державою напрямками національних пріоритетів розвитку економіки.

Фундаментом (основою) національної технологічної системи є технологічні системи операцій і процесів, які є достатньо добре розвинені в Україні. Інші складові національної технологічної системи – системи дільниць, цехів, підприємств, об'єднань відносяться до особливостей організаційно-технологічних систем.

Важливою особливістю дієвої національної технологічної системи є наявність сталих вертикальних, паралельних прямих і зворотних зв'язків у вигляді матеріальних, енергетичних, інформаційних, фінансових, трудових зв'язків і потоків. Це може бути обмін сировиною і матеріалами, продукцією, обмін інформацією, працівниками, фінансова допомога, створення централізованого спільного органу управління тощо.

Національна технологічна система окремо взятої країни не функціонує незалежно від технологічних систем інших країн. Завдяки інтеграційних процесів і взаємного проникнення економік одних країн в інші проходить інтеграційний процес створення глобальних структур (рис. 3.5).

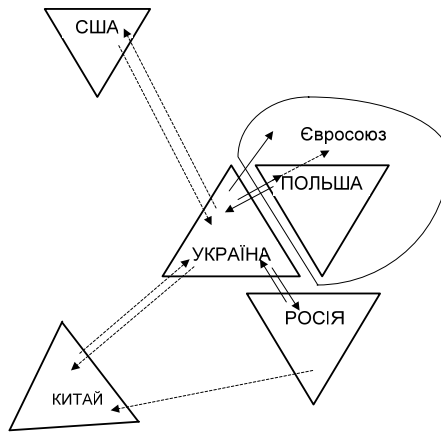


Рис. 3.5. Схема інтеграції національної технологічної системи України у світову технологічну систему

Однією із форм технологічного обміну між країнами є міжнародний трансфер технологій (див. тему 1). При цьому

країни можуть ефективно використовувати територіальну близькість розвинених держав світу, міждержавних об'єднань та переваги їх технологічних систем. Серед країн-лідерів, з якими потрібно розвивати технологічні зв'язки, є країни Європейського союзу, США, Японія, Росія, Китай, Південна Корея, Індія, Канада.

Для України стратегічною метою, з точки зору розвитку національної технологічної системи, є входження до Європейського технологічного простору. Це відкриває можливість зробити модернізацію національної технологічної системи України за всіма напрямками, а також суттєво розширити ринок експорту продукції. Інтеграція національної технологічної системи у світову можлива прямо чи опосередковано. Опосередковано інтегруватися можливо через країни, з якими налагоджені дружні відносини, наприклад, через Польщу.

3.5. Закономірності розвитку технологій і технологічних систем

Кожна технологія, технологічна система, як і будь-який об'єкт навколишнього світу, має свої цикли розвитку – послідовності фаз, стадій, етапів. Ці цикли в спеціальній технічній літературі називають життєвими за схожістю з життєвим циклом людини.

Життєві цикли технологій і технологічних систем та їх розвиток тісно ув'язують з продукцією, що виготовляється з використанням цієї технології і відповідних технологічних систем. Життєвий цикл у часі охоплює період від задуму певної технології, її реалізації у повному об'ємі для виготовлення продукції і до зняття продукції з виробництва у зв'язку із зменшенням попиту на неї (рис. 3.6).

У “життєвому циклі” технології, окрім стадії пов'язані з розподілом кількості виготовленої готової продукції (V) і прибутку від його реалізації (Д) у часі. Виділяють п'ять характерних фаз розвитку у “життєвому циклі” технології:

0-1, фаза зародження технології (ідея, принципів рішення, аналіз ринку, розробка технологічної системи, створення дослідного зразка, випробування зразка, створення виробництва і виготовлення дослідної партії виробів, створення виробничих потужностей). На цій фазі відсутні прибутки, наявні збитки, пов'язані з витратами на створення дослідної партії виробів.

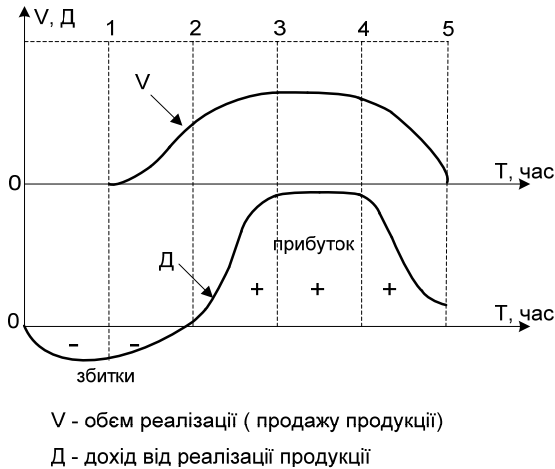


Рис. 3.6. “Життєвий цикл” технології при реалізації продукції

1-2, фаза росту технології або початку виробництва (поява виробів на ринку і формування попиту на товар, кінцеве відпрацювання технології з врахуванням досвіду експлуатації). На цій фазі зростає кількість виробленої продукції, її реалізація, а отримані доходи перекривають видатки і дозволяють отримати прибутки. Технологія починає виправдовувати себе.

2-3, фаза зрілості технології або серійного, масового виробництва продукції. На цій фазі різко зростає кількість виготовленої продукції до максимально можливої, максимально використовуються всі виробничі потужності і досягається максимальний прибуток від використання технології за рахунок високого попиту на продукцію.

3-4, фаза стабілізації технології або максимального насичення ринку. На цій фазі відбувається стабілізація об'ємів випуску продукції і об'ємів продажу, стабілізація доходу, пропозиція товару на ринку починає випереджати попит. Певний час така ситуація залишається незмінною і попри всі намагання починається поступове зменшення попиту і ціни на продукцію.

4-5, фаза старіння технології або згасання попиту та спаду виробництва. На цій фазі попит на продукцію суттєво зменшується, об'єм продажу падає, прибутки зменшуються, виробництво продукції призупиняється, з часом зупиняється повністю. Прибуткова технологія стає економічно не вигідною.

Продовження життєвого циклу технології і додатковий прибуток може бути отриманий за рахунок розширення асортименту продукції і, в кінцевому результаті, продажу використаної технології у інші, як правило, недостатньо розвинені країни.

Отже, старіння технології відбувається через старіння продукції і зниження попиту на неї.

Поняття “життєвого циклу” товару і технологій знайшло відображення в багатьох теоріях економічного та технологічного розвитку, використовується в практиці планування і проектування нової продукції і створення нових технологій, в практиці прогнозування технологічних циклів.

Неефективна, застаріла технологія, з метою отримання стабільних економічних прибутків, має бути замінена на нову.

Всі технології у розвитку мають типові графіки у вигляді кривої-параболи, і кожна з них має свій максимум у досягненні результату, свою “вершину”.

Технології розвиваються, як і цивілізація, безперервно (Тема 1), але в часі заміна одної технології на більш досконалу може відбуватись з деяким запізненням, що приводить до появи технологічних розривів у розвитку виробництва або у більш широкому вимірі – до появи розривів у технологічному розвитку суспільства (економічних провалів). Технологічний розрив в зміні поколінь техніки чи технологій виявляється

величиною часу на перехід від одної технології до іншої (рис. 3.7).

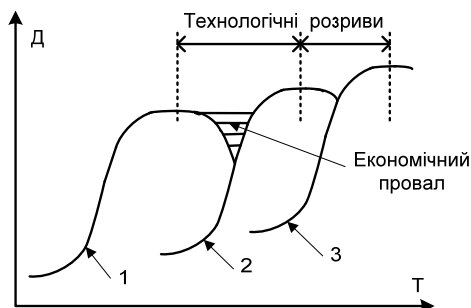


Рис. 3.7. Технологічні розриви в заміні поколінь технологій:
1, 2, 3 – покоління технологій

Одне покоління технологій може замінювати інше без суттєвих розривів – провалів, інші зі значними технологічними і економічними провалами.

Крім того на “життєвий цикл” технологій суттєво впливає науково-технічний прогрес та світові і державні економічні кризи в економіці.

З позицій теорії технологічних розривів у заміні технологій надзвичайно важливою стає проблема вчасного прогнозування технологічного максимуму (технологічної межі) і вчасної розробки нової технології, коли попередня ще знаходиться у фазі зрілості. Це завдання вирішується методами технологічного прогнозування.

В сучасних умовах промислового розвитку технологічні розриви відбуваються все частіше. Це викликано значним скорочення життєвих циклів технологій. Так, наприклад, технології початку минулого століття мали тривалість життєвого циклу 40-50 років, технології середини століття – 20-30 років, а сучасні технології до 5-8 років (рис. 3.8).

Важливе значення в створенні технологій і вчасній їх заміні відіграє наука. На сучасному етапі еволюції світової економіки відбувається інтенсифікація переходу до нового типу економічного розвитку – інноваційного, що передбачає значне

збільшення ролі науково-технологічного прогресу (НТП) в економічному зростанні.

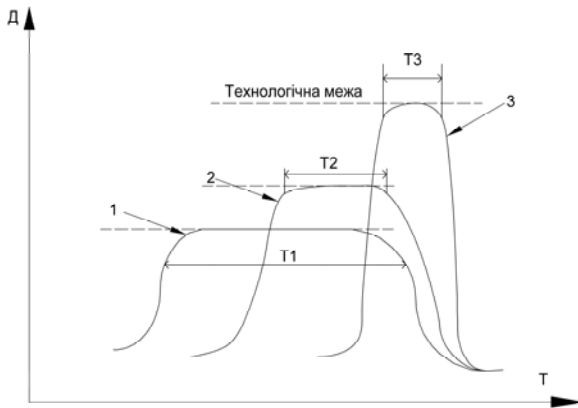


Рис. 3.8. Типові криві життєвих циклів технологій:
1 – початку XX століття; 2 – середини XX століття; 3 – сучасні

За розрахунками вчених НТП як фактор економічного зростання в перспективі забезпечуватиме до 90% реального збільшення продукції (на сьогодні він складає 65%).

Важливим стають також знання історичних закономірностей у ролі науки в розвитку технологій і технологічних систем. Так, В.М. Рязанцев виділяє у розвитку світового промислового виробництва три способи, що характеризують його взаємодію з наукою (рис. 3.9).

Історично перший і тому найбільш примітивний спосіб полягає в тому, що машини та обладнання ще створювались в основному емпірично, без участі або епізодичній участі науки.

Перехід до другого способу відбувається упродовж того, як наука починає здійснювати все більш потужний, хоча ще переважно побічний вплив на промислове виробництво через розробку нових машин і механізмів. Головним результатом науки стають машини і обладнання.

З розгортанням у середині XX-го століття науково-технічної революції починається поступовий перехід від другого до

третього способу технологічного розвитку промисловості, що характеризується безпосереднім з'єднанням науки з виробництвом.

Постійне оновлення машин і обладнання доповнюється зростаючою роллю нових наукоємних (інтелектуальних) споживчих товарів, у тому числі тривалого використання.

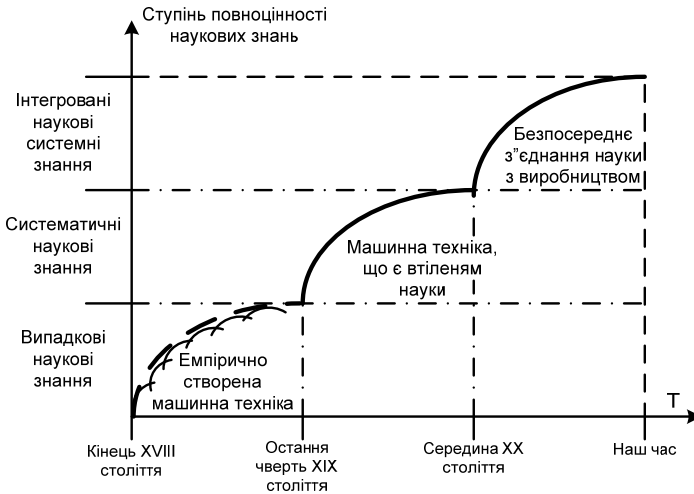


Рис. 3.9. Способи технологічного розвитку промисловості у взаємодії з науковими знаннями (за В.М. Рязанцевим)

Запитання до самоконтролю:

1. Що таке технологічна система?
2. Які є види технологічних систем?
3. Як підпорядковані між собою технологічні системи операцій, процесів та виробничих підрозділів?
4. Які є схеми організації переробки предмета виробництва в технологічній системі?
5. Які є види технологічних систем за рівнем спеціалізації переробки предмета виробництва?
6. Які є технологічні системи за рівнями автоматизації?
7. Що таке виробниче об'єднання?
8. Що таке корпорація?
9. Що таке національна технологічна система та її будова?

Тема 4. МАТЕРІАЛЬНІ І ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

План теми:

1. Поняття сировини та її класифікація.
2. Мінеральна сировина.
3. Рослинна і тваринна сировина.
4. Паливно-енергетична сировина.
5. Технології видобування мінеральної сировини.
6. Технології попередньої обробки і збагачення сировини.
7. Вода в промислових технологіях.
8. Енергія в промислових технологіях.

4.1. Поняття сировини та її класифікація

Найважливішою складовою в технологіях виготовлення промислової продукції є сировина. Не існує технологічних процесів і виробництв, що не споживають сировину в чистому (природному) або в переробленому вигляді.

Сировиною називають будь – які речовини, з яких виготовляється або може бути виготовлена продукція.

Джерелами сировини на планеті є:

- повітряний простір – добування кисню, водню, азоту та ін.;
- земні надра – добування неорганічної (мінерали) та органічної (нафта, газ) сировини;
- сільське господарство – отримання рослинної і тваринної сировини.

Найбільше використання має сировина, яка зустрічається в земній корі. Це руди, пісок, глина, граніт, вапно, гіпс, а також вода, сольові розчини, природні гази, нафта та ін. Сировина завжди є складною хімічною речовиною. Вона складається з різних елементів. Найбільш поширеними в земній корі елементами є: кисень – 49,13%; кремній – 26,00%; алюміній – 7,45%; залізо – 4,20%; кальцій – 3,25%; натрій – 2,40%; магній – 2,35%; калій – 2,35%.

Сировину з метою виділення її в окремі групи класифікують за різними ознаками: за походженням, агрегатним станом, складом, за важливістю і технологічному процесі, за впливом на виробництво.

а) За походженням сировину поділяють на первинну чи природну, штучну чи синтетичну і вторинну.

До **первинної сировини** відносять речовини природного походження, які не зазнавали перероблення. Первинну сировину поділяють на мінеральну, рослинну і тваринну.

Для багатьох виробництв предметами праці є сировина, яка раніше вже пройшла промислово переробку, наприклад, усі штучні матеріали.

Штучною сировиною називають продукцію чи наполовину продукцією, що вже пройшла промислово переробку на даному чи іншому підприємстві і набула споживчої вартості.

Таку сировину часто називають напівпродуктом або напівфабрикатом. Наприклад, із первинної сировини – руди виплавляють чавун, чавун, в свою чергу, є штучною сировиною для отримання сталі, із сталі виготовляють металеві вироби, їх використовують для виготовлення заготовок машин, із заготовок виготовляють деталі, а із деталей – машини.

Вторинною сировиною називають промислові відходи і побічну продукцію.

До **промислових відходів** відносять залишки сировини, які утворюються в процесі виготовлення основної продукції і які частково або повністю втратили свої властивості, не відповідають встановленим стандартам і не можуть бути використані в подальшому для виготовлення основної продукції.

Промислові відходи після переробки можуть бути використані у інших виробництвах як штучна сировина. До відходів також можуть бути віднесені вироби, що втратили свої споживчі властивості в наслідок тривалої експлуатації чи пошкодження.

Їх розділяють за призначенням на металобрухт, макулатуру, ганчір'я і використовують як вторинну сировину.

Поряд з основною в технологічних процесах перероблення сировини може утворюватись додаткова, яка не була основною метою виробництва. Таку продукцію називають **побічною**.

Побічну продукцію одного виробництва часто використовують як додаткову готову, встановлюють на неї ціну і провадять її продаж чи реалізацію. Для інших виробництв вона стає штучною сировиною. Наприклад в процесі випалювання колчедану в цементній промисловості отримують основну продукцію – клінкер і побічну – кисень.

Не потрібно плутати побічну продукцію з відходами, у порівнянні з відходами виготовлення побічної продукції також планується, її споживча вартість більша, чим у відходів.

b) За агрегатним станом сировину поділяють на тверду, рідинну і газоподібну.

Найбільше розповсюдження має тверда сировина: вугілля, торф, руди, сланці, деревина, мінерали, зерно. До рідинних відносяться такі, що володіють властивістю текучості: вода, соляні розчини, нафта, молоко, олія; до газоподібних – повітря, природні і промислові гази, суміші газів.

c) За складом сировину поділяють на органічну і неорганічну.

d) За важливістю у технологічних процесах сировину поділяють на основну і додаткову. Основна сировина – це та, з якої отримують основну масу продукції, наприклад, з борошна – хліб, а додаткова – це та, яка надає продукції певних властивостей, наприклад, добавки до хліба надають йому смакових властивостей, добавки до металевих сплавів надають їм технологічних властивостей (твердості), фарби для тканин надають їм естетичного вигляду.

Всі виробництва залежні від сировини, а її вид впливає на цю залежність і організацію виробництва (виробничі цикли). Більшу залежність мають виробництва, що використовують безпосередньо природну сировину, меншу, що споживають штучну сировину і напівфабрикати.

За залежністю від природної сировини розрізняють галузі, виробництва і технологічні системи, що мають вирішальну, значну і незначну залежність.

Вирішальну залежність мають сільське і лісове господарство, гідроенергетика, гірничо – видобувна промисловість та її виробництва, виробництво добрив.

Значну залежність мають технологічні системи переробних та обробних виробництв (металургія, хімічна промисловість, виробництва, що працюють на рослинній і тваринній сировині, виготовляють будівельні матеріали тощо).

Незначну залежність мають виробництва, що в якості сировини використовують напівфабрикати, які можуть бути накопичені про запас значній кількості. Це машинобудівна промисловість, текстильні, швейні, взуттєві підприємства, атомна енергетика.

4.2. Мінеральна сировина

Мінеральною сировиною називають корисні копалини, які видобувають у надрах Землі чи на її поверхні. В залежності від основної мети використання її поділяють на рудну, нерудну і паливо-енергетичну.

У земній корі зустрічаються понад 2500 мінералів, але далеко не всі мінерали використовуються у промисловості. До мінеральної сировини відносять лише ті, які мають промислове значення.

Рудною мінеральною сировиною називають гірські породи, що вміщують метали, які можуть бути економічно вигідно вилучені у технічно чистому стані. Руди, з яких у даний час економічно недоцільно вилучати метали, тимчасово не відносяться до рудної сировини.

Але з часом, у зв'язку зі зменшенням кількості запасів металів у земних надрах, зростанням ціни на метали, а також завдяки розвитку нових технологій, рудною сировиною в перспективі стануть навіть дуже збіднілі руди.

Руди кваліфікують на різні види, групи і класи в залежності від хімічного складу мінералу та пустої породи, кількості металів у їхньому складі. Якщо з руди вилучають тільки один метал, то її називають **монометалевою** (хромові руди, залізні

руди). Руди, з яких економічно доцільно вилучати два метали, називають **біметалевими** (мідно-молібденові).

Руди, з яких вилучають більш двох металів, називають **поліметалевими** (наприклад, алтайські колчеданові руди вміщують свинець, цинк, мідь, срібло; саксонські руди вміщують кобальт, нікель, срібло, вісмут, уран.).

В рудах метали знаходяться у більшості випадків у вигляді оксидів або сульфідів. Лише іноді зустрічаються **самородні** руди, в яких метал знаходиться в чистому вигляді (золото) або у вигляді сплаву з іншими металами, наприклад, золото, мідь, платина.

Нерудною називають сировину, яку використовують для виробництва хімічних, будівельних та інших неметалевих матеріалів (фосфорити, апатити, граніти, алюмосилікати). Її називають ще мінерально – хімічною.

Нерудна сировина використовується для отримання неметалів (сірка, фосфор), солей, мінеральних добрив, будівельних матеріалів. До нерудної сировини відносять також рідкісні мінерали промислового значення (алмаз, графіт).

В якості будівельних матеріалів використовують граніт, базальт, пемзу, туф, вапняк (карбонат кальцію), гіпс (сульфід кальцію), доломіт (карбонат магнію), пісок та глини.

Названі види нерудної сировини можуть застосовуватись як самостійно у вигляді природних будівельних матеріалів (пісок, галечник, глина, камінь), перероблених природних матеріалів у будівельні матеріали і конструкції (цемент, бетон, розчин, цегла, фарфор, кераміка, скло, блоки, плити), так і в якості хімічних речовин.

4.3. Рослинна і тваринна сировина

До рослинної і тваринної сировини відносяться представники фауни і флори та продукти їх існування, що мають промислове значення. Рослинний світ нараховує до 25 тис видів рослин, а тваринний – понад 44 тис видів тварин. Ці види сировини мають важливе значення для життєдіяльності людини і промисловості.

До **рослинної сировини** належать частини дерев і рослин та їх плоди: деревина, льон, бавовна, соняшникове та конопляне насіння, зерно, картопля, цукровий буряк та ін.

До **тваринної сировини** належать частини тварин, птахів, риб та продукти їх життя: м'ясо, молоко, яйця, ікра, вовна, шкіра, натуральний шовк та ін.

Рослинну і тваринну сировину переробляють у продукти харчування (харчова сировина) і в продукти промислового призначення (технічна сировина).

Рослинна і тваринна сировина має свої **особливості**, які потрібно враховувати у технологічних процесах:

- сезонність добування, що визначається тривалістю вегетації рослин і циклами життя тварин. дозріванням їх до товарної продукції;

- залежність кількості і якості сировини від кліматичних умов і умов проживання (температури, опадів, живлення і харчування, кількості світла, повітря і розміру простору тощо);

- незначна тривалість зберігання у зв'язку з органічним походженням і погіршенням властивостей під дією мікроорганізмів, шкідників, а звідси – потреба у створенні спеціальних умов зберігання і застосування спеціальних технологій зберігання: заморожування, вакуумування, висушування, засоловання;

- низький коефіцієнт використання, пов'язаний з незначною часткою корисної частини у загальній масі рослини чи тварини;

- можливість відновлення і регулювання кількісних та якісних характеристик сировини людською працею застосуванням агротехнічних технологій, технологій селекції і генетики.

При використанні рослинної і тваринної сировини необхідно застосовувати ефективні комплексні методи безвідходної їх переробки. Наприклад, при переробці соняшника насіння переробляють на олію, стебло – на паливо з отриманням поташу, шкарлупу (відходи від насіння) – на фурфурол, макуху (залишки після отримання олії) – на корм тваринам, залишки листя і рослинної маси – на отримання компостів.

Так само молоко комплексно переробляють на сир, масло, йогурти, сироватку, сметану, вершки та інші молочні продукти.

4.4. Паливно-енергетична сировина

В окрему групу сировинних ресурсів виділяють паливно-енергетичну сировину.

До **паливно-енергетичної сировини** відносяться корисні копалини і будь-які паливні матеріали, що можуть бути джерелом теплової чи іншої енергії.

Ця сировина за походженням буває природною і штучною, поділяється на органічне паливо, що має органічне походження (вугілля, природний газ, сланці, торф, дрова) та речовини – мінерали, що використовуються в ядерних та термоядерних реакціях (уран, плутоній).

Штучне паливо отримують переважно переробленням природного палива (нафти, газу, вугілля) хімічними технологіями чи переробленням рослинної сировини біологічними технологіями.

За агрегатним станом паливо поділяється на тверде (вугілля, торф, горючі сланці, дрова), рідинне (нафта, мазут, дизельне паливо, бензин) та газоподібне (природний газ, водень тощо).

Властивості паливно енергетичної сировини залежать від її хімічного складу. До складу усіх видів палива входить горюча маса (органічні речовини і сірка) і негорюча маса (зола і волога). Негорюча маса – це баласт. Чим менше у паливі негорючої маси, тим якіснішим вважається паливо.

Основний показник якості паливної сировини – питома теплота згорання. Вона визначається як кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні одиниці палива (Дж/кг , Дж/м^3). Цей показник визначається складом палива і коливається в значних межах:

- | | |
|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> нафта | – 42000 кДж/кг ; |
| <input type="checkbox"/> природний газ | – 25000-46000 кДж/м^3 ; |
| <input type="checkbox"/> антрацит | – 33000-34000 кДж/кг ; |
| <input type="checkbox"/> кам'яне вугілля | – 29300 кДж/кг ; |
| <input type="checkbox"/> буре вугілля | – 10500-21000 кДж/кг ; |

- торф – 8300-16700 кДж/кг;
- сланці – 8300-21000 кДж/кг;
- дрова – 8300-25400 кДж/кг.

Для обліку загальних запасів паливних ресурсів різні його види перераховують на так зване “умовне паливо”. За одиницю умовного палива прийнято 1 тону кам’яного вугілля.

4.5. Технології видобування мінеральної сировини

Природні скупчення корисних копалин у надрах Землі, що мають певні розміри, називають **родовищами**.

Історично склались певні назви родовищ в залежності від характеру робіт і виду корисної копалини. Наприклад, залізні, мідні та інші руди, кам’яне вугілля, золото, солі добувають у шахтах (копальнях), вапняк, пісок, глину – в кар’єрах, камінь – в каменоломнях.

Корисні копалини у родовищах можуть мати правильну і неправильну форму залягання. Правильна форма – це пласт або жила. Неправильна форма – це шток, гніздо або лінза. З промислової точки зору, найбільшу зацікавленість викликають пласти.

Пласт – це залягання гірничих порід, яке обмежене двома площинами. Таку форму завжди мають осадові породи. Усі пласти в період свого утворення мали горизонтальне положення.

Основні параметри пласта: кут падіння a , потужність пласта m і глибина залягання h (рис. 4.1).

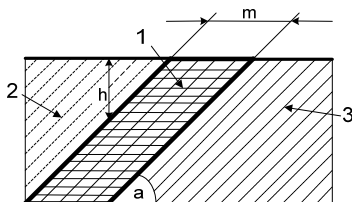


Рис. 4.1. Схема похилого пласта корисної копалини:
 1 – пласт; 2 – покрівля; 3 – основа; m – товщина пласта;
 a – кут падіння пласта

За потужністю пласти поділяються на дуже тонкі (m до 0,5 м), тонкі ($m = 0,5-1,3$ м), середньої потужності ($m = 1,3-3,5$ м), потужні (m понад 3,5 м).

Потужність пласта, глибина його залягання і кут падіння зумовлюють спосіб добування корисної копалини.

Декілька пластів, розташованих паралельно (один над одним), називають світою пластів.

Роботи, що пов'язані з пошуком родовищ корисних копалин, називають пошуками, а роботи, пов'язані з дослідженням глибини залягання, розмірів і складу корисної копалини, називають розвідкою.

Геологічні розвідувальні роботи технологічно складаються з чотирьох стадій:

- виявлення ознак корисної копалини;
- пошук родовища;
- розвідка родовища;
- геологічне дослідження пласта.

Якщо родовище залягає на значній глибині, для його дослідження бурять розвідувальні свердловини, прокладають виробки або застосовують геофізичні способи розвідки.

До геофізичних способів пошуку родовищ належать: електророзвідка, магніторозвідка, гравітаційна розвідка, сейморозвідка, радіорозвідка, радіоактивна і ультразвукова розвідка.

Метод електророзвідки ґрунтується на швидкості проходження електричного струму в верхніх шарах земної кори, магніторозвідки за відхиленням магнітної стрілки магнітометра. Таку розвідку виконують з літака.

Гравітаційна розвідка ґрунтується на нерівномірності сил тяжіння у різних точках земної кори, що зумовлено нерівномірністю розподілу мас різних за щільністю корисних копалин. Гравітаційна розвідка дозволяє встановити контури залягання рудних родовищ.

Сейморозвідка заснована на визначенні швидкості розповсюдження в земній корі пружних хвиль, що виникають при вибуху. Для цього пробурюють декілька свердловин, в одні

закладають вибухівку, в інші – сейсмографи. За результатами спостережень розраховують параметри родовища.

Радіорозвідка заснована на зміні швидкості радіохвиль при проходженні ними порід різної щільності. Вимірювання проводять за допомогою локаторів.

Ультразвуковий метод ґрунтується на тому, що ультразвуковий сигнал зустрічаючи щільні шари корисної копалини, відбивається від них і повертаються на поверхню до приладу, де реєструються швидкість його проходження.

Радіоактивні методи використовують можливості фіксувати дозиметрами певні частки, що виникають при природному розпаді деяких радіоактивних елементів, розташованих у земній корі.

При розвідці нафтових і газових родовищ використовують газову зйомку місцевості з реєстрацією концентрації газу у повітрі спеціальним високоточним газовим аналізатором.

Після виявлення родовища приступають до вивчення його характеристик. Вивчення складається з таких процесів:

- виявлення форм залягання корисної копалини і площ її розповсюдження;

- виявлення глибини залягання, кута падіння і напрямку розповсюдження пластів;

- виявлення максимальної і мінімальної потужності пласту та його товщини по території родовища;

- дослідження мінералогічного і хімічного складу копалин родовища та їх властивостей;

- вивчення змін якості корисної копалини по глибині, товщині і падінню пласта.

Технологія добування корисних копалин багато в чому залежать від властивостей гірських порід. Дослідження цих властивостей (механічних і хімічних) є складовою частиною розвідки корисної копалини. Залежно від складу і властивостей породи поділяють на такі категорії:

- пухкі і сипучі (пісок, торф);

- м'які (глина);

- ламкі (сланець, вапняк, піщаник, вугілля);

- міцні (граніт, мармур, залізняк).

Для віднесення порід до тієї чи іншої категорії використовують показники міцності і твердості. Міцність мінералу – це його здатність протистояти руйнуванню.

Міцність оцінюється коефіцієнтом міцності. Його значення для різних порід знаходиться в межах від 1 до 20. Найвища міцність у граніту – 18-20 одиниць, залізні руди мають міцність від 8 до 16 одиниць.

Твердість породи визначається як властивість здійснювати опір проникненню в неї іншого більш твердішого тіла. Твердість гірських порід оцінюють за десятибальною шкалою методом дряпання (за розмірами подряпини). Згідно з цією шкалою встановлені такі одиниці твердості: тальк – 1; кам'яна сіль – 2; вапняк – 3; плавиковий шпат – 4; апатит – 5; польовий шпат – 6; кварц – 7; топаз – 8; корунд – 9; алмаз – 10.

Добування корисних копалин – це виконання робіт з відокремлення порід від масиву, відокремлення корисних копалин від пустих порід та доставка їх до місця переробки. Ці роботи отримали назву гірничих робіт.

Роботи, що пов'язані з відокремленням корисної копалини, називають, очисними роботами. Порожнини, що утворюються в земній корі в результаті гірничих робіт, називають гірничими виробками. За розташуванням у земній корі відносно земної поверхні гірничі виробки поділяють на відкриті і підземні. До відкритих відносять канали, траншеї і кар'єри. Усі вони умовно називаються кар'єрами.

Підземні гірничі виробки поділяють на вертикальні, горизонтальні і похилі. Найбільш поширені горизонтальні гірничі виробки, до яких відносяться: горизонт – не має жодного виходу на поверхню, штольня – має один вихід на денну поверхню, тунель – має два виходи, штрек – не має жодного горизонтального виходу.

Корисні копалини добувають відкритим, підземним, свердловинним і геотехнологічними способами.

Відкритий спосіб застосовують тоді, коли корисні копалини залягають неглибоко від поверхні землі (рис. 4.2).

Весь комплекс виробничих процесів при цьому можна розділити на такі основні стадії:

- підготовка земної поверхні (вирубання лісу, відвід води, осушення);
- видалення гірських порід для забезпечення доступу до пласта корисної копалини (розкривні роботи);
- добування корисної копалини (добувні роботи);
- відвантаження і транспортування копалини за територію кар'єру (транспортні роботи).

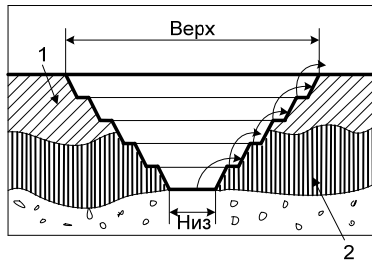


Рис. 4.2. Схема поперечного перерізу кар'єру
1 – пуста порода; 2 – корисна копалина

Третій і четвертий стадії іноді поєднують в один (при добуванні сипучих корисних копалин). Розкривні і добувні роботи у вугільних кар'єрах включають добування, навантаження, транспортування і розвантаження пустих порід і корисної копалини (вугілля).

В залізорудних кар'єрах процесу добування руди передують роботи з її руйнування за допомогою енергії вибуху.

В гірничодобувній промисловості застосовуються два типи кар'єрів: з внутрішнім відвалом та зовнішнім відвалом.

Перший тип застосовують переважно для невеликих кар'єрів при добуванні вугілля і будівельних матеріалів (піску, глини, сланців). Перевалку пустої породи тут здійснюють без транспортера з допомогою спеціальної технології роботи екскаватора, який з одного боку зачерпує породу, а з другого боку висипає її у відвал, що знаходиться у кар'єрі. Корисна копалина при цьому вивозиться автомобільним транспортом. Цей тип кар'єра економічно більш доцільний, але галузь його застосування обмежена.

Для великих вугільних і практично для всіх рудних кар'єрів застосовується другий тип, який потребує транспортних засобів не тільки для вивезення корисної копалини а й для пустої породи, що транспортується у відвал, розташований за межами кар'єра і рудного поля.

Найбільші в Україні кар'єри знаходяться на Криворіжжі. Розміри Північного гірничого кар'єра складають у довжину 4 км, ширину 700 м, глибину 450 м.

Підземним способом добувають корисні копалини, які залягають глибоко у земній корі.

Видобуванню корисної копалини підземним способом передують будівництво шахти (копальні). Шахта експлуатується десятки років. В процесі експлуатації вона поглиблюється, виникає необхідність прокладати нові горизонти. Відстань між горизонтами 70-100 м. Горизонти прокладають з похилом 30 у бік центрального стовбура для збігання води.

Найглибші шахти в Україні на Донеччині, в Кривбасі – до 700 м. У США (Каліфорнія) глибина шахт сягає 1500 м. Чим глибша шахта, тим дорожчий видобуток корисної копалини.

Шахта це складна споруда, в якій дуже чітко повинні працювати системи освітлення, електропостачання, вентиляція, водовідведення, підйому і спуску матеріалів, робітників і обладнання, вона насичена різноманітною технікою, в першу чергу з безпеки життєдіяльності.

Основним підйомним механізмом є кліть, яка служить для спускання і підйому людей (тільки в певні години перезмін). Весь інший час кліть вивозить на поверхню руду або вугілля та спускає металеве або дерев'яне кріплення.

У вугільних шахтах вугілля добувають у лавах за допомогою прохідницьких комбайнів різних марок, які мають робочий орган у вигляді різального ланцюга з зубцями, бурової коронки або фрези і конвеєр, який транспортує вугілля з зони різання в зону навантаження на інший конвеєр або безпосередньо в вагонетку.

Навантажені вагонетки з допомогою електровозу підвозяться до центрального стовбура, де вугілля перевантажується у кліть і

за допомогою підйомної машини піднімається по центральному стовбуру на поверхню і насипається у залізничні вагони.

У рудних шахтах руда добувається у вибоях. Оскільки рудні породи занадто міцні, то їх відділяють від масиву вибуховими засобами. Після вибуху зрошують повітря вологою для осідання пилу, вентилюють виробку і за допомогою навантажувачів перевантажують руду на транспортер, який доставляє її до вагонеток. Піднімання породи здійснюється так само як і вугілля по центральному стовбуру, а в окремих випадках – вивозиться вагонетками на поверхню.

Корисні копалини, які перебувають у родовищах у рідинному чи газовому станах (вода, нафта, розсоли, природний газ) видобувають свердловинним способом. Його суть полягає в улаштуванні напроти родовища вертикальних чи похилих свердловин і закріпленні їх сталевими трубами.

У глибинних родовищах рідинні копалини перебувають під значним внутрішнім тиском і при їх досягненні нафта чи вода виходить на поверхню у вигляді фонтана. З часом тиск у родовищі зменшується і свердловини переводять на механічні способи добування за допомогою pomp (насосів) або компресорів.

Компресорами нагнітають у родовище повітря, а насосами відкачують копалини у рідинному стані.

Геотехнічні способи добування корисних копалин полягають на використанні спеціальних хімічних розчинів, гарячої води, водяної пари, розчини кислот, лугів, бактеріальні розчини, які заливають у свердловини. Під дією вказаних речовин корисна копалина може перейти із твердого агрегатного стану у рідинний або газовий, розплав або гідросуміш, які викачують із тих же самих свердловин або свердловин, розташованих поруч.

За допомогою гарячої води можна видобувати сірку, важку нафту, бітум, озокерит. Якщо подавати воду під тиском, то вона подрібнює мінеральні корисні копалини, які разом з водою транспортуються на поверхню землі. Такими технологіями видобувають золотоносні піски та фосфорити. Уран і мідь добувають за допомогою розчинів лугу і кислоти.

Українськими фахівцями розроблено новий гідромеханічний спосіб повного вилучення бурштину з родовища без розкриття продуктивного шару, суть якого полягає в насиченні бурштиноносних шарів ґрунту водою і механічному їх збудженні до стану суспензії, при якому бурштин за рахунок сил Архімеда спливає на поверхню.

Для вилучення бурштину з піщаних родовищ запропоновано спосіб віброгідрравлічного збудження штанговим вібраційним пристроєм, а з глинистих – фрезерним. Дозована в певних межах подача в ґрунтовий масив повітря активізує процес піднімання бурштину на поверхню.

Деякі бактерії мають здатність прискорювати процеси вилучення хімічних елементів з мінералів і накопичувати їх на своїй поверхні. Існують бактерії, які протягом одної доби повністю покриваються шаром золота із розчину. Ученими розроблені технології вилучення нікелю, ванадію, золота за допомогою бактерій.

4.6. Технології попереднього оброблення і збагачення сировини

Більшість видів сировини, в першу чергу гірські породи, сировина рослинного і тваринного походження, перед використанням потребують відповідної підготовки. В промисловому виробництві застосовують різноманітні процеси підготовки: дробіння, подрібнення, сортування, збагачення, укрупнення та інші.

Дробіння і подрібнення – це процеси розділення великих кусків твердої сировини на менші та порошок.

Для їх виконання використовують операції розколення, розбивання, розтирання. Розколенням і розбиванням подрібнюють тверді та крихкі речовини, розтиранням – пластичні. Рослинну і тваринну сировину подрібнюють різанням і зеленням.

Дробіння і подрібнення проводять на дробарках, млинах, різачах і різальних машинах. Для дробіння використовують різні конструкції дробарок: щоківі, барабанні та конусні. На них

отримують куски великих (300-100 мм), середніх (50-10 мм) і малих (102 мм) розмірів.

Щоківі дробарки використовують технологію удару, прості за конструкцією, але менш потужні. Конусні дробарки складніші, проте вони більш потужні і можуть налагоджуватись на певний розмір куска. У барабанних дробарках використовують два розташовані поруч масивні вали-барабани, які розколюють тверду породу стискуванням (рис. 4.3, а).

Тонке подрібнення здійснюють на млинах, найчастіше – кульових (рис. 4.3, б). У них тверда сировина подрібнюється за допомогою металевих куль, які разом з сировиною засипають в обертовий барабан млина. При обертанні барабана кулі хаотично падають від одної стінки до іншої, подрібнюючи та розмелюючи сировину до розмірів 0,1-1 мм.

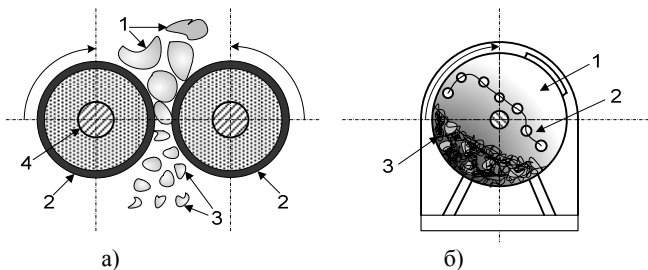


Рис. 4.3. Схеми барабанної дробарки (а) та кульового млина (б)

При подрібненні сировина може додатково змочуватись рідинами, переважно водою. Мокре подрібнення утримує пил, що не дозволяє забруднювати повітря. Воно вважається екологічно ощадливим.

Сортування сировини – це процес отримання сировини з потрібними розмірами кусків або фракцій за допомогою просіювання.

Просіювання подрібненої сировини відбувається на спеціальних машинах – грохотах, а сам процес просіювання називають грохоченням. Грохоти обладнані решетами та ситами різних конструкцій, при просіювання додатково застосовують

вібрацію. Фракції великих за розмірами кусків отримують на решетах, а малі – на ситах.

Для розділення подрібненої сировини на окремі фракції решета і сита розміщують одне над одним від більших отворів зверху до менших вниз. Таким чином можна отримати не менше десяти різних фракцій за розмірами кусків.

Значною перешкодою при використанні сировини часто стають шкідливі домішки. Для їх зменшення застосовують технології збагачення сировини.

Збагаченням називають процес очищення сировини від непотрібних речовин або збільшення в сировині кількості корисних елементів.

Збагачення дозволяє отримати сировину стандартного типу, однорідну, з однорідним складом та якостями. Це, в свою чергу, дозволяє використовувати її з більшим технічним і економічним ефектом. Наприклад, при підвищенні вмісту сірки в коксі лише на 1%, витрати коксу збільшуються на 17%, а продуктивність доменної печі зменшується до 16%.

При збагаченні корисні копалини відокремлюються від пустої породи і шкідливих домішок. Хімічний склад мінералів у більшості випадків не змінюється. Збагачення здійснюється на гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК). Найбільші збагачувальні комбінати в Україні розташовані в Кривому Розі, вони є найпотужнішими у світі.

Збагачення поділяють на механічне, фізико-хімічне і хімічне.

Механічне збагачення застосовують для твердих речовин і може бути проведено просіюванням, промиванням водою, гравітаційним осіданням, магнітною сепарацією, електростатичною сепарацією, плавленням (термічна сепарація).

Просіювання застосовують в умовах різних розмірів кусків корисних копалин і домішок; промиванням видаляють частки, що розчиняються у воді, наприклад, глину і бруд.

Гравітаційне збагачення ґрунтується на різній швидкості падіння або руху часток мінералів у воді або повітрі за рахунок їх різної густини. Магнітну сепарацію використовують для сировини, до складу якої входять мінерали з магнітними властивостями.

Принцип дії магнітних сепараторів полягає у створенні направленого магнітного поля. Під його дією куски руди, що вміщують залізо притягуються і видаляються із подрібненої маси, а пуста порода залишається.

Магнітними сепараторами очищують також сировину, наприклад пісок, глину, зернові продукти від металевих домішок.

Електростатичне збагачення ґрунтується на властивості різних мінералів заряджатись негативним або позитивним зарядом і відділити їх між собою в електростатичному полі.

До способів фізико-хімічного збагачення відносяться флотація; змочування сировини різними розчинниками (лугами, кислотами) з подальшим видаленням розчинів та їх переробкою; виморожування сировини; плавлення пустої породи із сировини за рахунок різних температур плавлення корисної копалини і домішок.

Найбільш поширеною і універсальною технологією збагачення є флотаційне збагачення.

Флотація – це процес розділення мінералів, що ґрунтується на їх властивостях більше чи менше змочуватись водою, занурюватись у воду і спливати на її поверхню. Суть процесу полягає у взаємодії часток речовин з розмірами 10^{-5} - 10^{-3} м з бульбашками повітря у воді, утворенні комплексів “частинка-бульбашки” і впливанні цих комплексів на поверхню у вигляді шару з наступним його видаленням.

Для прискорення процесу флотаційного розділення додатково використовують спеціальні речовини, які називають флотаційно-реагентними, наприклад олія ялиці. Збагачення проводять у флотаційних машинах (рис. 4.4).

Подрібнена руда завантажується в машину і утворює у воді суспензію. Мінеральні частинки піску, глини, ґрунту добре змочуються водою і падають на дно, звідки їх видаляють, а частки з корисним елементом разом з реагентом не змочуються і спливають на поверхню води.

Дуже подрібнена, порошкоподібна сировина не завжди придатна для подальшої переробки чи обробки. Для зручності її

транспортування сировину піддають процесам агломерації та ущільнення.

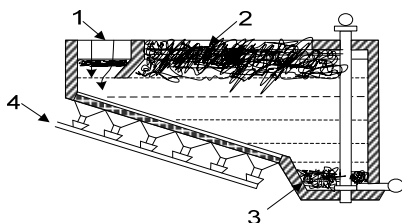


Рис. 4.4. Схема флотатійної машини:
1 – завантажувальний отвір; 2 – корисні частки сировини;
3 – пуста порода; 4 – подача повітря

Агломерація – це процес утворення агломерату спіканням у грудки дрібнозернистої або пилюватої руди. Отриману продукцію називають агломератом. Процес агломерації проводять при температурах понад 1000°C на спеціальних агломераційних машинах. Наприклад, при агломерації залізних руд формують суміш – шихту у складі подрібненої залізної руди, коксу, вапняку та води. Під час спікання паливо згорає, сірка вигорає, частково відновлюється залізо. Утворюються пористі спечені куски матеріалу, який називають офлюсованим агломератом.

Використання такого агломерату спрощує технологічний процес при виробництві чавуну в доменних печах, підвищує продуктивність її роботи.

Одним із прогресивних способів укрупнення подрібненого порошкового матеріалу є гранулювання. Гранулювання виконують змішуванням подрібненої руди, глини і вапняку з водою. Отриману суміш ретельно перемішують, зволожують і подають у пристрій – гранулятор, де вона перетворюється в гранули розміром 10-20 мм. Конвеєром гранули подаються на висушування в печі з температурою $200-400^{\circ}\text{C}$ з подальшим випалюванням при температурі 1200°C для надання їм міцності.

Отриманий матеріал називають окатишами. Окатиш є сировиною для виготовлення чавуну у домнах.

4.7. Вода в промислових технологіях

Із усіх сировинних ресурсів вода має найважливіше значення для життєдіяльності людини. Організм людини на 70-80% складається з води, теж саме можна сказати про тваринний і рослинний світ.

В повсякденному житті вода використовується для пиття, приготування їжі, задоволення санітарно-гігієнічних потреб. Вода необхідна і для забезпечення перебігу багатьох технологічних процесів, вирощування сільськогосподарської продукції та переробки її на продукти споживання, а також для різних галузей промисловості.

Вода в промислових технологіях використовується як сировина, реагент (хімічна речовина), абсорбент, теплоносії, промивний засіб, розчинник, транспортуючий засіб, для перегонки, утворення пульпи, створення вакууму, для створення пари і її використання, для створення льоду, в якості ріжучого інструменту в гідроустановках та інше.

Вода володіє специфічними **хімічними та фізичними властивостями**. Яке хімічна сполука вона має два атоми Гідрогену (водню) та один атом Оксигену (кисню). В природі існує декілька різновидів води, які є сполуками Оксигену і Гідрогену. Крім звичайного Гідрогену Н у природі трапляється Гідроген з масовим числом 2 (дейтерій D) і ще важчий – з масовим числом 3 (третій Т). В оксигену, крім звичайного з відносною атомною масою 16, виявлено ще два важчих нукліди з відносними атомними масами 17 і 18.

Теоретично може існувати 42 ізотопних різновиди води, з яких лише 7 є стійкими, тобто нерадіоактивними. У природі поки що не виявлено всі різновиди води, на 99,73% гідросфера складається із звичайної води. Решта води – важка, до складу молекули якої входять важкі ізотопи Оксигену і Гідрогену.

За властивостями важка вода істотно відрізняється від звичайної (табл.4.1). Важка вода є гіршим розчинником, лід з важкої води плавиться за температури $3,813^{\circ}\text{C}$, хімічні реакції у ній відбуваються значно повільніше, повільніше вона і випаровується.

Експериментально підтверджено, що важка вода пригнічує рослини, у великих дозах спричиняє навіть їх загибель і взагалі негативно впливає на біологічні об'єкти.

Багато фізичних властивостей води є аномальними, що пов'язано з властивостями Оксигену і Гідрогену. Гідроген – елемент, який жодної заповненої, а отже стійкої оболонки. Його атом здатний притягувати до себе деякі інші атоми, утворювати так звані водневі зв'язки. Оксиген – не менш незвичайний елемент, він має різко виражений електропозитивний характер, атакує всі атоми, здатні віддавати електрони і тому є найактивнішим елементом у природі.

Таблиця 4.1

Властивості звичайної (H₂O) і важкої (D₂O) води

Показники	Звичайна вода	Важка вода
Відносна молекулярна маса	18	20
Температура замерзання, °C	0	3,8
Температура кипіння, °C	100	101,43
Густина при 20 °C, г/см ³	0,9982	1,1056
Максимальна густина за температури, °C	4	11,6

Молекула води мають асиметричну будову, біля атома Оксигену концентрується негативний заряд, а біля атомів Гідрогену – позитивний. Центри таких зарядів зміщені один відносно одного, тому молекула води стає подібною до мікромагніту.

Зв'язок між атомами Оксигену і Гідрогену в молекулі води надзвичайно міцний, молекулу води дуже важко зруйнувати, тому вода може перебувати у різних агрегатних станах, у різноманітних природних умовах Космосу і мантії Землі.

Молекули води взаємодіють між собою як магнітики, створюючи просторові унікальні структури. Вода є хорошим розчинником, у якому багато речовин розчиняється а також дисоціює на іони. На відміну від більшості інших речовин, густина води під час охолодження не зростає, а навпаки зменшується. Її максимальна густина досягається за температури 3,98 °C, а замерзання за 0 °C. Завдяки цьому явищу лід спливає на поверхню води. Ще одною аномалією води є, на противагу іншим речовинам, зменшення її в'язкості при

підвищенні тиску, що забезпечує воді більшу рухливість глибоко в надрах планети. Вчені пояснюють аномалії води можливістю бути структурованою і одночасно залишатися рідкою й текучою.

Вода – найпоширеніша речовина у природі. З неї складається гідросфера. У зв'язаному стані вона міститься в мінералах, гірських породах, ґрунті. Розподіл маси води в гідросфері наведено в табл. 4.2. (А.К. Запольский, Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: К., 2000 р.).

Для промислових потреб використовують переважно прісну воду. Її запаси на Земній кулі складають приблизно 3% від загальної кількості. Прісною вважається вода, яка вміщує в 1 л не більше 1 г солей.

Таблиця 4.2

Розподіл маси води в гідросфері

Складова гідросфери	Маса води, 10^{15} т	Частка, %
Світовий океан	1338	91,363
Підземні і ґрунтові води	100	6,828
Сніжно-льодовикові маси	26	1,776
Озера, ставки	0,28	0,019
Ґрунтова волога	0,1	0,0068
Болота	0,1	0,0068
Атмосферна волога	0,0014	0,0000955
Річки, струмки	0,0012	0,0000820
Всього	1464,4826	100,0

Води класифікують за походженням і призначенням.

За походженням води поділяють на атмосферні, поверхневі і підземні. **Атмосферні води** надходять на поверхню Землі у вигляді дощу, снігу та граду. Ці води насичені сірководнем, оксидом азоту киснем та іншими газами, якими забруднена атмосфера. Атмосферна вода вільна від солей кальцію та магнію.

Поверхневі води зосереджені у річках, озерах, морях, океанах, каналах, водосховищах. У цих водах додатково до домішок, що містяться в атмосферній воді, містяться солі та інші домішки, у тому числі, викликані діяльністю людини.

Підземні води зосереджені у підземних горизонтах і ґрунтах. Це води артезіанських колодязів, свердловин, шахт, підземних водойм, вони у більшості випадків прозорі позбавлені мікроорганізмів, містять розчинені гази (кисень, азот, метан, сірководень), солі металів, йод, бром, тощо.

За призначенням воду поділяють на питну і промислову, відповідно існують вимоги до цих вод з врахуванням категорій споживачів та галузей промисловості, сільського і комунального господарств.

Головною вимогою до питної води є її безпечність для вживання, яка визначається санітарно-гігієнічними міжнародними і державними стандартами. Промислові води, в залежності від технологічних умов їх використання, можуть містити більше домішок чим питна. Проте окремі виробництва вимагають спеціально очищеної і підготовленої води. Наприклад, особливі вимоги ставлять до води, яку використовують в процесах виробництва напівпровідників, люмінофорів тощо.

Промислове виробництво фактично не може існувати без води, а деякі виробництва споживають воду в дуже великих розмірах. Наприклад, для виробництва однієї тони сталі необхідно 600 *t* води, однієї тони синтетичних волокон – 5000 *t* води, однієї тони аміаку – одна *t* води, одної тони гуми – 2,4 *t* води і т. ін. Отже, у промисловому виробництві завжди постає питання водопостачання і технічної переробки використаної води.

При організації водопостачання до уваги завжди приймають якісні показники води, до яких належать: жорсткість, солеміст, забрудненість газами, органічними речовинами і механічними домішками, прозорість та реакція.

Жорсткість води визначається наявністю в ній солей кальцію і магнію. За цим показником природні води поділені на 5 класів: дуже м'які, м'які, пом'якшені, жорсткі і дуже жорсткі. Різні виробництва потребують воду тільки певного класу.

Розрізняють також три види жорсткості води – тимчасову, постійну і загальну. Тимчасова жорсткість обумовлена

наявністю у воді гідрокарбонатів кальцію та магнію. Ці солі легко видаляються при кипінні води.

Постійна жорсткість обумовлена наявністю у воді сульфатів, хлоридів і нітратів кальцію та магнію, які при кипінні не видаляються. Тимчасова і постійна жорсткості у підсумку дають загальну.

Солевміст води визначається наявністю розчинених солей. Його визначають величиною сухого залишку, який утворюється після випаровування 1 літра води та висушування залишку при температурі 105-110 °С.

Максимально допустима концентрація розчинених у воді солей регламентується стандартами залежно від виробництва, на якому ця вода споживається.

Якщо вода жорстка або забруднена домішками, то на внутрішніх поверхнях труб і котлів осідає накип, який викликає зменшення пропускної здатності, теплопровідності і передчасний вихід з ладу обладнання і систем тепловодопостачання.

Розчинені у воді гази (вуглекислий газ, кисень, сірчаний газ) теж негативно впливають на обладнання, викликають корозію металів.

Реакція води (кислотність-лужність) визначається показником рН, який також регламентується стандартом. Реакція природних вод близька до нейтральної (6,8-7,3).

Окиснюваність води обумовлена наявністю в ній органічних домішок і визначається кількістю перманганату калію, що витрачається протягом 10 хвилин при кипінні 1 літра води.

Прозорість води визначається товщиною шару води, через який можна візуально або з допомогою фотоелемента розпізнати зображення хреста або певного шрифту.

Природна вода, яка не відповідає вимогам виробництва, попередньо обробляють. Комплекс заходів і технологічних процесів отримання води необхідної якості, називається **промисловою підготовкою води**.

До основних операцій промислової підготовки води належать:

□ **відстоювання** – статичний процес, який дозволяє видаляти з води домішки, що осідають на дно в бетонованих відстійниках – резервуарах, коли рух води відсутній або незначний. Ця операція часто виконується з використанням спеціальних речовин – коагулянтів, що значно прискорюють процес осідання домішок і відстоювання води;

□ **фільтрування** – це динамічний процес очищення води від домішок за допомогою пористих матеріалів – фільтрів, або сит. В якості фільтруючих матеріалів використовують річковий пісок або гранули спіненого полістиролу. Фільтрування є більш ефективним процесом очищення води, відбувається швидше ніж відстоювання, але потребує створення напорів води і коштує дорожче;

□ **знезараження** – це хлорування газоподібним хлором, або хлорним вапном. Процес може також виконуватись шляхом кип'ятіння, ультразвуковою або ультрафіолетовою обробкою. Використовується в харчовій промисловості, а також при підготовці питної води;

□ **пом'якшення і знесолення**. Пом'якшення – це видалення солей кальцію і магнію. Знесолення – видалення всіх солей. Ці процеси здійснюються за допомогою хімічних реакцій (вапнування, внесення соди, фосфатних речовин) або фізичними способами (кип'ятіння, виморожування, дистиляція).

Дистиляція – це повне знесолення, яке потребує значних затрат енергії і застосовується переважно в хімічних лабораторіях;

□ **нейтралізація** – це процес очищення води від кислот та лугів що знаходяться в оборотних водах, застосовується в замкнених оборотних системах водопостачання. Частіш за все при цьому використовують хімічні засоби – внесення вапна, соди.

Вода, яка пройшла повний цикл використання у технологічних процесах забруднюється і у більшості випадків стає непридатною для повторного використання. Ці води називають **промисловими стічними водами**. Схема утворення стічних вод на прикладі машинобудівного підприємства наведена на рис. 4.5.



Рис. 4.5. Схема утворення стічних вод на машинобудівному підприємстві

Процес відведення використаних на підприємстві вод у водойми і водотоки називають **водовідведенням**. Державними стандартами обмежується кількість стічних вод, які може скидати підприємство. Приклади укрупнених норм водовідведення для різних виробництв наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Укрупнені норми водовідведення для різних виробництв

Продукція	Норма водовідведення, m^3/t
Цемент	0,1
Видобуток вугілля	0,3
Видобуток нафти	0,4
Синтетичні ПАР (миючі засоби)	1,0
Добрива	3,9
Папір	37
Віскозне штапельне полотно	218
Целюлоза	233

Сучасні виробництва проектується і будуються переважно з замкненим циклом водокористування. Тобто вода після її використання у технологічних процесах з метою повторного використання чи скидання у водні об'єкти, повинна пройти комплекс заходів з очищення. Цей комплекс заходів включає всі процеси доведення якості води до вимог екологічних стандартів (рис. 4.6).

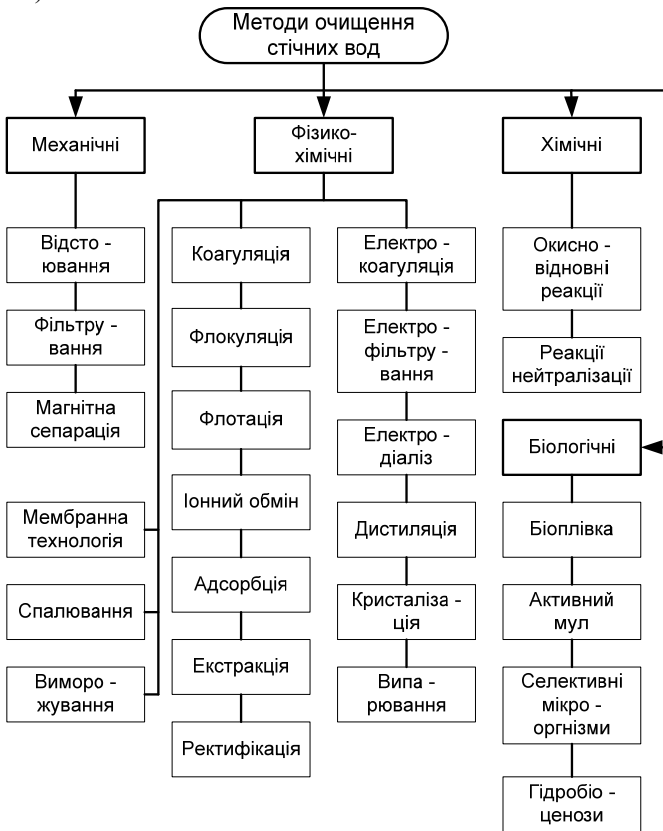


Рис. 4.6. Методи очищення стічних вод

Методи очищення забруднених стічних промислових вод дуже схожі з методами підготовки природної води, але вимагають більших затрат та більш складного обладнання. Це

пов'язано з тим, що в процесі промислового використання вода забруднюється різноманітними хімічними, токсичними речовинами, ціанідами, маслами, солями важких металів, синтетичними миючими засобами, нафтопродуктами, жирами, радіоактивними частками тощо, які видаляються із води надзвичайно важко.

Допустимі концентрації у воді різних забруднювачів (ГДК) встановлені державними стандартами (табл. 4.4).

При наявності у воді 0,05 мг/л нафтопродуктів вода і риба мають запах нафти, при 0,01 мг/л – гине планктон; 2,2 мг/л – гинуть личинки риби, а при 15 мг/л – гине риба.

Всі роботи по очищенню стічних вод починаються з видалення з них нерозчинних домішок відстоюванням, фільтруванням, магнітною сепарацією, флотацією.

Таблиця 4.4
Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин (ГДК) у воді

Речовина	ГДК, мг/л	Речовина	ГДК, мг/л
Фенол	0,001	Ртуть	0,005
Тринітробензол	0,1	Миш'як	0,1-0,2
Мідь	0,1-0,2	Хром	0,1-0,2
Фтор	0,5-1,0	Сірковуглець	1,0
Бензол	5,6	Аміак	5,0
Соляна кислота	30-35	Азотна кислота	30-35
Нафта	25-30	Метилфенол	5,0
Ціаніди	0,1-0,2	Смоли	20-30
Свинець	0,1-0,2	Сірчана кислота	20-30
Хлор	0,25-1,0	Сірководень	1,0-2,0

Методи такого вилучення називають освітленням і дозволяють вилучати із стічних вод цінні домішки і використовувати їх у виробництві. В основі методів застосовано використання гравітаційних і відцентрових сил, а також процеси проціджування і фільтрування.

Для видалення часток менше за 5-10 мкм необхідно попередньо їх збільшити коагуляцією або флотацією. Коагуляція – це збільшення дрібних, зважених у воді часток з утворенням стійких агрегатів, які вилучають як нерозчинні домішки. Для повного знесолення застосовують іонообмінне очищення.

Прогресивними методами очищення стічних вод є біологічні. Вони ґрунтуються на використанні тих чи інших живих істот та їхніх комплексів. Застосовують п'ять видів біоценозів: біологічна плівка, активний мул, селекційної дії мікроорганізми та гідро біоценози.

Ці біоценози споконвіку існують в природі, люди навчилися їх продуктивно використовувати.

Перспективними напрямками очистки води є застосування для надчистого фільтрування спеціальних мінеральних фільтрів із природних мінералів і штучних матеріалів. На мінеральних фільтрах можна видалити із води всі забруднення і домішки.

4.8. Енергія в промислових технологіях

Всі технологічні процеси в промисловості пов'язані зі споживанням, поглинанням, виділенням енергії або перетворюють один вид енергії в інший. Енергія є проявом (характеристикою) руху матерії в різних її формах. Завданням технологічної науки про енергію є пошук і використання різних природних енергоносіїв для перетворення їх у корисні форми енергії (теплову, механічну й електричну).

Енергія з точки зору технологічних процесів – це властивість виконувати певну роботу. Енергія має одиницю вимірювання – джоуль. Цю кількість енергії можна визначити як роботу, що виконується силою в один ньютон при переміщенні тіла на відстань одного метра. Для порівняння: один удар серця потребує один джоуль енергії, для підвищення температури одного літра води на один градус потрібно 4182 Дж, для приготування кави у чашці потрібно на підігрів води витратити 72000 Дж.

Енергія може існувати у різних видах: теплота, електрична, хімічна, механічна, кінетична, потенціальна.

За першим законом термодинаміки енергія не може бути ліквідована чи створена, вона може лише переходити із одної форми у іншу. Наприклад, спалюючи природний газ, ми перетворюємо хімічну енергію палива у теплову.

У всіх точках перетворення, розподілення і використання енергії мають місце її витрати. Наприклад, якщо вугілля має 100% енергії, то його спалювання на тепловій електростанції і перетворення в електроенергію має коефіцієнт корисної дії (ККД) – 37%, транспортування і підведення електроенергії до точки споживання має ККД 90%, перетворення електричної енергії у світло лампи освітлення має ККД 10%. Це дає загальний ККД шляхом перемноження – 3,3%. Більша частина була втрачена при перетворенні у вигляді теплоти, розсіяної у навколишньому середовищі. Таким чином із усіх затрат на видобуте вугілля у вигляді 100% енергії в ньому, використано фактично тільки 3,3%.

В технологічних процесах застосовують різні форми енергії: механічну, електричну, теплову, хімічну, ядерну, світлову та інші.

Механічна енергія являє собою роботу, що виконують машини і механізми з подрібнення, розмелювання, перемішування сировини, транспортування сировини і виробів, роботи вентиляторів, компресорів, стругальних, різальних, свердлильних та інших механічних пристроїв. Джерелом механічної енергії є в більшості електрична.

Електрична енергія – енергія, яку отримують на електростанціях: теплових, гідроелектростанціях, атомних, вітрових, сонячних, геотермальних, приливних тощо використовуючи енергію палива, води, ядерної реакції, вітру, сонця, хвиль, різницю температур.

Електричну енергію в промислових масштабах отримують переважно на трьох видах електростанцій – теплових, гідроелектричних і атомних станціях.

Теплові електростанції (ТЕС) є головним джерелом електроенергії. Дія ТЕС ґрунтується на одержанні теплової енергії при спалюванні органічного палива (вугілля) в котельнях, перетворенні за її допомогою води у пару, а енергії водяної пари в механічну енергію обертання парової турбіни з наступним перетворенням її в електричну за допомогою електрогенераторів, в яких використане відоме фізичне явище електромагнітної індукції.

Пара надходить до енергетичної турбіни під великим тиском – 500 ат (50 МПа) і виходить з неї з тиском, близьким до атмосферного. Спрощена технологічна схема одержання електроенергії на тепловій електростанції наведена на рис. 4.7.

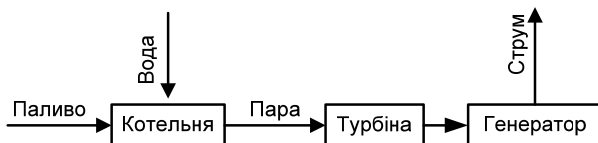


Рис. 4.7. Спрощена технологічна схема теплової електростанції

Теплову електростанцію, яка виробляє не тільки електричну енергію, а й теплову для гарячого тепло- і водопостачання називають теплоелектроцентральною (ТЕЦ). На ТЕЦ відпрацьовану після турбін пару направляють до теплообмінників, в яких відбувається передача теплоти до води, що подається споживачам.

Пару від ТЕЦ можна транспортувати на декілька кілометрів, а гарячу воду на декілька десятків кілометрів. Коефіцієнт корисної дії теплових електростанцій невисокий – 35-40%, додаткове використання енергії відпрацьованої пари дозволяє підвищити його до 50-60%.

На відміну від теплових, на атомних електростанціях (АЕС) використовується не енергія спалювання палива, а енергія ядерної ланцюгової реакції. Під час поділу ядер енергія між'ядерного зв'язку переходить у кінетичну енергію часток (осколків ядер і нейтронів) і перетворюється у теплову під час їх гальмування спеціальними речовинами.

Цю теплоту відводять від ядерного реактора теплоносіями і використовують для нагрівання води й утворення водяної пари. В якості теплоносія на сучасних реакторах використовують рідкі метали чи спеціально підготовлену воду. В подальших процесах робота АЕС схожа на роботу ТЕС. Коефіцієнт корисної дії АЕС дещо менше, чим ТЕС і складає 30%.

На гідроелектростанціях (ГЕС) використовують потенціальну енергію води, що накопичена у верхньому б'єфі греблі. Вода спрямовується водоводами і тілі греблі на лопаті

турбіни і змушує її обертатись. За рахунок значної висоти і кількості води в водосховищі в ній зосереджується велика потенціальна енергія.

Гідравлічні турбіни приводять у дію генератори, які виробляють електричний струм.

Теплову енергію отримують спалюванням палива або використанням електричних нагрівальних пристроїв. Її використовують для обігріву, проведення численних технологічних процесів (нагрівання, плавлення, сушіння, перегонки).

Хімічну енергію, яка виділяється в процесі екзотермічних реакцій, використовують для нагрівання реагентів, в гальванічних елементах та акумуляторах.

Менш поширене використання у промисловості знайшли геотермальна енергія, енергія вітру, приливів, сонячна (світлова) енергія.

Геотермальна енергія – це запаси тепла, що накопичились у надрах Земної кулі. Ця теплота вилучається на поверхню у вигляді гарячих джерел – гейзерів. Геотермальна енергія використовується для нагрівання приміщень, перетворення в електричну на геотермальних електростанціях.

Світлова енергія використовується при здійсненні фотохімічних процесів, для роботи фотодатчиків, фотоелементів в панелях сонячних батарей.

Енергія Сонця використовується також на сонячних електростанціях для перетворення енергії сонця в електричну енергію.

У промисловості країн переважають енергоємні галузі – металургія, хімічні виробництва, будівельна індустрія. Україна відноситься до країн, де рівень енергетичних затрат на одиницю продукції дуже високий. Її частка в світовому споживанні енергії дорівнює 1,9%, а населення складає 1%.

Проблемами в енергетичному секторі в Україні є:

- високий рівень енергоємності продукції і послуг;
- значна залежність від імпорту природного газу, нафти і ядерного палива;
- низька ефективність використання палива;

низьке використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії.

Найбільш енергоємними галузями промисловості є такі:

- чорна металургія – 22,5%;
- машинобудування і металообробка – 10,0%;
- нафтохімічна промисловість – 8,0%;
- кольорова металургія – 3,2%;
- виробництво будівельних матеріалів – 3,0%.

Показники енергоспоживання на одиницю продукції в Україні наведені в табл. 4.5 у порівнянні з країнами Євросоюзу. Вони свідчать про необхідність запровадження на всіх ієрархічних рівнях технологічних систем політики енергозбереження.

Характерною прикметою сучасної енергетики в світі є рух у напрямку розвитку екологічно чистої енергетики на основі **нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії**. Українськими вченими розроблено інформаційно-аналітичну систему оцінки енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії для кожної із областей України.

Таблиця 4.5

Енергоємність промислової продукції в Україні та країнах Євросоюзу,

ГДж/т

Продукція	Україна	Євросоюз
Чавун і сталь	32,0	20,0
Скло	14,0	7,0
Цемент	6,3	3,8
Цегла	1,9	1,8
Цукор	1,8	0,9

Систему створено на основі бази даних енергетичних показників відновлюваних джерел енергії та розподілу їх енергетичного потенціалу по території України для наступних напрямів освоєння:

- енергія вітру;
- сонячна енергія;
- енергія малих рік;
- енергія біомаси;

- геотермальна енергія;
- енергія довілля та скидний енерготехнологічний потенціал і нетрадиційне паливо.

Фахівці вважають, що Україна має потужні ресурси вітрової енергії: річний технічний вітроенергетичний потенціал дорівнює 30 млрд кВт год. Застосування вітроустановок для виробництва електроенергії в промислових масштабах найбільш ефективно в регіонах України, де середньорічна швидкість вітру > 5 м/с: на Азово-Чорноморському узбережжі, в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській областях, АР Крим та в районі Карпат.

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень).

Фото-енергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися на протязі всього року. В клімато-метеорологічних умовах України для сонячного теплопостачання ефективним є застосування плоских сонячних колекторів, які використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію.

Україна має також потужні ресурси гідроенергії малих рік, загальний гідроенергетичний потенціал малих рік України становить біля 12,5 млрд кВт год., що складає біля 28% загального гідро потенціал у всіх рік України.

Головною перевагою малої гідроенергетики є дешевизна електроенергії, генерованої на гідроелектростанціях. При використанні гідравлічного потенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, чим зніме ряд проблем як в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості.

Малі ГЕС, міні- та мікро ГЕС можуть стати потужною основою енергозабезпечення для всіх регіонів Західної України,

а для деяких районів Закарпатської та Чернівецької областей – джерелом повного енергетичного забезпечення.

Перспективним напрямом в енергетиці може бути біоенергетика. Енергетичним її потенціалом є тваринницькі відходи, рослинна сільськогосподарська біомаса та відходи лісового господарства.

Основними технологіями переробки біомаси, які можна рекомендувати до широкого впровадження в даний час є: пряме спалювання, піроліз, газифікація, анаеробна ферментація з утворенням біогазу, виробництво спиртів та масел для одержання моторного палива.

Геотермальні ресурси України представляють собою перш за все термальні води і тепло нагрітих сухих гірських порід. Крім цього, до перспективних для використання в промислових масштабах можна віднести ресурси нагрітих підземних вод, які виводяться з нафтою та газом діючими свердловинами нафтогазових родовищ.

Перспективними напрямками енергозберігаючої технологічної політики, що дозволяють забезпечити значну економію традиційного палива, є використання геотермальної енергії для опалення, водопостачання і кондиціонування повітря в житлових та громадських будинках в містах і сільській місцевості, а також технологічне використання глибинного тепла Землі в різних галузях промисловості і сільського господарства.

Перспективним є створення комбінованих енерготехнологічних вузлів для отримання електроенергії, теплоти та цінних компонентів, що містяться в геотермальних водах.

Перспективним є можливість виробництва механічної або електричної енергії при розширенні доменного газу в сучасних доменних печах. Потенціальна енергія надлишкового тиску доменного газу може використовуватись в утилізаційних безкомпресорних турбінах для виробництва електричної енергії.

Розвиток даного напрямку нетрадиційної енергетики дозволить підприємствам не тільки економити органічне паливо, але й спрощувати вирішення екологічних проблем для

створення сприятливих санітарних та житлових умов життя і праці населення.

Під терміном “потенціальна енергія надлишкового тиску природного газу” мають на увазі можливість виробництва механічної або електричної енергії при розширенні природного газу. Транспортування природного газу здійснюється при тиску, що перевищує необхідний при використанні споживачами. За допомогою спеціальних детандерних установок можна здійснити зменшення тиску та утилізувати потенціальну енергію надлишкового тиску природного газу для виробництва електричної енергії.

Цінним паливним ресурсом є також газ метан у вугільних пластах. За деякими оцінками його ресурси в перерахунку на умовне паливо займають третє місце серед запасів горючих копалин на планеті після вугілля та природного газу. Одним з найбільш перспективних регіонів України для розвитку даної галузі нетрадиційної енергетики є Донбас.

Основними методами утилізації шахтного метану в якості палива є використання його як палива в парових котлах, газотурбінних установках, як моторного палива в двигунах внутрішнього згорання, а також переробка на газових заводах.

Актуальне значення як альтернативне паливо набуває у світі торф. Ресурси торфу – це значний енергетичний та агрохімічний потенціал нашої країни; торф на даний час успішно використовується як комунально-побутове місцеве паливо і є джерелом сировини для інших галузей народного господарства.

Торфові родовища зустрічаються майже по всій території України, за виключенням приморських і південних областей. Найбільш поширені торфові родовища в: Рівненській, Волинській, Чернігівській, Житомирській, Київській, Львівській областях. На території України виявлено і розвідано 3118 торфових родовищ з геологічними запасами біля 2,2 млрд т. Загальна площа родовищ становить біля 3 млн га, в промислових межах – біля 600 тис га.

Нетрадиційним, але достатньо поширеним в промисловості і природі є енергетичний потенціал теплової енергії стічних вод та потенціал теплоти ґрунту і ґрунтових вод. Джерелами низько

потенціальної скидної теплоти техногенного походження є вентиляційні викиди та охолоджуюча вода технологічного та енергетичного обладнання підприємств, промислові та комунально-побутові стоки.

Досвід провідних країн свідчить, що найбільш ефективним є використання теплової енергії стічних вод за допомогою теплових насосів. В Україні загальний річний об'єм комунально-побутових стоків становить близько 3740 млн м³. Температура стоків становить 12-20 °С залежно від сезону.

Потужні теплові насосні станції теплопостачання можуть розміщатися біля відвідних каналів очищених комунально-побутових вод. Можливим є створення окремих тепло-насосних установок для утилізації теплоти умовно чистих стоків басейнів, спортивних комплексів, пральних комбінатів та інших об'єктів побутового і промислового призначення.

Теплова енергія, що надходить від Сонця, акумулюється в шарі ґрунту на глибинах до 10 м. Шар ґрунту може розглядатися як природний сезонний акумулятор теплової енергії, причому енергія, відведена в зимовий період буде відновлюватись в теплий період року; це стосується і ґрунтових вод, що насичують вищевказаний шар ґрунту та осадових порід.

Ця теплова енергія може використовуватися для обігріву та вентилявання приміщень. Відбір теплової енергії від ґрунту може здійснюватися за допомогою ґрунтових теплообмінників.

Запитання до самоконтролю:

1. Поняття сировини і її класифікація.
2. Поняття і суть мінеральної сировини, тваринної і рослинної сировини, паливно-енергетичної сировини її види.
3. Поняття і суть добування гірських порід. Способи добування.
4. Суть відкритого, підземного, свердловинного, гідромеханічного добування гірських порід.
5. Суть процесів подрібнення і сортування подрібнених порід.
6. Суть процесу механічного, магнітного, гравітаційного, фізико-хімічного збагачення сировини.
7. Суть і техніка процесу флотації.
8. Суть процесів агломерації і гранулювання сировини.
9. Властивості води, розподіл води на планеті і класифікація вод.
10. Поняття стічних вод, методи очищення стічних вод.

11. Суть механічного фізико-хімічного, хімічного, біологічного методів очищення стічних вод.
12. Поняття, суть механічної і електричної, хімічної, теплової, світлової, геотермальної енергії і схема їх одержання.
13. Проблеми енергетичного сектору України і напрями енергозбереження.
14. Суть показників енергоефективності і енергоспоживання на виробництві.

Тема 5. ОСНОВИ РОЗРОБКИ ТА ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

План:

1. Етапи розроблення виробів.
2. Поняття технологічності виробів.
3. Поняття про технологічну підготовку виробництва.
4. Технологічна документація.
5. Розробка технологічних процесів.
6. Техніко-економічна ефективність технологій.

5.1. Етапи розроблення виробів

Розробці технологічних операцій і процесів виготовлення виробів передують дослідно-конструкторські роботи. Зміст цих робіт регламентується стандартами і зумовлений характером виробу чи продукції, що розробляється, його призначенням, способом (технологією) виготовлення.

Регламентується набір конструкторських робіт Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), яка діє в усіх галузях промисловості. Конструкторське розроблення виробу складається з п'яти етапів:

- розроблення технічного завдання (ТЗ);
- розроблення технічної пропозиції;
- розроблення ескізного проекту (ЕП);
- розроблення технічного проекту (ТП);
- розроблення робочої документації (РД).

Залежно від складності виробу, що розробляється, деякі етапи можуть бути відсутні, або об'єднані між собою. В свою чергу кожний етап містить ряд спеціальних робіт.

Створення нової продукції, техніки, виробів розпочинається з розробки і погодження технічного завдання на конструкторські роботи.

На стадії **технічного завдання** вирішується можливість створення нового виробу взагалі. Вивчаються різноманітні літературні джерела, аналізується і обґрунтовуються технічні та інші параметри виробу (виробів), їхня надійність, якість,

зручність в експлуатації, фізичні і хімічні властивості, економічні характеристики тощо відповідно до призначення і сфери застосування. Завершується складання технічного завдання розробленням техніко-економічного обґрунтування (ТЕО).

ТЗ на конструкторські роботи має складатися з таких розділів:

- призначення виробу та область застосування;
- технічні характеристики виробу;
- конструктивні вимоги до виробу;
- кліматичні та механічні вимоги;
- вимоги до технічної документації;
- особливі вимоги (в тому числі з надійності, стандартизації, уніфікації тощо);
- етапи роботи;
- кількість розроблюваних дослідних зразків.

Одночасно з розробкою і погодженням технічного завдання з замовником, необхідно встановити: наявність необхідного для виготовлення дослідних зразків устаткування, інструменту, приладів та можливість їх придбання; наявність спеціалістів із потрібною кваліфікацією або можливість їх навчання; наявність необхідних матеріалів і сировинних ресурсів, можливі строки виконання робіт.

На етапі **технічної пропозиції** уточнюється техніко-економічне обґрунтування, з'ясовуються принципові шляхи створення виробу, уточнюється загальний обсяг конструкторських робіт, строки їх виконання і витрати на ці роботи. Фактично після всебічного аналізу технічної, патентної, економічної та іншої інформації дається відповідь – доцільно чи недоцільно створювати виріб (чи доцільна подальша розробка документації на виріб).

За умов затвердження технічного завдання виконується наступний етап – складається ескізний проект. Він є одним із найважливіших у розробці.

На етапі **ескізного проекту складаються** принципові схеми виробу, проводяться розрахунки, обираються загальні конструктивні і можливі технологічні рішення виготовлення

виробу, розробляються керівні вказівки (вимоги) з конструювання і технологічні вказівки, вказівки щодо стандартизації і уніфікації технологічних процесів виготовлення, вказівки щодо сировини і матеріалів, які можуть бути використані, розробляються креслення загального вигляду.

На цьому етапі до фахівців-конструкторів приєднуються фахівці-технологи для узгодження конструкторських і технологічних рішень. На цьому етапі знову уточнюється техніко-економічна ефективність виготовлення виробу. Стадія ескізного проектування завершується підготовкою і захистом проекту з повторним уточненням технічного завдання і керівних вказівок до виробу.

На етапі **технічного проекту** на основі розробленої і затвердженої ескісної документації доопрацьовуються креслення і схеми, при потребі створюються і досліджуються експериментальні макети виробу та його складові (вузли).

В дослідженнях повинні бути одержані відомості про працездатність виробу, його поведінку в нестандартних умовах, визначається правильність обраних параметрів, режимів, виявляються слабкі місця і можливі недоліки виробу.

Визначається можливість використання стандартних і уніфікованих деталей, потреба у нестандартних деталях, можливість їх виготовлення, відпрацьовуються питання відповідності проекту на виріб сучасний рівню стандартизації, повторно оцінюється техніко-економічна ефективність виробу.

На цій стадії виготовляється повний комплект конструкторської документації на найбільш складні, відповідальні й принципово нові складові частини і розробляється технічне завдання на розробку технологічних процесів.

Технічний проект виноситься на захист на нараду за участю зацікавлених осіб і організацій і затверджується замовником і розробником.

На етапі **робочої документації** корегується принципова схема виробу за результатами технічного проекту; уточнюються завдання на розробку робочої документації дослідного зразка; розробляється проект технічних умов на дослідні зразки,

виготовляються зразки виробу у кількості, що встановлені технічним завданням; проводиться всебічне дослідження дослідних зразків, проводяться їх лабораторні випробування на відповідність державним і галузевим стандартам, стандартам якості, за їх наслідками корегується вся технічна і технологічна документація (креслення, схеми, текстова частина).

Дослідні зразки (дослідна продукція) виготовляються строго у відповідності до конструкторської і технологічної документації.

На цій стадії має бути розроблена, оформлена і затверджена вся робоча документація на складові частини і на весь виріб, технологію їх виготовлення, проведена експертиза на наявність технічних інновацій (патентна чистота виробу), повторно уточнена техніко-економічна ефективність виробу.

Етап завершується передачею замовнику всієї документації і зразка (зразків) виробу.

Розробкою конструкторської документації на вироби займаються спеціальні конструкторські бюро (СКБ) або відділи при промислових підприємствах чи об'єднаннях з залученням фахівців-технологів, економістів, науковців.

Особливістю сьогодення є вимога значного скорочення всіх етапів створення конструкторської документації і виготовлення дослідних зразків продукції, швидка передача нових розробок у виробництво з метою швидкого освоєння і виготовлення нової продукції навіть без її всебічного обґрунтування, на ризик замовника. Переважаючим стає фактор випередження конкурентів і захоплення ринків збуту новою продукцією з подальшим доведенням її показників до потрібного рівня в процесі виготовлення.

5.2. Поняття технологічності виробів

У процесі розробки нових виробів і створення конструкторської документації одночасно відпрацьовується виріб на технологічність його виготовлення.

Під **технологічністю виробу** розуміють сукупність властивостей його конструкції, які забезпечують оптимальні

затрати праці, витрати матеріалів і часу на його виготовлення, експлуатацію і ремонт при збереженні заданої якості у порівнянні з виробами того ж призначення.

Технологічність виробів визначається багатьма факторами: матеріалом, геометричною формою, розмірами та їх необхідною точністю, якістю обробки поверхонь, заданими фізичними, хімічними та механічними властивостям; прийнятим оснащенням, механізацією і автоматизацією процесів, режимами роботи устаткування.

Критеріями порівняння виробів на технологічність є простота їх конструкції, простота форм, звичайні для досягнення розміри і шорсткість поверхонь, можливість застосування типового стандартного обладнання, звичайна сировина тощо.

До загальних показників технологічності конструкції виробу належать матеріаломісткість, енергоємність, трудомісткість, технологічна собівартість виготовлення, експлуатації і ремонту.

Основні вимоги до технологічності конструкції виробів визначені державними стандартами. Вони полягають у такому:

□ конструкція виробу має складатись максимально із стандартних та уніфікованих конструктивних елементів або бути стандартною в цілому.

□ складові частини виробів повинні виготовлятись із стандартних заготовок, отриманих найраціональнішими способами;

□ розміри і поверхні виробів повинні мати оптимальні ступені точності обробки (не завищені) і відповідати вимогам технологій;

□ фізико-хімічні і механічні властивості матеріалів, форма виробу та її складових повинні відповідати вимогам технологій;

□ конструкція виробу має максимально забезпечувати можливість застосування типових і стандартних технологічних процесів (таких, що впроваджені і перевірені у виробництві та забезпечені технікою).

Достовірну оцінку технологічності виробу можна отримати розрахунковим методом, що являє собою сукупність прийомів, за допомогою яких визначають і порівнюють числові значення показників технологічності виробу та відповідних базових

показників. Результатом кількісної оцінки є формування цільової функції та комп'ютерного алгоритму забезпечення високої технологічності виробів.

Для цього застосовують абсолютний, відносний та різницевий способи оцінки технологічності за результатами визначення таких показників:

□ абсолютний показник:

$$K = K_1, K_2, \dots, K_n; \quad (5.1)$$

□ відносний показник:

$$K_p = \frac{K}{K_B}; \quad (5.2)$$

□ різницевий показник:

$$\Delta K = K - K_B, \quad (5.3)$$

де K_1, K_2, \dots, K_n – показники технологічності різних варіантів виробу;

K_B – показник технологічності виробу, прийнятий за базовий.

Цільова функція для забезпечення технологічності виробу відповідно має вигляд:

$$K \square K_B; K_p \square 1; \Delta K \square 0. \quad (5.4)$$

Кількісну оцінку технологічності за відносним способом рекомендується виконувати за такими показниками:

а) коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{H_y + H_c}{H_{3AG}}, \quad (5.1)$$

де H_V і H_C – кількість найменувань уніфікованих і стандартизованих елементів (деталей) в конструкції виробу;
 $H_{ЗАГ}$ – загальна кількість найменувань елементів в конструкції виробу.

b) коефіцієнт стандартизації:

$$K_{СТ} = \frac{D_C}{D_{ЗАГ}}, \quad (5.2)$$

де D_C – кількість стандартизованих деталей в конструкції виробу;

$D_{ЗАГ}$ – загальна кількість деталей в конструкції виробу.

с) коефіцієнт повторюваності:

$$K_{ПОВТ} = \frac{D_{ЗАГ}}{H_{ЗАГ}}, \quad (5.3)$$

d) коефіцієнт конструкторської наступності:

$$K_{ПР} = \frac{D_V}{D_{ЗАГ}}, \quad (5.4)$$

де D_V – кількість уніфікованих елементів, тобто запозичених із інших конструкцій даного ряду виробів.

е) коефіцієнт блочності:

$$K_{БЛ} = \frac{D_{БЛ}}{D_{ЗАГ}}, \quad (5.5)$$

де $D_{БЛ}$ – кількість елементів, що входять у блокові вузли конструкції виробу.

Чим більші наведені коефіцієнти, тим вищою вважається технологічність конструкції.

Конструкція виробу відпрацьовується на технологічність на всіх етапах створення конструкторської документації і розробки дослідного зразка (табл. 5.1). Розроблення нової продукції,

нових виробів – це складний комплексний, творчий процес, в якому задіяні різні за фахом фахівці. Серед них, як правило, мають бути науковець, який продукує інновації, конструктор, який реалізує інновації в конструкції певного виробу (техніці), технолог, який розробляє технологічне забезпечення процесів виготовлення виробу, економіст, який забезпечує економічне обґрунтування виробу, а в умовах ринку і фахівець з ринку – маркетолог, який вивчає попит на цей виріб на ринку (рис. 5.1).

Таблиця 5.1

Відпрацювання виробу на технологічність
на етапах розробки документації

№ з/п	Етапи розробки документації	Зміст відпрацювання
1	Технічне завдання	Встановлення технологічних вимог до виробу на основі аналізу відомостей про виробу-аналоги.
2	Технічна пропозиція	Аналіз варіантів можливих конструктивних рішень виробу. Виявлення серед їх множини найбільш технологічно оптимального. Аналіз складових виробу на предмет застосування оригінальних, унікальних складових частин, застосування нових технологічних процесів і спеціальних технологічних засобів.
3	Ескізний проект	Обов'язковий технологічний контроль усієї документації. Аналіз принципових конструкторських рішень на номенклатуру використаних матеріалів, габаритні розміри, геометрію, поєднання частин, технологічність розчленування виробу.
4	Технічний проект	Обов'язковий технологічний контроль усієї документації. Прийняття остаточних рішень щодо технологічності конструкції виробу і його складових на основі остаточних конструктивних рішень і повної уяви про будову виробу.
5	Робоча документація	Обов'язковий технологічний контроль усієї документації. Завершення в основному відпрацювання конструкції на технологічність. Конкретизація умов забезпечення основних вимог технологічності, в тому числі використання типових технологічних процесів і стандартного устаткування в залежності від типу виробництва. Остаточне відпрацювання виробу і технологічних процесів при виготовленні дослідних зразків та їх випробування.

У процесі конструювання виробів конструктор і технолог повинні розглядати можливість максимального спрощення конструкції, заміни дорогих і дефіцитних матеріалів на дешевші і доступніші, застосування простих форм та доступних розмірів, зменшення кількості поверхонь, що перетинаються не під прямим кутом, зменшення кількості складових елементів, досягати максимальної уніфікації і стандартизації.

Поєднання вимог одночасної оригінальності і технологічності виробів є компроміс між конструктором і технологом, який досягається техніко-економічним обґрунтуванням і, в кінцевому результаті, ціною продукції та попитом на неї.

Одним із прикладів високої уніфікації, стандартизації і, відповідно, високої технологічності конструкції є військова зброя, наприклад, засоби кульової стрільби (пістолети, автомати, кулемети), деталі яких є максимально взаємозамінні, а значить їх конструкції – високотехнологічні.

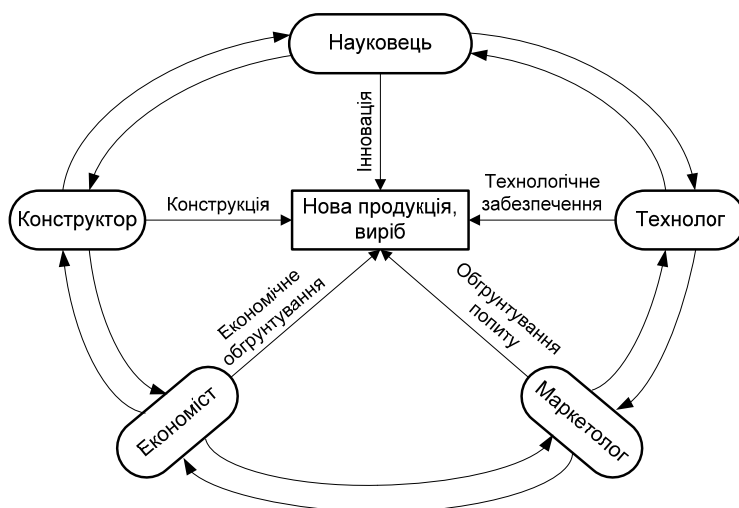


Рис. 5.1. Структура основних фахівців при створенні нової продукції (виробу)

5.3. Поняття про технологічну підготовку виробництва

Ефективність будь-якого виробництва в ринкових умовах визначається не тільки випуском якісної конкурентоспроможної продукції, а й готовністю переорієнтуватись і забезпечити необхідні умови виготовляти нову продукцію, нові вироби у стислі строки.

Комплекс заходів, що виконується на підприємстві і спрямований на освоєння нової продукції і запровадження при цьому нових технологій і прогресивних технологічних процесів, називають **технологічною підготовкою виробництва**.

Технологічна підготовка може стосуватись одного виробу чи їх групи, за таких умов комплекс заходів є вужчим і називається технологічною підготовкою виготовлення нових виробів.

Технологічна підготовка у промисловому виробництві здійснюється на підставі державних і галузевих стандартів і рекомендацій, а також стандартів підприємств. Найбільш ґрунтовно система стандартів з технологічної підготовки виробництва розроблена для галузей машинобудування і приладобудування та суміжних до них галузей. Ця система стандартів має назву – “Єдина система технологічної підготовки виробництва” (ЄСТПВ).

В інших галузях виробництва діють державні норми на різні види робіт і процеси, наприклад, в будівництві – єдині види будівельних робіт і процесів, в яких надаються норми забезпечення їх матеріалами, паливом, трудовими ресурсами, машинами і механізмами та норми часу на їх виконання.

ЄСТПВ в промисловому виробництві забезпечує:

- єдиний для всіх підприємств і установ системний підхід до конструювання виробів та їх технологічного забезпечення;
- єдиний підхід до організації технологічної підготовки;
- застосування досконалих, прогресивних технологічних процесів;
- застосування стандартного високопродуктивного обладнання, устаткування, засобів механізації і автоматизації;
- застосування стандартного комплексу інженерно-технічних і управлінських рішень;

- застосування єдиної системи технологічної документації.

Зміст, обсяг і система організації технологічної підготовки залежить від типу виробництва, ступеня новизни, складності і технологічності виробів, які освоюються на виробництві. Ступінь її деталізації визначається, в першу чергу, типом виробництва і серійністю виробів. Чим вища серійність, тим детальнішим має бути припрацювання технологічної підготовки.

Технологічна підготовка в загальному випадку включає такі види робіт:

- технологічний контроль конструкторської документації на виробі;
- розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення окремих складових і виробу в цілому;
- проектування і виготовлення технологічного оснащення і нестандартного устаткування під окремі складові і виріб в цілому;
- розробка і впровадження передових форм організації виробництва;
- складання норм витрат матеріалів, інструменту, трудових ресурсів, енергії, палива тощо;
- розробка технологічної документації, планування розміщення устаткування, робочих місць, технологічних ліній;
- налагодження технологічних процесів на виробничих ділянках і робочих місцях;
- випуск дослідної партії виробів, контроль їх якості і налагодження випуску основної партії продукції.

Запровадження правильно організованої технологічної підготовки забезпечує високу якість продукції, ефективне використання устаткування, ефективне використання виробничих площ і технологічного оснащення, високу продуктивність праці, зниження витрат матеріалів, технологічного палива та енергії.

ЄСТПВ ґрунтується, в першу чергу, на сукупності стандартів і рекомендацій, що стосуються розробки технологічної документації. Для зручності користування ними, їх розділяють на окремі групи під номерами від 0 до 9 (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Групи стандартів і рекомендацій з технологічної підготовки виробництва

№ групи	Найменування групи
0	Загальні положення
1	Загальні вимоги до технологічних документів
2	Класифікація і позначення технологічних документів
3	Загальні вимоги до документів на магнітних носіях
4	Основне виробництво. Форми технологічних документів і правила їх оформлення, спеціалізовані за методами виготовлення чи ремонту виробів
5	Основне виробництво. Форми технологічних документів і правила їх оформлення на випробування і контроль
6	Допоміжне виробництво. Форми технологічних документів і правила їх оформлення
8	Інші
9	Інформаційна база
7	Резервна

Державні стандарти, що діють в системі технологічної підготовки виробництва і виготовлення виробів, потрібно відрізнити від комплексу державних стандартів з розроблення Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Державні стандарти позначаються терміном ДСТУ (державний стандарт України) з набором супроводжуючих цифр, які визначають клас, підклас, номер групи, порядковий номер стандарту, рік реєстрації стандарту в державних органах. В Україні в галузі технологічної підготовки виробництва ще діють деякі стандарти, що були розроблені у бувшому Радянському Союзі. Вони позначаються терміном ГОСТ.

Додатково до стандартів використовують технологічні рекомендації. Рекомендації мають скорочене позначення "Р" і так само додаткову інформацію про реєстраційний номер і рік реєстрації.

5.4. Технологічна документація

Технологічна підготовка виробництва здійснюється шляхом розробки документів, які мають назву технологічні. За нею

виготовляються вироби в цехах основного виробництва, інструмент та інше технологічне оснащення в цехах допоміжного виробництва, а також здійснюється оперативне управління виробничими процесами.

Технологічна документація – це комплекс текстових, графічних, електронних та інших документів, які визначають окремо або у сукупності порядок виготовлення чи ремонту продукції (виробів) та оперативне планування технологічними процесами. Комплектність технологічної документації, призначення документів, правила їх оформлення та виконання викладені у державних і галузевих стандартах.

У промисловому виробництві діє єдина система технологічної документації.

Єдина система технологічної документації (ЄСТД) – це комплекс державних стандартів і рекомендацій, які встановлюють єдині, взаємопов'язані правила і положення щодо порядку розроблення, комплектації, оформлення і використання технологічної документації, що застосовуються при виготовленні і ремонті виробів.

ЄСТД – є складовою єдиної системи технологічної підготовки виробництва, яка реалізується через застосування ЄСТД.

В цілому комплекс документів ЄСТД передбачає:

- загальні правила з оформлення текстових і графічних документів на паперових і електронних носіях;
- єдині терміни і визначення основних понять;
- єдину систему позначення документів;
- єдині форми документів і правила їх заповнення;
- єдину систему умовних позначень на документах;
- єдину класифікацію документів;
- єдині правила відображення техніки безпеки і безпеки життєдіяльності в документах;

Єдині принципи і підходи при розробці технологічних документів забезпечують сумісність і однозначність трактування інформації незалежно від методів створення документів, комп'ютеризацію процесів створення документів,

можливість швидкого трансферу технологій і технологічної документації.

Єдина система документації поширюється не тільки на виробничу документацію, а і навчальну літературу, навчальні програми у вищих навчальних закладах, коледжах, училищах тощо.

В умовах промислового виробництва застосовують різноманітний склад технологічної документації. Ще у 1988 році була розроблена методологія її класифікації.

В основі класифікації технологічної документації використано фасетний метод, що полягає на розділенні множини документів на незалежні групи за різними ознаками та багатоступеневій структурі коду документа: за призначенням; за видом носія інформації; за видом інформації, що вноситься в документ; за принципом побудови форми документа; за видом документа по стандарту (ГОСТ 3.1102-81); за видом технологічного методу (операції), що застосовується при виготовленні чи ремонту виробу.

За призначенням технологічні документи поділяються на основні, допоміжні і похідні від основних.

Основні – призначені для вирішення одної чи декількох інженерно-технічних задач з технологічної підготовки виробництва для виготовлення нових виробів. В них надається інформація про комплектуючі складові частини виробу і застосовані матеріали; про засоби технологічного оснащення; про дії виконавців в технологічних процесах і операціях; про наладку технологічного оснащення і режими його роботи; про розрахунок трудових затрат, затрат матеріалів; про технологічні маршрути виробу, про вимоги до робочих місць; про екологічні вимоги тощо.

До них належить, наприклад, “відомість матеріалів”.

Допоміжні – додатково застосовують до основних з метою покращення і оптимізації робіт, що виконуються у розвиток технологічної підготовки виробництва. Це акти впровадження, акти погодження, замовлення на проектування оснастки тощо.

Похідні технологічні документи – застосовують для вирішення вузьких окремих завдань, пов’язаних з основними,

наприклад, з поопераційним нормуванням трудових затрат, видачею і здаванням матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих частин виробів. До них відносяться – робочий наряд, накладна, супроводжуючі документи.

За видом носія документи поділяють на паперових носіях, на магнітних дисках, на магнітних стрічках, на перфострічках, на перфокартах.

За видом інформації, що вноситься – на текстові, з текстом розбитим на графи і графічні.

За принципом побудови форми документа – на блочно-модульні, блочні, елементно-блочні, елементні.

За видом – на дві великі групи: основні і допоміжні. Основні, в свою чергу, на зведені і документи для процесів (операцій), останні – на документи загального призначення і документи спеціального призначення (рис. 5.2).

Допоміжні документи також поділяють на документи загального і спеціального призначення.

У зведених документах наводяться зведені дані по матеріалах, по засобах технологічного оснащення, по складу технологічних документів. Документи для розробки процесів і операцій надають опис усіх дій, що виконуються в технологічній послідовності з наданням інформації про матеріали, засоби технічного оснащення, трудові затрати (затрати часу), режими роботи обладнання, налаштування обладнання, інше.

Документи загального призначення застосовують незалежно від методів виготовлення виробів. До них відносяться, наприклад, карта ескізів, технологічна інструкція.

Документи спеціального призначення застосовують для розробки технологічних процесів і операцій, що спеціалізовані за технологічними методами виготовлення виробів або їх частин. До них належать, наприклад, операційна карта, карта технологічного процесу, карта технологічної інформації.

Застосування тих чи інших технологічних документів, вміння їх читати, вимагає спеціальних знань щодо правил їх кодування.

Достатньо знати, для початку, що перша цифра визначає вид документа за призначенням. Наприклад, цифра 1 – означає, що

цей документ відноситься до основних; цифра 2 – до допоміжних; 3 – до похідних.

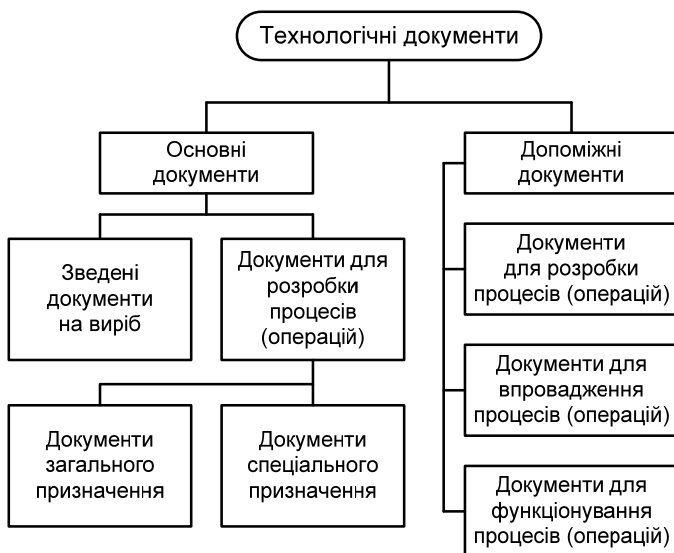


Рис. 5.2. Структура технологічних документів у промисловому виробництві

Сукупність усіх технологічних документів достатньо значна, їх характеристика наводиться в спеціальних довідниках (Единая система технологической документации, Москва, 1992 г.).

Серед найбільш вживаних:

1.1. Основні, зведені документи: відомість технологічних маршрутів (ВТМ), відомість матеріалів (ВМ), відомість застосування деталей (ВЗД), відомість зборки виробу (ВЗВ), технологічна відомість (ТВ), відомість технологічних документів (ВТД), відомість оснастки (ВО), відомість дефектів (ВД).

1.2.1. Основні, для розробки процесів (операцій), загальні: карта ескізів (КЕ), технологічна інструкція (ПІ), титульний лист (ТЛ).

1.2.2. Основні, для розробки процесів (операцій), спеціальні: маршрутна карта (МК), карта технологічного процесу (КТП), карта типового технологічного процесу (КТТП), карта типової операції (КТО), карта технологічної інформації (КТИ), комплектувальна карта (КК), операційна карта (ОП), відомість операцій (ВО).

2.1. Допоміжні, для розробки процесів (операцій): карта кодування інформації (ККИ), техніко-нормувальна карта (ТНК), карта замовлення на проектування і виготовлення технологічної оснастки (КЗ).

2.2. Допоміжні, для впровадження процесів: акт впровадження технологічного процесу (АВТП).

2.3. Допоміжні, для функціонування технологічних процесів: карта погодження технологічного процесу (КПТП), технологічний паспорт (ТП), карта вимірювань (КІ), журнал контролю технологічного процесу (ЖКТП).

Кожний із документів має своє призначення і правила розробки та оформлення.

Відомість технологічних маршрутів – надає зведену інформацію про технологічний маршрут виготовлення виробу та його складових по підрозділах підприємства.

Відомість матеріалів – надає зведені норми витрат основних і допоміжних матеріалів по деталях виробу, використовується для формування замовлення на матеріали.

Відомість зборки виробу – роз'яснює порядок зборки виробу з врахуванням черговості надходження складових частин виробу та їх кількості.

Технологічна відомість – надає інформацію по групуванню деталей та збираних одиниць за конструкторсько-технологічними ознаками з розмежуванням їх на типові технологічні процеси, та такі, що заново розробляються.

Відомість технологічних документів – вказує повний склад технологічних документів для виготовлення виробу і його складових частин. Застосовується при передачі комплектів документів на виріб з одного підприємства на інше.

Відомість оснастки – надає інформацію про повний склад технологічної оснастки, що застосовується при виготовленні

виробу та його частин. Розробляється на виріб або технологічний процес.

Відомість обладнання – надає інформацію про повний склад обладнання, що застосовують при виготовленні виробу та його складових частин. Розробляється, як правило, на виріб в цілому.

Відомість дефектів – надає інформацію про виявлені дефекти у виробках, на підставі яких визначають об'єми і послідовність виконання робіт з відновлення (ремонт) виробу або його складових.

Карта ескізів – надає додаткову графічну інформацію у вигляді ескізів, схем і таблиць до текстових документів. Застосовують про розробці технологічної документації на процес (при потребі).

Технологічна інструкція – надає текстову інформацію про опис прийомів праці, що часто повторюються, опис дій з налаштування обладнання, використання інструменту, приготування розчинів, сумішей тощо.

Титульний лист – призначений для оформлення комплектів технологічних документів на виріб, процес і в цих комплектах є першою сторінкою. Самостійного значення не має. На титульному листі вказують всі узгодження і затвердження.

Маршрутна карта – надає зведені дані про склад технологічних операцій у послідовності їх виконання в технологічному процесі, про обладнання, нормативи трудових затрат, первинні матеріали тощо. Є обов'язковим документом на технологічний процес.

Карта технологічного процесу – надає всю повну інформацію поопераційного опису технологічного процесу виготовлення виробу. Виключає застосування маршрутної карти і має спеціалізовану спрямованість щодо конкретного методу виготовлення.

Карта технологічної інформації – надає додаткову специфічну інформацію з виконання технологічного процесу, вказує на режими і правила наладки, налаштування засобів технологічного оснащення, технологічні режими та інше, є додатковим документом до маршрутних і операційних карт.

Комплектувальна карта – надає у послідовності виконання операцій інформацію про склад комплектуючих частин виробу, основних і додаткових матеріалів, норми їх витрат, необхідних для виконання технологічних процесів зборки. Є зведеним документом на технологічні процеси.

Операційна карта – призначена для одиничних технологічних операцій

5.5. Розробка технологічних процесів

Проектування і оформлення технологічної документації на технологічні процеси знаходяться у прямій залежності від виробництва, на якому буде виготовлятися продукція.

Підприємствам з невеликим обсягом виробництва потрібно застосовувати спрощений варіант виконання технологічних документів з використанням переважно маршрутних карт і технологічних інструкцій.

Підприємства з великим обсягом випуску виробів повинні проектувати операційну технологію, що полягає в детальному описі дій, що виконує кожний виконавець і в закріпленні технологічної документації за робочими місцями.

Розробка технологічних процесів виготовлення продукції (виробів) ґрунтується на розробленій конструкторській документації та на попередньо розроблених технічних й технологічних вказівках. Фактично стадії розробки технологічної документації знаходяться у прямій залежності від відповідних стадій розробки конструкторської документації.

Процес розроблення технологічного процесу полягає, в першу чергу, у плануванні методу, або кількох методів виготовлення виробу відповідно до певної технології.

Під **технологічним методом** розуміють сукупність правил, що визначають послідовність і зміст дій при виконанні певних формалізованих стадій виготовлення виробу, наприклад, формоутворення, обробка, зборка, переміщення тощо незалежно від його типу і розмірів. Основні технологічні методи виготовлення виробів у машинобудуванні наведені на схемі (рис. 5.3).

Всі технологічні методи при виготовленні виробів являють собою структуру, що складається із двох ознак – класів основних методів і підкласів основних методів (рис. 5.3). Таке розділення є чисто умовним і склалось на основі практики машинобудування і приладобудування.

Під основними технологічними методами розуміють групу методів, що знайшла на даний час широке застосування в практиці промислового виробництва. При цьому використовують загальноприйнятую технологію для певної галузі промисловості.

Наведені на рис. 5.3 такі методи, як формоутворення, обробка тиском, обробка, зборка і отримання покриттів являють собою максимально узагальнені, групи, які не використовуються безпосередньо у виробництві. Інші ж можна, навпаки, віднести до технологічних процесів, а деякі і до назв операцій.

При підборі необхідних операцій продумується кожний крок, вивчаються наявні на підприємстві технологічні процеси, технологічна документація, визначається логічна послідовність операцій для конкретної деталі або виробу.

Технологічний процес проектують з врахуванням конкретних умов підприємства, враховують його можливості і оснащеність. При цьому використовуються максимально можливі типові і стандартні операції і процеси, типові і стандартне устаткування, що розроблені і діють у відповідній галузі промисловості.

Процедура розробки технологічного процесу, коли заданий предмет праці і плановий кінцевий результат, в загальному вигляді, містить такі види робіт:

- обирають метод і спосіб (клас і підклас) технологічного процесу за галузевими нормативами;
- формулюють раціональну послідовність обробки чи послідовність робіт як послідовність його складових – операцій (складають технологічний маршрут);
- підбирають технологічне обладнання і інструмент;
- розбивають операції на структурні елементи (переходи, установи, позиції, контролі тощо);

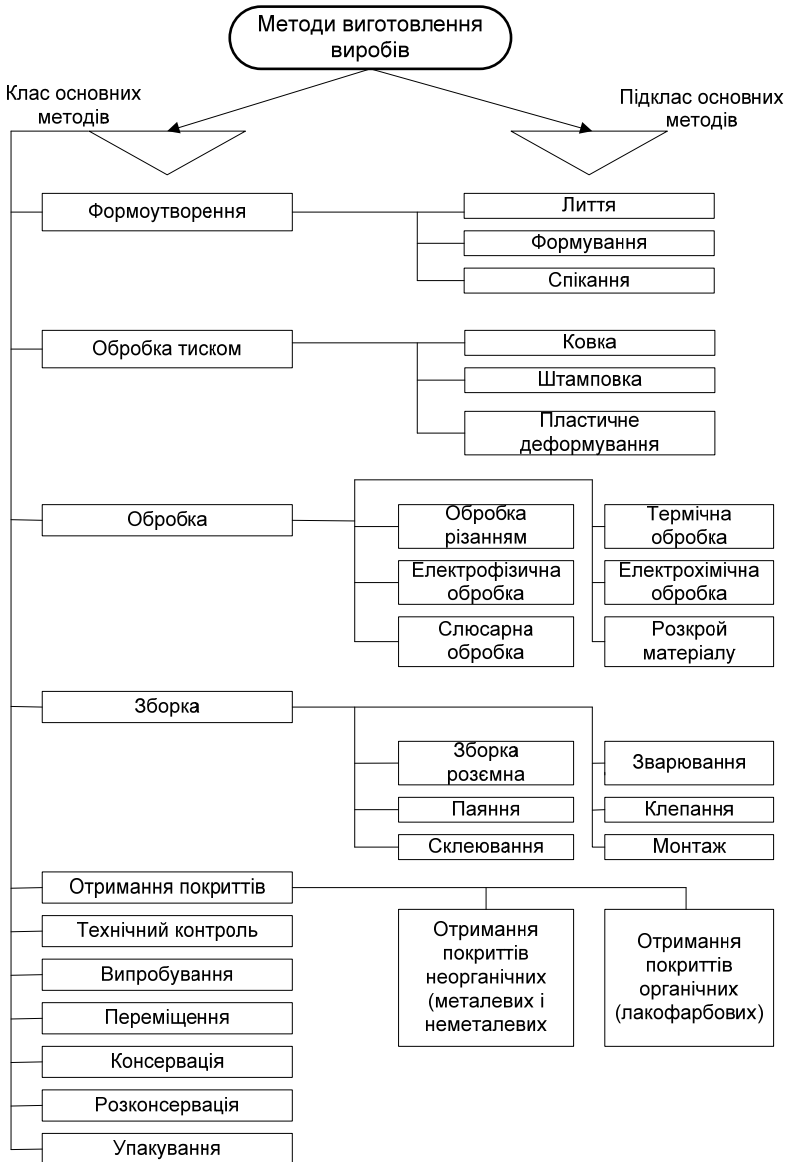


Рис. 5.3. Основні технологічні методи виготовлення виробів у машинобудуванні

□ визначають умови обробок, режими роботи обладнання, умови контролювання якості, умови переходів від одної операції до іншої, розраховують технічні норми часу на виконання операцій;

□ розраховують витрати матеріалів, енергії, технічні норми часу на виконання операцій і проводять економічні порівняльні розрахунки варіантів:

□ оформлюють технічну і технологічну документацію.

При складанні опису технологічних процесів інформація записується в технологічній послідовності виконання операцій, переходів, прийомів робіт і проведення фізичних чи хімічних процесів. Під час запису операцій їх нумерацію проводять числами ряду арифметичної прогресії, кратними 5, наприклад: 5. Заготівельна; 10. Контроль; 15. Токарна; 20. Фрезерна і т.д.

Рекомендується до чисел номерів злів дописувати нулі, наприклад “015. Токарна”. Така нумерація операцій дозволяє вносити зміни в технологічний маршрут виготовлення виробу, додавати нові операції, не змінюючи всю операцію технологічного процесу. Відповідно при розчленуванні операцій переходи нумерують арабськими числами (1, 2, 3 і т.д.), а установи прописними буквами алфавіту (А, Б, В, і т.д.).

Для запису найменувань операції необхідно керуватись галузевими Класифікаторами технологічних операцій і процесів. Відповідними термінами і правилами потрібно користуватись для запису виробів, матеріалів, деталей, напівфабрикатів, обладнання, устаткування, оснастки та інструментів.

Опис технологічних процесів за ступенем деталізації поділяють на маршрутний опис, операційний і маршрутно-операційний.

Маршрутний опис технологічного процесу – це скорочений опис усіх технологічних операцій в маршрутній карті в послідовності їх виконання без наведення переходів і технологічних режимів (табл. 5.3).

Операційний опис – це повний опис всіх технологічних операцій в послідовності їх виконання з наведенням усіх переходів і технологічних режимів.

Таблиця 5.3

Технологічний процес виготовлення валу

№ операції	Найменування і короткий зміст операції	Верстат
005	Фрезерно-центрувальна. Фрезерування торців валу і свердління центрових отворів в них з двох боків.	Фрезерно-центрувальний напівавтомат
010	Токарна. Обточування поверхонь шийок валу і підрізання торцевих поверхонь на кінці валу.	Токарний напівавтомат
015	Токарна. Обточування поверхонь шийок валу з другого боку і підрізання торцевих поверхонь на другому кінці валу	Токарний напівавтомат
020	Токарна. Обточування поверхонь шийок валу під шліфування і кінцеве підрізання торців валу з одного боку	Токарний напівавтомат
025	Токарна. Обточування поверхонь шийок валу під шліфування і кінцеве підрізання торців валу з другого боку	Токарний напівавтомат
030	Контроль якості проміжний.	
035	Термічна обробка.	
040	Шліфувальна. Попереднє шліфування шийок валу в залежності від вимог якості поверхонь і точності обробки	Кругло шліфувальний напівавтомат
045	Шліфувальна. Кінцеве шліфування шийок валу згідно розмірів за робочим кресленням і вимог шорсткості поверхонь	Кругло шліфувальний напівавтомат
050	Мийна	Мийний агрегат
055	Контроль якості кінцевий	

Маршрутно-операційний опис – це скорочений опис технологічних операцій в маршрутній карті в послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій в інших технологічних документах. В такому описі найбільш прості операції описують в маршрутному викладенні, а найбільш складні – в операційному викладенні, тобто з наведенням

переходів і технологічних режимів. Такий опис використовують для процесів зварювання, термічної обробки.

Маршрутний або маршрутно-операційний опис застосовують для одиничного і дрібносерійного типів виробництва. Операційний опис виконують для середньо-серійного, крупносерійного і масового типів виробництва. Потребу того чи іншого опису визначає розробник технологічного процесу і документації виходячи із конкретних умов виробництва.

Загальний порядок розроблення та формалізації технологічного процесу в принципі можна звести до таких дій:

1. Внести до технологічного документу всі вихідні дані про виріб: найменування, призначення, габаритні розміри, найменування матеріалу, переважаюча форма (обертання, площинна тощо). Проаналізувати матеріал виробу, можливі методи його отримання, кращі способи обробки матеріалу і т.п.

2. Записати всі необхідні операції в наміченій послідовності, звертаючи увагу на контрольні, транспортні операції та переміщення, під час аналізу яких може виникнути можливість деякі з них усунути, змінити послідовність виконання, скоротити маршрут і обсяг перевезень.

3. Визначити устаткування, на якому будуть виконуватися операції, а також підрозділи, де виконуватиметься робота.

4. Визначити перелік необхідного для виробництва виробу технологічного оснащення (включаючи нестандартне), робочих та контрольних-вимірювальних інструментів.

5. Визначити потрібне кадрове забезпечення, норми матеріалу, технологічного палива, енергії, води, інших речовин.

6. Визначити дані про необхідні подачі та режими різання в процесі оброблення заготовки, деталі, провести нормування технологічного часу.

7. Виконати техніко-економічне обґрунтування варіантів.

Техніко-економічне обґрунтування процесу виконують за декількома показниками: металоємкістю, трудомісткістю, енергоємністю, продуктивністю праці, собівартістю, економічним ефектом.

Стандартизація і типізація технологічних процесів передбачає можливість широкого застосування комп'ютерних

технологій для проектування технологічних процесів виготовлення виробів. Для цього використовуються різні бази даних про операції, стандартні матеріали, стандартне обладнання, оснастку, інструмент тощо.

Для підбору обладнання, улаштування і інструменту використовують галузеві рекомендації, паспортні дані техніки, так щоби техніка була завантажена на повну потужність і не було її простоїв.

5.6. Техніко-економічна ефективність технологій

Економічні результати діяльності будь-якого підприємства визначаються багатьма факторами, серед яких застосовані технології і технологічні процеси є одними із визначальних.

Впровадження нових технологій пов'язане зі значними затратами суспільної праці, ресурсів і коштів. Тому вибір кращої технології і оптимальних варіантів виробничих і технологічних процесів, технологічних операцій, їх оцінка стає в умовах ринкових взаємовідносин актуальним, важливим завданням для керівників підприємств.

Ефективність запровадження нових технологій визначається найважливішими економічними показниками: продуктивність, собівартість, якість продукції, економічний ефект та сукупністю технічних і техніко-економічних показників: трудоемкість, матеріалоемність, енергоемність, водоемність, коефіцієнт використання матеріалу (КВМ), коефіцієнт використання виробничої площі (КВП), коефіцієнт використання корисного об'єму агрегату (КВКО), точність і якість обробки, технологічний час обробки та багато інших показників в залежності від характеру технологічних процесів.

Продуктивність – показник, що характеризує кількість продукції, виготовленої за одиницю часу.

На виготовлення продукції витрачається жива праця робітників, які безпосередньо приймають участь у технологічному процесі, а також минула праця, яка вже уречевлена в сировині, матеріалах, знаряддях виробництва.

В промисловості для визначення продуктивності використовують два показники: продуктивність і трудомісткість.

Продуктивність являє собою кількість продукції, що виготовлена в одиницю робочого часу (рік, квартал, місяць, зміна).

Трудомісткість – це затрати робочого часу на виробництво одиниці продукції чи виконання одиниці роботи. Виробка (B) і трудоемкість (M) зв'язані між собою як обернені величини:

$$B = \frac{M100}{100 - M}; \quad M = \frac{B100}{100 + B}. \quad (5.6)$$

В залежності від того, в яких одиницях об'єм отриманої в процесі продукції, розрізняють три методи визначення виробки: натуральний, трудовий і грошовий.

В натуральному методі виробку визначають в тонах, метрах, літрах, штуках, трудовий – у вимірюванні затрат праці у нормо-годинах, грошовий – у визначенні вартості вироблених виробів у грошах.

Собівартість – сукупність матеріальних і трудових затрат у грошовій формі, необхідних для виготовлення продукції.

Собівартість є найважливішим узагальнюючим показником, вона включає в себе різні за характером і призначенням затрати, пов'язані з виготовленням продукції, організацією виробництва і управління виробництвом.

В залежності від місця формування затрат, виділяють різні види собівартості: повну, виробничу, цехову, технологічну, галузеву та інші. Виробнича собівартість включає затрати тільки на виготовлення продукції, а повна враховує і поза виробничі витрати, пов'язані з реалізацією товарної продукції, витрати на науково-дослідні роботи, підготовку кадрів.

В практиці господарювання для цілей планування, обліку і аналізу застосовують два основних способи групування затрат на виробництві: за економічними елементами і за калькуляційними статтями.

Типовими економічними елементами затрат є такі: сировина і основні матеріали (за виключенням повернених відходів), у тому числі покупні вироби і напівфабрикати; допоміжні матеріали; паливо; енергія; заробітна плата основна і додаткова; відрахування на соціальне страхування; амортизація основних фондів; інші затрати.

До калькуляційних статей затрат відносяться затрати з прив'язкою їх до конкретних місць їх понесення у виробництві, наприклад, до конкретних операцій і процесів. До них відносяться такі: сировина і матеріали; повернені відходи (відраховуються із затрат); паливо і енергія на технологічні цілі; основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників; відрахування на соціальне страхування; затрати на підготовку і освоєння виробництва, на утримання і експлуатацію обладнання; цехові і загальнозаводські витрати; втрати від бракованої продукції; інші виробничі і позавиробничі витрати а також транспортно-заготівельні затрати.

Для оцінки ефективності технологічних процесів застосовують процедуру визначення собівартості за калькуляційними статтями. При складанні калькуляцій собівартості одиниці продукції використовують норми витрат сировини, матеріалів, палива і енергії в натуральних одиницях з наступним перерахуванням кількісних показників у грошові затрати через ціну одиниці.

Співвідношення затрат за різними статтями собівартості залежить від виду технологічного процесу і виду виробництва. Наприклад, в металургії головними затратами є затрати на енергію (до 50-60%, а у виробництві алюмінію до 70%), в більшості хімічних процесів – це затрати на сировину. Доля заробітної плати у вітчизняній продукції залишається невисокою, доля амортизаційних відрахувань 3-5%.

За собівартістю продукції виконують порівняльні розрахунки і вибирають більш ефективні технологічні процеси. Наприклад, у машинобудування застосовують **порівняння технологічних процесів за собівартістю** заданої партії виробів використовуючи графічно-аналітичний метод. Його суть полягає в такому:

Собівартість виготовлення одного виробу або штучна собівартість визначається за формулою:

$$C_{\text{ш}} = a + b / N_n, \quad (5.7)$$

де a – сума всіх поточних витрат, які припадають на одну деталь;

b – разові витрати на виготовлення заданої кількості деталей;

N – кількість виготовлених деталей за рік.

Собівартість заданої партії деталей (річної програми):

$$C = aN_n + b, \quad (5.8)$$

Поточні витрати (a) визначаються такими складовими:

$$a = m + Z_0 + B, \quad (5.9)$$

де m – витрати на матеріали і технологічне паливо, грн.;

Z_0 – заробітна плата за партію деталей, грн.;

B – витрати, які пов'язані з роботою обладнання, витрати на утримання керівного персоналу, нараховуються у % до заробітної плати, грн.

Вартість матеріалів:

$$m = \frac{C_m \cdot M_{\text{чд}}}{\eta}, \quad (5.10)$$

де C_m – середня вартість одного кг матеріалу, грн.;

$M_{\text{чд}}$ – чиста маса деталей за кресленням, кг;

η – коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta = \frac{M_{\text{чд}}}{H}, \quad (5.11)$$

де H – норма витрат матеріалу на деталь, кг.

Заробітна плата:

$$Z_0 = Z_{\Gamma} \sum_1^n t_k, \quad (5.12)$$

де Z_{Γ} – середня годинна заробітна плата, грн/год,

$\sum_1^n t_k$ – сума калькуляційного часу на виготовлення деталей, h .

Одноразові витрати b визначаються:

$$b = C_n + I \cdot k, \quad (5.13)$$

де C_n – заробітна плата наладчиків обладнання, грн.;

I – вартість спеціальної оснастки тривалого користування (штампи, прес-форми, інструменти тощо);

k – коефіцієнт, який враховує термін роботи оснастки й витрати на її експлуатацію;

Z – затрати на заробітну плату основним робітникам:

$$Z = \sum t_{um} \cdot \tau \cdot n, \quad (5.14)$$

де t_{um} – норма штучного часу;

τ – тарифна ставка на дану кваліфікацію (розряд) і фах;

n – кількість операцій.

Заробітна плата наладчиків (без обліку нарахувань):

$$C_n = \sum T_{n.z} \cdot \tau_n \cdot r, \quad (5.15)$$

де $T_{n.z}$ – норма підготовчо-завершального часу;

τ_n – годинна заробітна плата наладчика, грн;

r – кількість переналагоджень верстата у певний термін часу, що розглядається (наприклад, за рік).

Економічну оцінку двох варіантів технологічного процесу можна зробити, якщо побудувати графік (рис. 5.4) за двома рівняннями:

$$S_1 = a_1 N + b_1; \quad S_2 = a_2 N + b_2. \quad (5.16)$$

Величину критичної партії продукції $N_{кр}$ визначається за формулою:

$$N_{кр} = (b_2 - b_1) / (a_1 - a_2). \quad (5.17)$$

При $N = N_{кр}$ обидва варіанти технологічного процесу економічно рівноцінні.

За річного випуску $N_n < N_{кр}$ ($N_{кр}$ – критична партія виготовлених деталей) – економічно доцільно використовувати перший варіант технологічного процесу, тому що $S_1 < S_2$. При річній програмі випуску $N_n > N_{кр}$, доцільно прийняти другий варіант технологічного процесу, тому що $S_1 > S_2$.

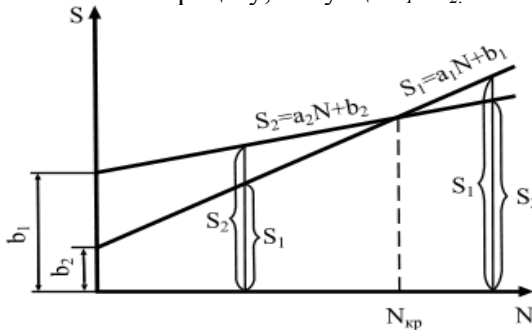


Рис. 5.4. Графік порівняння собівартості виготовлення партії виробів різних технологічних варіантів

При економічній оцінці технологічного процесу недостатньо визначити тільки собівартість продукції, необхідно провести аналіз її структури. Аналіз окремих затрат дозволяє виявити резерви виробництва, запланувати шляхи зменшення затрат за окремими напрямками при збереженні високої якості продукції. Таким шляхами можуть бути: зміна сировини і матеріалів, економне витрачання сировини, матеріалів, палива, енергії, перехід на високопродуктивне обладнання, нові прийоми праці.

Якість продукції – це сукупність властивостей, що здатні найкраще задовольняти певні потреби суспільства (споживачів-громадян і виробництва) протягом встановленого часу.

У промисловому виробництві застосовують методика оцінки якості продукції за одиничними та комплексними показниками. Одиничні показники характеризують якісь один параметр продукції, а комплексні – декілька її властивостей.

До **одиничних показників якості** відносять вісім таких груп:

□ **Показники призначення** – характеризують корисний ефект чи роботу від використання продукції за призначенням. До них належать показники складу, структури і технічної досконалості виробу (продуктивність, потужність, вантажопідйомність, точність, вага, габаритні розміри, міцність, твердість, жаростійкість, процентне співвідношення речовин тощо).

□ **Показники надійності та довговічності** – характеризують можливості виконувати властиві продукції функції протягом заданого (тривалого) проміжку часу без ремонтів та технічного обслуговування. Для конкретизації використовують одиничні показники: безвідмовність, здатність зберігати властивості, ремонтпридатність, відновлюваність, термін служби, технічний ресурс (час роботи до першого ремонту).

□ **Показники технологічності** – відображають рівень конструкторських і технологічних рішень, які забезпечують високу продуктивність праці при виготовленні або ремонті продукції (див. питання 2 теми 5).

□ **Показники стандартизації і уніфікації** – характеризують ступінь використання у виробках стандартизованих складових частин – деталей, вузлів та рівень їх уніфікації (взаємозамінності у виробках схожих груп).

□ **Ергономічні показники** – характеризують властивості продукції щодо санітарно-гігієнічних, антропометричних, фізіологічних, психологічних та інших вимог людини, які проявляються у побуті або на виробництві. Наприклад, рівень вологості, освітленості, шуму, токсичності; відповідність виробу формі тіла, силовим, слуховим, зоровим можливостям людини, можливостям сприймати і переробляти інформацію тощо.

□ **Естетичні показники** – характеризують можливості задовольняти естетичні потреби людини через такі властивості як: виразність, оригінальність, гармонічність, відповідність стилю і моді.

□ **Патентно-правові** характеризують ступінь патентну спроможності виробів і патентну чистоту. Визначається кількістю технічних інновацій застосованих в самій продукції та в технологіях її виготовлення, що захищені як об'єкти інтелектуальної власності (патенти на винаходи, промислові зразки, свідоцтва на торговельні марки, комерційні таємниці, таємниці “ноу-хау” тощо).

□ **Економічні показники** – власне техніко-економічні показники, що відображають затрати на розробку, виготовлення і експлуатацію виробів та їх економічну ефективність.

Комплексні показники якості відображають одразу декілька її властивостей. Наприклад, готовність виробу одночасно характеризує його безвідмовність і ремонтпридатність. В кожній галузі промисловості нормативами затверджені комплексні показники якості продукції.

Якість продукції закладається на стадії проектування продукції, забезпечується на стадії виготовлення і підтримується на стадіях експлуатації чи споживання. На виробництвах створюють системи управління якістю, які мають багаторівневий характер і охоплюють всі елементи виробничих і технологічних процесів: предмети праці, засоби праці, саму працю і результат праці. Обов'язковою операцією в технологічних процесах виготовлення продукції є контроль якості.

Для оцінки ефективності виробничих і технологічних систем застосовують комплексні узагальнюючі показники: техніко - економічного рівня, технологічного рівня, рівня механізації і автоматизації та інші.

Техніко-економічний рівень технологічної системи – це комплексний узагальнюючий показник, який характеризується рівнем знарядь праці (інструмент, машини, обладнання); рівнем предметів праці (сировина, матеріали); рівнем робочої сили (кваліфікація кадрів); технологічним рівнем (рівень виробничих

і технологічних процесів); організаційно-економічним рівнем (рівень організаційно управлінських рішень).

Найбільш важливим критерієм високого техніко-економічного рівня виробництва є технологічний рівень. Технологічний рівень являє собою оцінку якості технологій на виробництві і тісно пов'язаний з науково-технологічним розвитком.

Технологічний рівень на підприємстві в цілому складається з рівня технологічної інтенсивності процесів, рівня технологічної організації виробництва, рівня технологічної оснащеності та рівня керованості технологічними процесами.

Технологічна інтенсивність процесів характеризується ступенем використання матеріальних, енергетичних і часових ресурсів. Для його визначення використовують: вихід продукції; коефіцієнт використання сировини або матеріалів; коефіцієнт використання енергії; коефіцієнт використання виробничих площ.

Рівень технологічної організації виробництва визначається кількістю стадій та операцій технологічного процесу, їх взаємозамінністю, суміщенням, безперервністю виробництва, можливостями переналадки процесів на випуск іншої продукції та на інші режими роботи.

Рівень технологічної оснащеності – характеризується ступенем оснащеності виробництва технічними засобами, кількістю нової техніки, рівнем організації, автоматизації процесів, інформаційним забезпеченням виробництва.

Рівень керованості технологічними процесами характеризується ступенем досягнення оптимальності технологічних процесів, надійності, безпечності та безаварійності роботи обладнання.

Технологічний рівень виробництва (T_p) в загальному вигляді може бути записаний як функція від багатьох параметрів

$$T_p = f(T_y, I_M, I_A, I_G, E, C), \quad (5.18)$$

де T_y – узагальнений показник рівня технічної організації виробництва;

I_M – рівень механізації процесів:

$$I_M = \frac{O_M}{O_M + O_P} + K_M, \quad (5.19)$$

де O_M – об'єм продукції, виготовленої механізованим способом;

O_P – об'єм продукції, виготовленої вручну;

K_M – коефіцієнт механізації обладнання.

Показник автоматизації процесів I_A розраховують за формулою:

$$I_A = \frac{T_A \Pi - T_A}{T_A \Pi + T_P}, \quad (5.20)$$

де T_A – сумарна трудомісткість операцій та процесів, що виконуються автоматизованим способом;

T_P – сумарна трудомісткість операцій та процесів, що виконуються вручну;

Π – коефіцієнт продуктивності, який дорівнює відношенню трудомісткості до проведення автоматизації, до трудомісткості після автоматизації;

I_T – показник гнучкості процесів;

E – показник економічного взаємозв'язку;

C – показник соціального взаємозв'язку.

Наведені окремі критерії та узагальнені показники технологічного рівня визначаються за спеціалізованими галузевими методиками, відображаються у відсотках або в долях від одиниці.

Для окремих технологічних операцій і процесів важливими є одиничні показники техніко-економічної ефективності. До них, наприклад, належить коефіцієнт використання матеріалів (КВМ). Його визначають як відношення маси виготовленої продукції (M_{np}) до маси використаного матеріалу (M_{mat}) у відсотках:

$$KBM = \frac{M_{np}}{M_{mat}} \cdot 100\%. \quad (5.21)$$

Методика визначення *KBM* залежить від виду продукції та технології її виготовлення. Так, наприклад, для виробництва деталей та виробів із різноманітних металевих та неметалевих матеріалів (полімерів, шкіри, текстилю, паперу та інших) широко використовують листове штампування. Для цього використовують вихідні матеріали, прокат, у вигляді листів, штаб, стрічок.

У більшості операцій листового штампування товщина матеріалу практично не змінюється. Тому при визначенні коефіцієнта використання матеріалу можна користуватися формулою:

$$KBM = \frac{F_{np}}{F_{mat}} \cdot 100\%, \quad (5.22)$$

де F_{np} – площа виробу;

F_{mat} – площа листового матеріалу, який використовується.

Серед інших показників використовують: коефіцієнт використання виробничих (робочих) площ – як відношення площ під обладнанням до загальної виробничої площі; коефіцієнт використання корисного об'єму агрегату – як вихід продукції з одного метра площі чи об'єму агрегату; витрати палива, електроенергії, води, інших речовин на один виріб; точність виконання певних геометричних розмірів і точність (якість) обробки поверхонь виробів; швидкість обробки, час обробки, вихід продукту, ступінь перетворення сировини у кінцеву продукцію та інші.

Запитання до самоконтролю:

1. Етапи конструкторського розроблення виробів.
2. Вимоги до технологічності виробів та розрахунок коефіцієнтів технологічності.
3. Поняття і суть технологічної підготовки виробництва.
4. Єдина система технологічної підготовки виробництва та склад основних робіт з технологічної підготовки виробництва.

5. Поняття технологічної документації і єдиної системи технологічної документації для всіх виробництв.
6. Суть окремих технологічних документів-відомостей: технологічних маршрутів, матеріалів, зборки виробів, оснастки, обладнання, дефектів, технологічної інструкції, маршрутної карти, та інших.
7. Склад основних робіт при розробці нового технологічного процесу.
8. Загальний порядок розроблення технологічного процесу.
9. Поняття собівартості, продуктивності, виробітку і трудомісткості в технологічних процесах.
10. Суть графоаналітичного способу порівняння технологічних процесів за собівартістю продукції.
11. Поняття якості продукції в технологічних процесах, показники якості.
12. Поняття і порядок визначення коефіцієнта використання матеріалів.

РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОДЕРЖАННЯ В БАЗОВИХ ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Тема 6. ВСТУП У МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

План теми:

1. Поняття матеріалознавства і класифікація промислових матеріалів.
2. Будова матеріалів.
3. Основні властивості матеріалів.

6.1. Поняття матеріалознавства і класифікація промислових матеріалів

Сучасне промислове виробництво у своєму розпорядженні має широку номенклатуру різноманітних матеріалів, вибір яких стає достатньо складним завданням навіть для фахівців.

Щоб визначити придатність матеріалу до виготовлення з нього певної продукції, виробів, необхідно знати його склад, будову та властивості, а також враховувати умови, які можуть впливати на вироби з цього матеріалу на стадіях їх експлуатації та використання.

Наприклад, на працездатність і надійність машин, надійність будівель і споруд впливають швидкість старіння матеріалу, вплив на нього температури та вологості повітря, тиску, навантаження тощо.

Матеріалознавство – це наука, що вивчає будову (структуру) і властивості матеріалів, їх зміну під впливом зовнішніх чинників та встановлює між ними зв'язки з метою використання отриманих знань в технологіях промислового виробництва.

Науки “технологія” і “матеріалознавство” взаємопов'язані, оскільки технології переробки і обробки матеріалів залежать від їх властивостей, а властивості – значною мірою від методів виробництва та обробки матеріалів. Сучасні технології, що

пов'язані з використанням надвисоких і наднизьких температур, тиску, лазерів, плазми, ультразвуку, вібрацій, порошкової металургії, енергії вибуху, електромагнітної обробки тощо, дають змогу одержувати та синтезувати такі матеріали, яких раніше людство не знало і які не зустрічаються в природі.

В промисловому виробництві використовують різноманітні за складом, будовою та властивостями матеріали. Так, матеріали, з яких виготовляють деталі, конструкції машин і механізмів, називають **конструкційними**. Матеріали, які застосовують для зведення будинків і споруд називають **будівельними**.

Матеріали, з точки зору технології, мають подвійну природу, з одного боку вони є результатом виробництва – продукцією, а з іншого, у більш широкому розумінні, – сировиною для інших виробництв. Тому, в кожній галузі промислового виробництва існують свої класифікації матеріалів за різними ознаками: за походженням, за призначенням, за властивостями, за способом виготовлення, за методами і способами обробки, за асортиментом тощо.

На рис. 6.1 наведена класифікація промислових конструкційних матеріалів. Класифікують конструкційні матеріали в основному за походженням і розрізняють металеві, неметалеві і композиційні матеріали.

До **металевих матеріалів** належать метали та сплави.

В техніці терміном метал визначають прості речовини кристалічної будови зі специфічними властивостями: вони не прозорі, мають металічний блиск, високі електро- та теплопровідність, міцність, більшість з них пластична, їх можна обробляти у холодному й гарячому стані різанням, тиском і зварюванням.

Сплави – це складні за вмістом речовини, утворені з кількох металів і неметалів у наслідок дифузії, тобто взаємного проникнення часток одної речовини у іншу. Чисті метали в техніці застосовують рідко. майже всі метали, що використовуються, мають спеціально введені домішки. Залежно від основного компонента метали та сплави поділяють на чорні й кольорові.

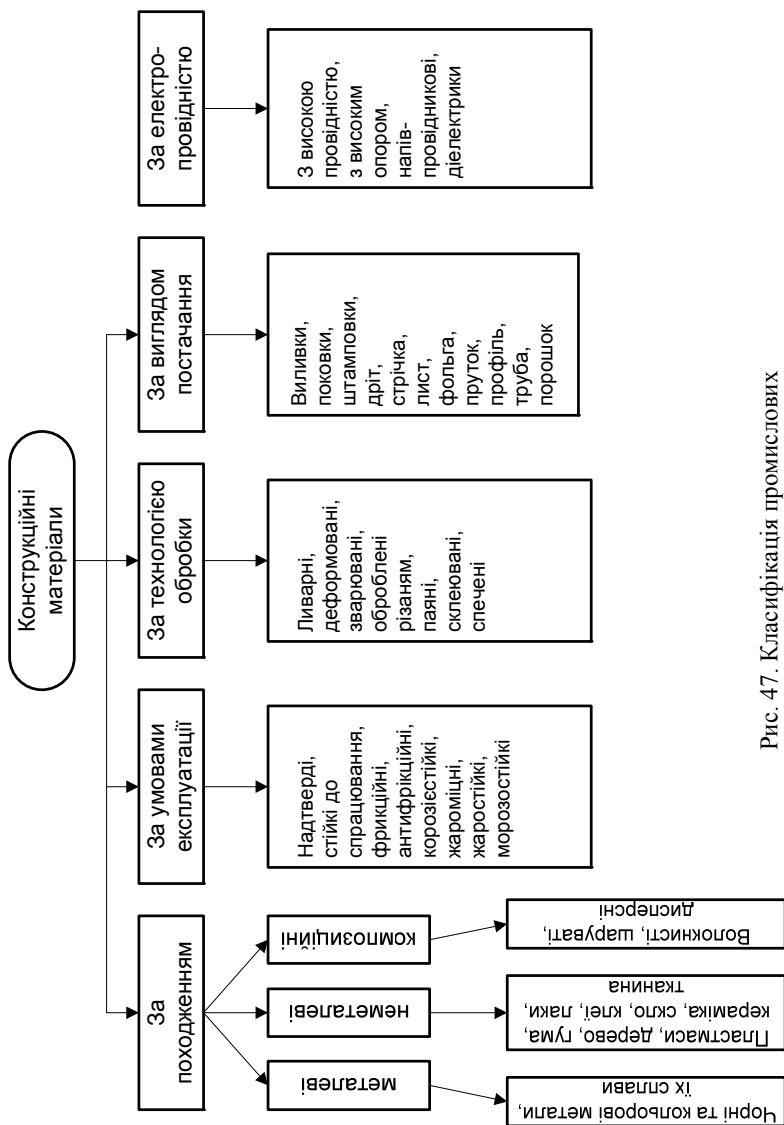


Рис. 47. Класифікація промислових конструкційних матеріалів

До **неметалевих матеріалів** належать деревина, пластмаси, гумові, ебонітові, графітові, абразивні, лакофарбові матеріали та клеї, шкіра, азбест, скло, кераміка, фарфор, мармур, повсть, текстильні, паперові, змащувальні та інші матеріали. Неметалеві матеріали можуть бути природними, синтетичними і штучними, а за хімічним складом – органічного й неорганічного походження.

Залежно від застосування їх поділяють на конструкційні, футерувальні, прокладні та ущільнювальні, лакофарбові, в'язучі.

Композиційно-шарові матеріали – це поєднання неметалевих матеріалів з металевим або будь-яким іншим каркасом для надання їм необхідних фізико-механічних властивостей (надтвердості, високотемпературності), тобто композиційними матеріалами називають композиції, складові яких мають різні властивості і нерозчинні або малорозчинні одні в одних.

За технологічними способами обробки матеріалів їх поділяють на ливарні, деформовні, печувані та зварювані.

Матеріали, з яких можна виготовити деталі литтям, називають ливарними. Поширеним ливарним матеріалом є чавун.

Матеріали, які мають достатню пластичність, і деталі, які виготовляють обробкою тиском (або деформуванням), називають деформованими. З них можна виготовляти деталі куванням, штампуванням, пресуванням тощо. Добре обробляються деформуванням сталі, сплави на мідній основі (крім бронзи), алюмінієві деформовані сплави та інші пластичні метали і сплави.

Матеріали, деталі з яких виготовляють спіканням порошків, називають спеченими. Це метало- та мінерало-керамічні матеріали. Більшість матеріалів має комплекс властивостей, тобто вони можуть оброблятися виливанням, тисненням, зварюванням та спіканням, тому застосовують способи обробки, поєднуючи виливання, прокатування, спікання і порошкової металургії.

У промисловості використовують багато конструкційних матеріалів. Це, в першу чергу, сталі різних марок. Застосовують також чавун, мідь і алюміній та їх сплави, сплави на основі титану, антифрикційні сплави, тверді матеріали, жаростійкі, жароміцні, корозієстійкі, тугоплавкі, метали високої чистоти, матеріали з особливими тепловими та пружними властивостями, спеціальні матеріали (провідникові, напівпровідникові, діелектричні, магнітні та немагнітні), пластмаси, кераміку, скло.

Придатність матеріалу визначається його відповідністю технічним вимогам та можливістю впровадження у виробництво. Наприклад, інструментальні матеріали повинні мати високі твердість, міцність, теплостійкість, стійкість до спрацювання, чутливість до циклічних коливань температури 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 належать мінерало-керамічні та надтверді матеріали.

Жаростійкі сталі здатні чинити опір окисленню за високих температур. Це сталь, яка містить хром, силіцій, алюміній (наприклад, сталі марок 4X10C2M, 1X12CЮ, 1X25H25TP). Вироби з жаростійкої сталі з вмістом хрому 10-13% стійкі до температури 750 °С, з вмістом хрому 15-17 % – до 90 °С, з вмістом хрому 25 % – до 1000 °С. Вони добре захищені від дії газової корозії. Звичайно ці сплави застосовують для роботи за невеликих навантажень, тому до них вимога жароміцності не ставиться.

Під жароміцністю розуміють властивість металів зберігати міцність за високих температур. Вони стійкі за температур 1000-1500 °С, витримують тривалі постійні та змінні навантаження. Жароміцні сталі марок 1X14H18B2BP1, X23M18, 12XMФ, 15X12BHMФ, XШ0MBTЮБ містять хром, нікель, молібден, вольфрам, ніобій, титан і бор. Їх застосовують для виготовлення клапанів двигунів

внутрішнього згоряння, лопатей парових і газових турбін тощо.

Корозієстійкі сталі – це матеріали, що не піддаються корозії. До них належать сталі, леговані хромом (не менше 12%) і нікелем (наприклад 12X13, 12X18H10T, 17X21ГН5T).

Тугоплавкі матеріали – це метали з температурою плавлення понад 1700 °С (вольфрам, молібден, ніобій, гафній, рутеній, осмій, реній та ін.). Деталі з цих матеріалів виготовляють способами порошкової металургії.

Напівпровідникова техніка використовує матеріали високої чистоти, що містять до 99,9993% основного компонента, тобто в цих матеріалах на мільйон атомів основного компонента припадає один атом домішок. До сплавів високої чистоти належать також прецизійні сплави.

Сплави з особливими тепловими та пружними властивостями – це сплави з малим температурним коефіцієнтом модуля пружності. Малий коефіцієнт теплового розширення мають сплави, які містять 35-44% нікелю. До заміників платини належать сплави інвару, леговані кобальтом та іншими елементами (Н36 застосовують для виготовлення приладів, деталі яких зберігають свої розміри за зміни температури від – 60 до +100 °С; їх використовують у метрології (штрихові міри довжини), у точних годинниках (маятники) та для виготовлення деталей геодезичних приладів і термостатів). У криогенній техніці застосовують сплави, структура і властивості яких стабільні до температури – 269 °С.

Сплав 32НКД містить кобальт і мідь, які частково замінили нікель, унаслідок чого його температурний коефіцієнт лінійного розширення менший ніж інвар. Його називають суперінвар. Елінвар Х8Н36 застосовується для виготовлення пружин годинників і деталей приладів, що повинні зберігати сталу пружність у великому інтервалі температур, платиніт Н42 – для впаювання електродів в електровакуумні прилади, бо його коефіцієнт лінійного розширення близький до коефіцієнта скла, тому платиніт є заміником платини.

У сплавів із залізом, нікелем, хромом, титаном і алюмінієм, крім малого коефіцієнта теплового

розширення, є ще й низький температурний коефіцієнт модуля пружності. Їх називають *елінварами* (наприклад 36НХ, 36НХТЮ, 42НХТЮ та 44НХТЮ).

До сплавів з особливими пружними властивостями належать сплави, які використовують для виготовлення пружин із заданими пружними властивостями (берилієві бронзи БрБ2, Бр БНТ19).

Припої – сплави, які використовують як присадний матеріал для паяння та лудіння. М'які припої – сплав олова й свинцю з температурою плавлення до 400 °С (ПОС 61, ПОСК 50-18, ПОССу 61-05 та ін.). Тверді припої – сплав міді й цинку з температурою плавлення 550 °С (наприклад Л63, ПМЦ-36). Срібні припої – сплав срібла, міді й цинку (ПСр-72, ПСр-45 та ін.).

Електродіоматеріали – це метали і сплави з високою провідністю (срібло, мідь, алюміній, золото) або великим опором (сплави мідно-манганові, мідно-нікелеві, заліза, нікелю і хрому) та напівпровідникові матеріали (речовини, електропровідність яких залежить від температури).

Розрізняють прості й складні напівпровідникові матеріали. Прості – це силіцій, германій, селен, телур, фосфор, сірка, арсен, стибій, йод. Складні – це тверді розчини (силіцію і германію) та хімічні сполуки (арсенід галію, оксид міді та ін.).

Залежно від взаємодії металу з магнітним полем матеріали поділяють на слабко- та сильно-магнітні. До перших належать парамагнетики (алюміній, олово, натрій, платина) і діамагнетики (мідь, срібло, золото, свинець), до інших – феромагнетики (залізо, нікель, кобальт і їхні сплави, сплави хрому та мангану).

Матеріали, які не проводять електричного струму, – пластмаси, кераміка та скло, – належать до діелектриків.

Керамікою називають матеріали, які одержують з глини, польового шпату, титану, цирконію, ніобію та інших елементів спіканням у порошокподібному стані.

Скло виготовляють плавленням солі та оксидів різних елементів. Залежно від хімічного складу оксидів склоутворення буває силікатне (основа – оксид кремнезему),

боратне (основа – оксид бору), фосфатне (основа – фосфорний ангідрид), боратнофосфатне тощо.

Основними вихідними матеріалами для виробництва скла є кремнезем SiO_2 у вигляді піску або кварцитів і флюси у вигляді вапняку, соди або сульфату. Щоб скло набуло певних технічних властивостей, до шихти додають спеціальні домішки – оксидатори, відновники, барвники тощо. Так, для виробництва синього скла додають сполуки кобальту, смарагдово-зеленого – оксид хрому (Cr_2O_3), фіолетового – сполуки мангану, рубінового – оксид (II) міді (Cu_2O). Щоб дістати легкоплавке скло з великою прозорістю для ультрафіолетового проміння, додають борний ангідрид B_2O_3 тощо.

Вихідні матеріали плавлять у спеціальних скловарних печах, які своєю будовою нагадують сталеплавильні печі. Зі звареної скломаси литтям, витягуванням, прокатуванням, пресуванням та видуванням одержують листи, трубки та інші скляні вироби. Наприклад, труби великих діаметрів виготовляють відцентровим литтям, більшість гранованих виробів, ізолятори, бензовідстійники автомобілів і тракторів – пресуванням. Скло застосовують як прозорий матеріал для колб, освітлювальних ламп, радіоламп тощо.

Щоб мати скловолокно, розплавлене скло пропускають крізь отвір діаметром близько 1 мм, а потім швидко розтягують на нитки до діаметра 0,003...0,006 мм або 0,009-0,017 мм. Волокно скла має високу міцність на розрив; його використовують для виготовлення тканин, стрічок, шлангів, ізоляції, як наповнювач високоміцної пластмаси і т. п.

Скло, яке застосовують у господарстві і промисловості, називається промисловим. Його поділяють на ходове – віконне, дзеркальне, армоване, пляшкове, лампово-ліхтарне і технічне – оптичне, світлотехнічне, конструкційне, безосколкове.

Найширше застосовується силікатне скло кількох груп. Рідке скло (технічний силікат натрію) застосовують як в'язучу речовину для виготовлення цементу, замазки, кислото- і вогнестійких мас, для обмазування покриття електродів, спеціальної обробки деревини.

Емаллю називається склоподібний сплав, яким покривають металеві вироби, щоб надати їм гладенької красивої поверхні і протикорозійної стійкості. Поверхні керамічних виробів покривають скляною масою – поливою. Вона підвищує механічні якості, водо- і газонепроникність, а також надає виробам красивого блиску.

6.2. Будова матеріалів

Тверді тіла, що існують у природі, поділяють на аморфні та кристалічні. Аморфні тіла (скло, каніфоль тощо) характеризуються хаотичним розміщенням атомів.

Основною ознакою кристалічного тіла є впорядкована внутрішня будова. У кристалічних тілах, до яких належать метали і сплави, атоми утворюють правильні геометричні фігури – просторові кристалічні решітки. У кутках кристалічної решітки розміщені позитивно заряджені іони, а між ними – вільні електрони. Решітку з найменшим числом атомів називають елементарною коміркою.

Просторова (кристалічна) решітка металу складається з великої кількості з'єднаних між собою елементарних комірок, всередині яких певним чином розміщуються окремі упорядковані атоми. Зв'язок атомів у кристалічній решітці здійснюється за рахунок притягання між іонами та вільними електронами. Кількість вільних електронів визначає електричні, теплові, магнітні та інші властивості матеріалів.

Просторове розміщення атомів у кристалі може бути різним, отже, і кристалічні решітки можуть бути різними. Найбільш поширені кубічна об'ємноцентрована (рис. 6.2, *а*), кубічна гранецентрована (рис. 6.2, *б*) та гексагональна (рис. 6.2, *в*) кристалічні решітки.

Кубічну об'ємноцентровану решітку мають \square –залізо, хром, ванадій, молібден, вольфрам, кубічну гранецентровану – \square –залізо, алюміній, мідь, нікель, свинець, гексагональну – цинк, магній, берилій, кадмій.

У кубічній об'ємноцентрованій решітці вісім іонів розміщені у вершинах, а один – у центрі куба на перетині

діагоналей. Ця решітка містить дев'ять атомів. У гранецентрованій кубичній решітці іони розташовані на вершинах куба та в центрі кожної грані на перетині діагоналей. Центр куба залишається вільним.

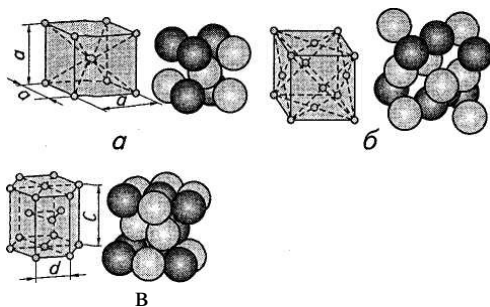


Рис. 6.2. Кристалічні решітки матеріалів

Ця решітка має 14 атомів. Гексагональна щільно упакована решітка – це шестигранна призма. Основи призми – правильні шестикутники. На вершинах і у центрі основ призми знаходяться атоми. Посередині між основами розміщується правильний трикутник з атомами на вершинах. Гексагональна решітка має 17 атомів. Особливо важливо знати будову матеріалів для металів.

У процесі переходу рідкого металу в твердий стан відбувається кристалізація. Швидкість охолодження впливає на розмір кристала. Утворенню крупних кристалів сприяє мала швидкість охолодження, дрібних – велика. За реальних умов кристалізації кристали правильної форми не утворюються. Такі кристали називають зернами.

Форма зерен залежить від умов кристалізації та пластичної деформації. Зі збільшенням деформації зерна витягуються в напрямі деформації – набувають волокнистої структури.

Пластична деформація сприяє певній орієнтації зерен у напрямі інтенсивної пластичності металу, значне деформування металу в холодному стані приводить до напрямленої орієнтації осей кристалографічних зерен, яку називають текстурою. Такий метал має неоднакові властивості в різних напрямках.

Іноді поверхневі шари і серцевина металу деформуються по-різному, внаслідок чого структура металу стає різною. Метал з деформованою після обробки мікроструктурою називають наклепаним. Зміна механічних і фізико-хімічних властивостей металу при холодній пластичній деформації, тобто підвищення його міцності і твердості, називають зміцненням.

Це явище використовують для виготовлення деталей куванням, штампуванням – зовнішніми діями на метал змінюють його структуру і цим цілеспрямовано впливають на його властивості. Таким чином, спрямованим деформуванням, нагріванням, опромінюванням тощо одержують потрібну структуру підвищеної якості.

6.3. Основні властивості матеріалів

Для оцінки придатності матеріалу до використання його у технологічному процесі виготовлення виробу, треба знати його властивості. Матеріали характеризуються фізичними, хімічними, технологічними й механічними властивостями.

Фізичні властивості матеріалів визначають їх намагніченість, теплове розширення, густину (об'ємну масу), тепло- і електропровідність, температуру плавлення й кипіння тощо. Фізичні властивості матеріалів достатньо досліджені і наводяться у спеціальних довідниках.

Важливими, наприклад, для будівельних матеріалів, є густина і пористість. **Густина** характеризує масу матеріалу в одиниці об'єму. **Пористість** характеризує ступінь заповнення матеріалу порами. Пористість – найважливіший показник структури матеріалів, в багатьом визначає їх технічні властивості. Пори в матеріалах можуть бути капілярні і некапілярні. Капілярні, на відміну від некапілярних, можуть заповнюватись водою, іншими рідинами і змінювати властивості матеріалів.

Наявність пор визначають властивості матеріалів поглинати і фільтрувати воду, затримувати воду, бути стійкими до низьких температур (морозостійкість), проводити і утримувати тепло тощо.

Здатність змочуватись водою (гідрофільність) є важливою характеристикою. Добре змочуваними водою (гідрофільними) є матеріали з речовин із вираженим полярним зв'язком молекул – скло, природні і штучні кам'яні матеріали. Матеріали, що не змочуються чи слабо змочуються, відносяться до групи гідрофобних. Створенням на поверхні матеріалів адсорбційного шару поверхнево-активних речовин (ПАР) можна надати властивість відштовхувати воду (гідрофобізація).

Деякі матеріали здатні поглинати водяну пару з повітря в результаті адсорбції, вони відносяться до гігроскопічних матеріалів, інші здатні поглинати й утримувати значну кількість вод за рахунок капілярних пор. Ця властивість називається водопоглинанням і оцінюється відношенням маси води до об'єму матеріалу чи до маси сухого матеріалу у відсотках.

Теплофізичні властивості характеризуються показниками теплоємність, теплопровідність, теплостійкість, жаростійкість, термостійкість, вогнетривкість.

Здатність матеріалів поглинати теплоту при нагріванні на 1 градус називають **теплоємністю**. Для оцінки теплових властивостей використовують показник **питомої теплоємності** – теплоємності одиниці маси матеріалу. Питома теплоємність залежить від структури матеріалів, їх походження, їхньої вологості і температури.

Матеріали здатні не тільки поглинати, в й передавати теплоту. Теплопередача через матеріали здійснюється переважно за рахунок коливання атомів чи руху електронів і має назву **теплопровідність**. Питома теплопровідність λ , $Вт/(м \cdot ^\circ C)$ характеризує кількість теплоти, що проходить в одиницю часу через одиницю поверхні матеріалу при перепаді температур 1 градус.

Теплостійкість характеризує матеріали зберігати експлуатаційні характеристики в умовах високої температури, **жаростійкість** – здатність витримувати тривале нагрівання до $1000^\circ C$ без зміни експлуатаційних характеристик.

Термостійкість – це здатність матеріалів витримувати без руйнування циклічні зміни температури, а зберігати властивості під впливом вогню – вогнестійкість. Так, наприклад, метали

мають вогнестійкість 0,5 години, бетон від 2 до 5 годин, залізобетон 1-2 години. Вогнетривкість – здатність матеріалів протистояти впливу високих температур не розплавляючись.

До **хімічних властивостей** належать стійкість матеріалу до впливу навколишнього середовища (води, вологого повітря, газів, високої температури тощо), тобто його здатність чинити опір окисленню й розчиненню, а також хімічна стійкість до дії кислот і лугів, тобто корозійна стійкість. Хімічні властивості дуже різняться у металів. Так, золото й платина корозієстійкі, залізо, магній, мідь піддаються корозії.

Механічні властивості матеріалів є найбільш важливими і пов'язані з поняттями міцність, пружність, пластичність, твердість, ударна в'язкість тощо.

Міцність – це здатність матеріалів чинити опір дії сил, витримувати навантаження, не руйнуючись.

Пружність – здатність матеріалів повністю відновлювати свою форму й розміри після усунення причин, що спричинили деформацію.

Пластичність – здатність матеріалів незворотно деформуватися (змінювати форму й об'єм) під дією зовнішніх сил, не руйнуючись.

Твердість – здатність матеріалу протидіяти проникненню в нього твердішого матеріалу.

Ударна в'язкість – здатність матеріалів чинити опір динамічним навантаженням.

Витривалість (або втомленість) – здатність матеріалу витримувати повторювані чи знаковмінні навантаження.

Повзучість – здатність матеріалу повільно й безперервно подовжуватися під постійною дією на нього сил, менших за ті, що спричинюють пластичні деформації.

Механічні властивості матеріалів визначають різними способами і засобами. Випробування бувають статичними й динамічними. До статичних належать випробування під дією постійних сил або сил, що повільно зростають, до динамічних – випробування під дією удару чи із застосуванням навантажень, які швидко змінюються.

До перших належать випробування на розтяг, стиск та твердість з визначенням міцності, пластичності, твердості, до других – на ударну в'язкість.

Наприклад, для **визначення міцності** підготовлені зразки з пластичного матеріалу розтягують. Зразки виготовляють круглого або прямокутного перерізу встановлених розмірів. Закріплені у розривній машині зразки поступово розтягують із зростаючою силою. За значеннями навантаження P і видовження зразка L будують діаграму розтягу (рис. 6.3) – залежність між навантаженням розтягу та деформацією, що виникла при цьому. Крихкі матеріали випробовують на і будують відповідну діаграму.

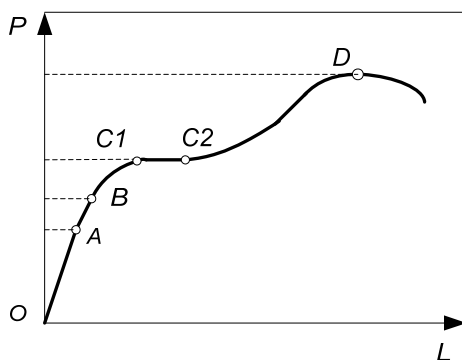


Рис. 6.3. Діаграма розтягу матеріалу

Під деформацією розуміють зміну зразка матеріалу за формою і довжиною. Деформацію називають пружною, якщо після припинення дії зовнішніх сил відновлюються форма та довжина зразка, і пластичною (залишковою), якщо після знімання навантаження не відновлюються форма та довжина зразка.

Силу P , яку може витримати матеріал, називають розривною, а міцність при цій силі – тимчасовим опором (точка D). Тимчасовий опір (границя міцності) на розрив вважається тим умовним навантаженням, яке може витримати матеріал. До точки A відбуваються пружні деформації, спостерігається пропорційність між силою й видовженням (межа

пропорційності), в точці В деформація стає необоротною (межа пружності). Від точки С1 до точки С2 деформації збільшуються при незмінному навантаженні (явище текучості матеріалів), до точки Д навантаження потрібно збільшити до повного руйнування матеріалу.

За властивостями деформуватись матеріали поділяються на пластичні і крихкі. Пластичні матеріали руйнуються зі значними залишковими деформаціями, крихкі – без помітних деформацій. Пластичні матеріали чинять однаковий опір розтягуванню й стисканню. У крихких матеріалів опір розтягуванню значно менший за опір стисканню. До крихких матеріалів відносяться скло, мінерали, цегла, кераміка; до пластичних – метали, пластмаси.

На **твердість** матеріали випробовують вдавлуванням у поверхню випробуваного матеріалу різної форми і розмірів предметів з більш твердого матеріалу. Наприклад, сталевий кульки (Метод Брінелля), алмазного конуса (метод Роквела) чи алмазної пірамідки (метод Віккерса). Твердість визначають за розміром відбитка предмета на досліджуваному матеріалі.

Запитання для самоконтролю:

1. Поняття матеріалознавства. Види матеріалів за походженням.
2. Поняття і суть металевих матеріалів. Їх групи.
3. Види матеріалів за технологією обробки, за виглядом при постачанні, за електропровідністю, за умовами експлуатації.
4. Види основних неметалевих матеріалів.
5. Суть кристалічної будови матеріалів.
6. Поняття густини і пористості матеріалів.
7. Теплофізичні властивості матеріалів.
8. Механічні властивості матеріалів.
9. Діаграма розтягу матеріалів. Її характерні точки.
10. Ділення матеріалів за властивостями деформуватись.

Тема 7. МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ І МЕТАЛОВИРОБИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

План теми:

1. Metали і металеві сплави, їхня класифікація.
2. Загальні відомості про чавун і сталь.
3. Технології одержання чавуну і сталі.
4. Кольорові метали і їх сплави.
5. Технології одержання кольорових металів.
6. Поняття про порошкову металургію.

7.1. Metали і металеві сплави, їх класифікація

Металами називають хімічні елементи, які мають загальні спільні властивості: металевий блиск, пластичність, тепло- й електропровідність. Вони найбільш розповсюджені в природі елементи. Із 107 відомих на сьогодні хімічних елементів, понад 85 – метали.

Атоми металів досить легко втрачають зовнішні електрони і перетворюються на позитивно заряджені іони. Існування водночас нейтральних й іонізованих атомів та вільних електронів є основою уявлень про особливий тип міжатомного зв'язку – металевого, що притаманний тільки металам. В металах постійно відбувається обмін електронами, завжди є певна кількість вільних електронів. Їх наявністю пояснюють спільні для всіх металів властивості: пластичність, непрозорість, блиск, високі електро- і теплопровідність.

Залежно від будови і властивостей метали об'єднують у групи. За загальною і найбільш поширеною класифікацією метали поділяють на дві групи: чорні і кольорові. До чорних металів відносять залізо та його сплави (сталь, чавун), а до кольорових – решту металів.

Чорні метали загалом мають темно-сірий колір, більш високі температури плавлення, значну твердість і щільність. Серед них розрізняють залізні (Fe, Co, Ni, Mn); тугоплавкі (W, Mo, Re, Nb, Ti, V, Cr), температура плавлення яких вища за температуру плавлення заліза (понад 1539 °C); уранові;

рідкісноземельні (La, Ce, Nd, Pr) та інші. У промисловості використовують понад 90% чорних металів.

Для **кольорових металів** характерним є їх забарвлення (червоне, жовте, біле), висока пластичність, низька твердість, відносно низька температура плавлення. Типовим представником цієї групи є мідь і сплави на її основі (бронза, латунь).

Серед кольорових металів розрізняють легкі (Be, Mg, Al); благородні (Ag, Au, Pt) та метали платинової групи (Pd, Ir, Os, Ru, Rh); “наполовину – благородні”, легкоплавкі, а також елементи з послабленими металевими властивостями.

Властивості металів залежать від їх чистоти. Метали у твердому стані можуть мати як кристалеву, так і аморфну будову. Чисті метали в промисловості застосовують в обмеженій кількості. В більшості застосовують матеріали, в яких поєднані два і більше металів чи металів і неметалів – сплави.

В матеріалознавстві сплавом називають поєднання двох або більше елементів сплавленням, спіканням або електролізом.

Зазвичай сплави одержують шляхом розплавлення двох або більше елементів з наступною їхньою кристалізацією (твердінням). Сплав, що виготовлений переважно з металів, називають металевим сплавом.

Складову сплавку називають компонентом. Складових може бути дві, три і більше, а тому сплави бувають дво-, трикомпонентні тощо. Головною умовою утворення сплаву є можливість одержати однорідний рідкий розчин.

У сплаві, крім основних компонентів, можуть бути корисні й шкідливі домішки, а також спеціальні легуючі елементи, які вводять для надання сплаву певних властивостей. Тому структура сплавів складніша, ніж структура чистих металів, і залежить від компонентів, якими можуть бути чисті метали, неметали і проміжні фази постійного складу, що збереглися при плавленні.

Фаза сплаву – це однорідна частина системи однакового агрегатного стану, яка відокремлена від інших фаз системи поверхнею розподілу. Залежно від основного складового компонента розрізняють сплави із залізною, мідною,

алюмінієвою, магнієвою, титановою, олов'яною, нікелевою та іншими основами. Наприклад, залізну основу мають чавуни і сталі, мідну – латуні та бронзи, алюмінієву – деформовані й ливарні алюмінієві сплави.

Сплави можуть бути однофазними та багатофазними. Наприклад, рідина має одну фазу, а під час кристалізації дві – рідку і тверду. Внутрішня будова металевих сплавів різна. У рідкому розплаві компоненти сплаву повністю розчинені один в одному. Проте буває обмежена розчинність або повна нерозчинність, коли рідини не змішуються, а розчин розшаровується залежно від густини компонентів. Нерозчинних рідких металів кілька пар, наприклад сплави Fe-Pb, Fe-Vi, Cu-Pb.

На розчинність компонентів впливають магнітне, електричне й ультразвукове поля, внаслідок дії яких на метали можуть утворитись однофазні рідкі розчини. У процесі кристалізації під час тверднення розплаву компоненти в твердому стані можуть бути простими речовинами. Такий сплав у твердому стані є механічною сумішшю частинок, кристалітів компонентів.

Механічні властивості сплавів визначаються відсотковим співвідношенням їх компонентів. Механічна суміш має добрі механічні й технологічні властивості і дрібнокристалічну будову.

За певних умов кристалізації компоненти розчиняються один в одному, утворюючи однорідні розчини в твердому стані. На відміну від механічної суміші, твердий розчин є однофазним із збереженою кристалічною решіткою одного з компонентів, а атоми одного чи кількох його компонентів змінюють параметри й зберігають загальну кристалічну решітку.

Тверді розчини можуть утворюватися тоді, коли атоми компонентів, що сплавляються, слабо взаємодіють між собою. Компоненти, розчинюючись один в одному, зберігають однорідну будову з деяким спотворенням кристалічної решітки одного компонента іншим.

Основним компонентом, або розчинником, називають метал, кристалічна решітка якого зберігається під час сплавлення.

Розчинним називають такий компонент, який під час розчинення втрачає властиву йому кристалічну будову, а його атоми розміщуються в кристалічній решітці розчинника. Якщо сплавляються метали з однорідною кристалічною решіткою, то розчинником буде метал, концентрація якого перевищує 50%.

Щоб одержати сплав, його складові компоненти необхідно розплавити. Для цього за кривими нагрівання чи охолодження визначають критичні точки. На рис. 7.1 показано зміну температури металу залежно від часу нагрівання і часу охолодження.

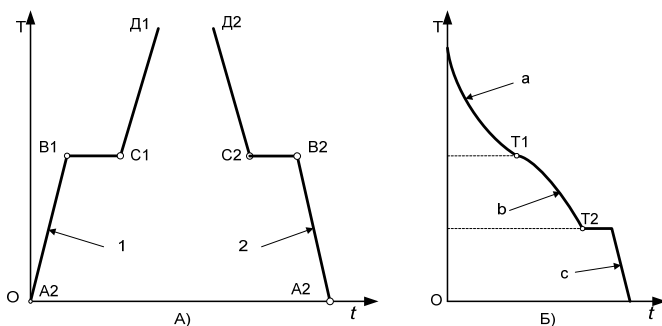


Рис. 7.1. Зв'язок температури і часу (А) при нагрівання (1) і охолодженні (2) металів та при кристалізації сплаву (Б)

З нагріванням металу температура підвищується від точки А1 до В1 (лінія 1). На відріжку В1-С1 температура стала – в цей час відбувається руйнування кристалічних решіток, тобто їх плавлення, яке супроводжується поглинанням тепла, а після повного розплавлення температура знову підвищується (відрізок С1-Д1). Температуру, за якої відбувається процес руйнування решіток, називають температурою плавлення.

Під час охолодження рідкого металу (лінія 2), внаслідок кристалізації, відбувається зворотний процес – на відріжку Д2-В2 температура знижується, на відріжку В2-С2 залишається сталою до завершення кристалізації з виділенням теплоти, а потім, на відріжку В2-А2, знижується до повного охолодження.

Температури, за яких змінюється стан металу, називають критичними. На кривих нагрівання та охолодження точки В1, С1, В2 і С2 – критичні.

Кристалізація сплавів складніша, ніж чистих металів. Відмінність полягає у тому, що чисті метали плавляться та кристалізуються не за певної температури, а в інтервалі температур Т1-Т2 (рис. 7.1, Б). З охолодженням рідкого сплаву температура на відріжку *a* знижується до температури початку кристалізації в точці Т1. У рідкому сплаві з'являються тверді кристали, а на відріжку *b* відбувається кристалізація, яка закінчується за температури Т2, на відріжку *c* твердий сплав охолоджується. Процес тверднення називають кристалізацією.

Чисті метали під час кристалізації мають одну критичну точку, а сплави можуть мати дві, в інтервалі між якими сплав має дві фази: рідкий сплав і тверду фазу (кристали, число яких зростає, в кінці кристалізації рідкий сплав твердіє). Цей процес має важливе практичне значення для визначення властивостей сплаву, режимів його термічної обробки, обробки литтям, тиском тощо.

Так, наприклад, основний компонент багатьох сплавів – залізо, залежно від температури нагрівання може перебувати в кількох модифікаціях. Кожна модифікація заліза має свої певні властивості й позначення: α – залізо, β – залізо, γ – залізо, δ – залізо (у порядку охолодження). Три перші мають кристалічну об'ємноцентровану кубічну решітку, але властивості модифікацій різні, наприклад, α – залізо має добрі пластичність і магнітні властивості, β – й γ – залізо – немагнітні, δ – залізо має кристалічну гранецентровану кубічну решітку, високо пластичне, в'язке й парамагнітне.

Явища перетворення кристалічної решітки в твердому сплаві на решітку нового типу називають алотропними або поліморфними перетвореннями. Наявність кількох алотропічних модифікацій заліза позначається на процесах формування структури і властивостей залізовуглецевих сплавів.

Для вивчення залежності стану сплаву від концентрації та температури будують діаграми стану сплавів, в яких графічно відображають всі параметри. Діаграми зображують фазові стани

сплавів залежно від вмісту вуглецю та температури за умови дуже повільного їх охолодження або нагрівання.

У промисловості виготовляють і використовують різноманітні сплави. Найголовнішими з них є сплави на основі заліза, алюмінію та міді. Рідше використовують сплави на основі цинку, титану, ніобію, цирконію та інших металів. Усіх сплавів налічується кілька тисяч. Класифікують сплави за такими ознаками:

а) За кольором – на чорні і кольорові. До чорних відносяться сплави на основі заліза, до кольорових – на основі кольорових металів. На основі заліза одержують сплави, які називають залізовуглецевими. Залежно від вмісту вуглецю залізовуглецеві сплави поділяють на сталі (до 2% вуглецю) і чавуни (більше 2% вуглецю). Кольорові сплави називають за назвою основного металу: мідні, алюмінієві, нікелеві тощо;

б) За властивостями сплави поділяють на легкі, важкі, легкоплавкі, важко-плавкі, жаростійкі, жароміцні, кислотостійкі та інші.

7.2. Загальні відомості про чавун і сталь

Чавунами називають залізовуглецеві сплави, у яких міститься більше 2% вуглецю і постійних домішок силіцію (Si), марганцю (Mn), сірки (S) і фосфору (P).

Хімічний склад і призначення чавуну залежать від механічних властивостей і стану вуглецю у сплаві. Класифікація чавунів показана на рис.7.2.

У машинобудуванні використовуються чавуни з певним вмістом вуглецю в них. Вуглець може бути в зв'язаному стані, утворюючи цементит, який сприяє появі особливих механічних властивостей, а в зламі має характерний білий колір. Якщо злам сірого кольору, то вуглець у ньому міститься у вільному стані у вигляді графітних домішок кулястої чи пластинчастої форми, завдяки чому він набуває ливарних і механічних властивостей. Залежно від вмісту, розмірів і розміщення графітових включень чавуни поділяють на звичайні, високоміцні, ковкі тощо.

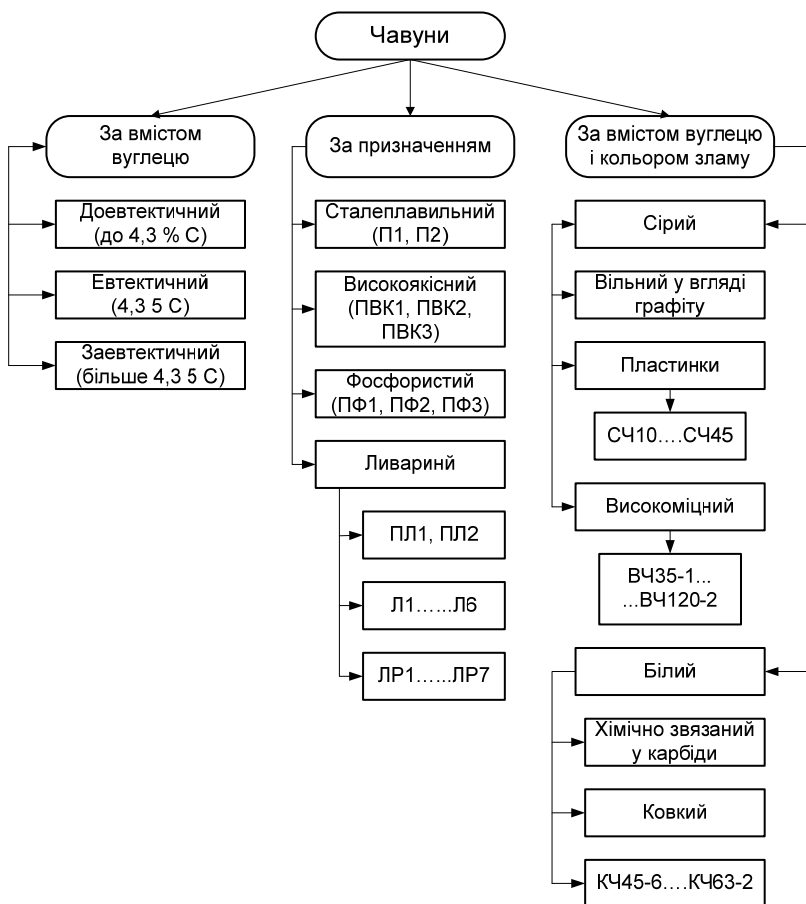


Рис. 7.2. Класифікація чавунів

За кольором зламу чавуни бувають білими й сірими, а за призначенням їх поділяють на переробні, ливарні та спеціальні.

Чавун, який в основному переробляють на сталь, називають переробним, його випускають декількох марок: для сталеплавильного і ливарного виробництва, фосфористий та

високоякісний із вмістом сірки не більше 0,010% і фосфору не більше 0,015%.

З сірого чавуну, який має ливарні властивості, виготовляють виливки, тому його називають ливарним. Ливарний чавун марок виготовляють з вмістом сірки не більше 0,06%. За вимогою споживачів забезпечуються й інші показники якості чавунів.

Спеціальні чавуни використовують для розкислення і легування сталі та сплавів. Вони мають підвищений вміст силіцію або мангану. Виплавляють також хромонікелеві, ванадієві, ферохромові, ферофосфорні та інші леговані чавуни.

Хімічний склад чавуну залежить від призначення виробу. Вуглець, який входить до складу чавуну, може бути у вільному стані у вигляді частинок графіту, вкраплених між зернами заліза, та в хімічно зв'язаному стані у вигляді карбїду заліза Fe_3C (цементиту).

Якщо чавун заливають у піщані форми, то його структура набирає вигляду сірого чавуну, а під час швидкого охолодження (лиття в металеві форми), якщо знижено вміст силіцію чи підвищено вміст мангану, утворюється структура білого чавуну. Білий чавун спеціальною обробкою можна перетворити на ковкий. Різновидом білого чавуну є відбілений чавун, який утворюється під час швидкого охолодження виливка. Виливки з цього чавуну (валки прокатних станів, вагонні колеса) мають твердий поверхневий шар з м'якою основною масою, тобто структура білого чавуну поступово переходить у сірий.

Чавуни, що містять спеціальні леговані домішки (нікель, молібден, хром) або звичайні домішки (силіцій, манган), але в більшій кількості, ніж звичайно, називають легованими. Легуючі складові вводять для одержання виливків із спеціальними властивостями (підвищеною міцністю, ударною в'язкістю, електроопором, кислотостійкістю).

За призначенням виливки поділяють на звичайні машинобудівельні з сірого чавуну, підвищеної в'язкості з ковкого чавуну, поверхневої твердості відбіленого чавуну,

поліпшеними властивостями легованих та модифікованих чавунів. Виливки, які виготовляють з чавуну, не повинні мати дефектів (раковин, тріщин тощо).

Головна характеристика чавуну – рідко-текучість, усадка, схильність до ліквації (неоднорідності), відбілювання, а також здатність піддаватися термічній обробці, модифікації, обробці різанням, зварюванням, змінювати структуру та утворювати тріщини чи не допускати їх появи, раковин тощо.

Маркування та призначення чавуну. Сірий чавун маркують літерами та цифрами. Розрізняють такі марки сірого чавуну: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35, СЧ40 і СЧ45. Виливки із сірого чавуну маркують літерами СЧ і цифрами. Літери означають сірий чавун, число – границю міцності на розтяг. Наприклад, марка СЧ15 означає: сірий чавун з міцністю на розтяг до 150МПа. Високоміцний чавун маркують літерами та цифрами. Розрізняють такі марки: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100. Літери ВЧ означають високоміцний чавун, число – границю міцності на розрив у МПа.

З чавунів незначної міцності виготовляють деталі, що сприймають малі навантаження. Структурно вони складаються з великих пластинок графіту і феритної або феритно-перлітної основи.

Чавуни підвищеної міцності характеризуються дрібними включеннями графіту і перлітною основою. З них виготовляють станини верстатів, поршні та інші деталі. До цих чавунів належать також модифіковані чавуни. З них виготовляють деталі, що постійно спрацьовуються (зубчасті колеса, гальмові колодки тощо). Високоміцні чавуни мають графітові включення у формі дрібних кульок і лінійовану перлітну основу, їм властива висока міцність та пластичність – високоміцний чавун іноді може замінити сталь і кольорові метали та сплави. Такий чавун можна одержати, якщо у рідкий сірий чавун додати чистий магній (0,3-1%) або сплав його з нікелем, міддю, алюмінієм чи силіцієм. Якщо крім магнію в чавун вводять і феросиліцій (0,6-2,2% маси металу), то його якість значно поліпшується.

Модифікуванням чавуну можна регулювати розміри та форму графітових включень, змінюючи фізико-механічні та технологічні його властивості. Як модифікатор використовують присадки феросиліцію, силікатокальцію, церію (до 0,8%). Модифікований чавун застосовують замість ковкого чавуну, сталі та кольорових металів.

Ковкий чавун одержують у процесі відпалювання білого. Ковкі чавуни маркують за границею міцності на розрив і відносним видовженням. Так, марка КЧ37-12 означає: ковкий чавун, границя міцності на розрив 370 МПа, відносне видовження 12%. Деталі з ковкого чавуну мають поверхню з підвищеною стійкістю проти спрацювання, тому на них можна одержати якісну різьбу. Можливість нарізування різьби на деталях з чавуну дає змогу використовувати їх для виготовлення фітінгів трубних з'єднань, тонкостінних деталей тощо. Ковкий чавун, оброблений методом нормалізації, застосовують як замітник антифрикційних матеріалів.

Чавуни, що мають низький коефіцієнт тертя і достатню стійкість проти спрацювання тертям називають антифрикційними. Їх застосовують як матеріали для підшипників кочення, що працюють під великим тиском та за малих швидкостей обертання валу. Антифрикційні чавуни – це замітники бронзи для підшипників ковзання, втулок і деталей, які спрацьовуються тертям.

Сталями називають залізовуглецеві сплави з вмістом вуглецю до 2,14% і домішок силіцію до 0,4%, мангану до 1,1%, фосфору до 0,06% і сірки до 0,07%.

Сталі можуть містити і інші елементи (легуючі), які поліпшують їх властивості. Сталь порівняно з чавуном менш рідкотекуча, легкоплавка і завдяки своїм механічним і технологічним властивостям застосовується як основний конструкційний метал.

Основними класифікаційними ознаками сталі (рис. 52) є спосіб виробництва, ступінь розкислення, характер тверднення, якість, призначення, хімічний склад і структура.

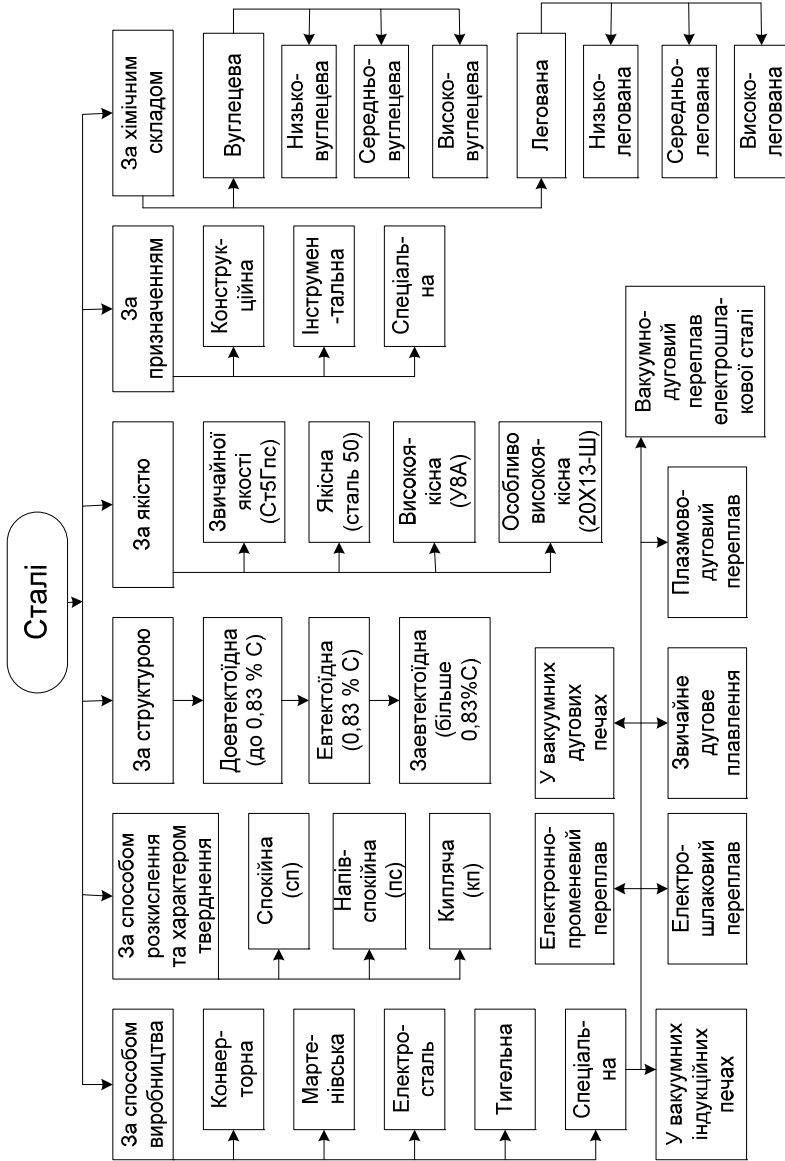


Рис. 52. Класифікація сталей

За способом виробництва сталі поділяють на конверторні, мартенівські, електросталі та сталі, які одержують спеціальною металургією.

За ступенем розкислення та характером тверднення сталь поділяють на спокійну (розкислена повністю), наполовину спокійну (розкислена частково) та киплячу (не розкислена).

За якістю розрізняють сталі звичайної якості, якісні та високоякісні. Якість сталі визначається вмістом шкідливих домішок, неметалевих включень, способом виробництва, сталістю механічних властивостей та хімічного складу. Домішки в сталях поділяють на технологічні (манган і силіцій), шкідливі (сірка, фосфор, кисень, азот), неметалеві включення та ін.

За призначенням сталі поділяють на конструкційні (будівельні та машинобудівельні), інструментальні та спеціального призначення.

Кожна з груп поділяється на більш дрібні підгрупи, що характеризують специфічне призначення сталі, наприклад котельна, суднобудівельна, ресорно-пружинна, шарикопідшипникова, штампувальна, для вимірювальних інструментів. Виділяють групи сталей і за характером їх наступної обробки: листова – для холодної обробки штампуванням, фасонного лиття. До сталей спеціального призначення належать корозієстійкі, жаростійкі, електротехнічні.

За хімічним складом сталі поділяють на вуглецеві та леговані. Вуглецеві сталі поділяють на низько- (до 0,3% C), середньо- (0,3...0,7% C) та високо-вуглецеві (0,7... 1,4% C).

Леговані сталі бувають низького (2% легуючих елементів), середньо- (2-5%) і високолеговані (понад 5%).

Конструкційні сталі. Конструкційними називають сталі, з яких виготовляють деталі машин, конструкцій і споруд.

Конструкційна сталь буває вуглецевою та леговою. З неї виготовляють різні деталі машин, верстатів, кріпильні та інші вироби, їх поділяють на сталі звичайної якості та якісні.

Сталі **звичайної якості** містять підвищену кількість сірки. Залежно від механічних властивостей їх маркують (позначають)

літерами Ст і цифрами від 0 до 6 (умовний номер марки сталі). Чим більша цифра, тим більший відсоток вуглецю в сталі, тим вона твердіша та міцніша з відповідним зниженням пластичності. Наприклад, сталь Ст6 містить близько 0,6% вуглецю з границею міцності на розтяг 600 МПа й більше.

Сталі звичайної якості постачають у вигляді прокату трьох груп: А, Б, В. В сталях групи А завод – виготовлювач гарантує механічні властивості, в сталях групи Б – хімічний склад, а в сталях групи В – механічні властивості і частково хімічний склад.

Позначення “кп” вказує на те, що під час розливання сталь була киплячою, тобто індекси “кп”, “пс” і “сп” означають ступінь розкислення, а Г – підвищений вміст марганцю.

Сталь конструкційна звичайної якості: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст2сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп,...Ст6сп.

Сталі конструкційні якісні відрізняються від сталей звичайної якості меншим вмістом сірки і фосфору та інших шкідливих домішок. Такі сталі маркують **двозначними цифрами**, які означають вміст вуглецю у сотих частках відсотка (0,05-0,9%). Наприклад, сталь марки 10 означає, що вміст вуглецю складає 0,10%.

Якісна сталь містить не більше 0,8% марганцю. Якщо марка сталі має літеру Г, це означає, що вміст марганцю близько 1%, а якщо після літери Г стоїть цифра 2, то сталь містить близько 2% марганцю. Класифікація конструкційних сталей наведена нижче.

Сталь конструкційна якісна: 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 11кп, 15кп, 15пс, 15, 18кп, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58(55пп), 60, 65, 70, 75, 80, 85.

Марки сталі без індексу означають, що сталі спокійні, а індекс “пп” в сталі якісній 58(55пп) вказує, що вона пониженої гартованості, бо містить незначну кількість марганцю та силіцію. Маркування сталей виконують також різними фарбами: Ст0 – червоний і зелений, Ст1 – жовтий і чорний, Ст2 – жовтий, Ст3 – червоний, Ст3Гсп – синій і коричневий, Ст4 – чорний, Ст5 – зелений, Ст5Гсп – зелений і коричневий, Ст6 – синій.

З сталі звичайної якості виготовляють сортовий та листовий прокат, цвяхи, заклепки, болти, труби, невідповідальні конструкції тощо. Вуглецеві якісні сталі використовують для виготовлення балок, осей, залізничних рейок, деталей машин, механізмів тощо.

Інструментальні сталі. Інструментальними називають сталі, з яких виготовляють інструменти для оброблення конструкційних матеріалів та вимірвальні інструменти.

Інструментальною вуглецевою сталлю звичайно називають сталь, яка містить 0,65-1,35% вуглецю. Вуглецеву сталь з більшим вмістом вуглецю не застосовують, бо вона надмірно крихка. За хімічним складом інструментальну сталь поділяють на вуглецеву та леговану.

Вуглецеву інструментальну сталь виплавляють в мартенівських і електричних печах. Ці сталі поділяють на якісні та високоякісні. Якісні сталі маркують літерою У з цифрами від 7 до 13. Літера вказує на те, що сталь вуглецева інструментальна, а цифра визначає вміст у ній вуглецю в десятих частках відсотка. Так, наприклад, сталь У10 містить 1% вуглецю.

Маркування високоякісної вуглецевої інструментальної сталі містить додатково літеру А, наприклад У7А. У високоякісній сталі, порівняно з якісною, менше марганцю та шкідливих домішок (сірки до 0,02%, фосфору до 0,03%). Літера Г в марках (У8Г, У8ГА та ін.) вказує на підвищений вміст марганцю в сталі.

Недоліком вуглецевих інструментальних статей є високий коефіцієнт теплового розширення, низька корозійна стійкість в агресивних середовищах і за високих температур, знижені властивості міцності за підвищених температур та чутливість до перегрівання. Тому інструменти з цих сталей застосовують для різання з невеликими швидкостями. Особливо незадовільно такі інструменти працюють при високій температурі, коли знижується їх стійкість і твердість.

Для поліпшення властивостей сталей в їх склад перед плавленням або під час його додають спеціальні елементи, які називають **легуючими домішками**. До них відносяться: хром,

нікель, марганець, силіцій, титан, вольфрам, молібден, ванадій, алюміній, мідь, кобальт, бор. Сталі з такими домішками називають легованими. Завдяки ним підвищуються міцність, твердість, в'язкість металів тощо. До легованих сталей із спеціальними властивостями належать магнітна, корозійностійка, кислотостійка, жароміцна, окалино-стійка, стійка до спрацювання, з особливим тепловим розширенням і електроопором тощо.

Леговані сталі за призначенням можуть бути конструкційні, інструментальні та спеціальні. За вмістом легуючих елементів ці сталі поділяють на низьколеговані (до 5%), середньо-леговані (5-10%), високолеговані (більше 10%).

Для маркірування легованих сталей прийнята власна система, згідно якої кожному легуючому елементу відповідає певна літера. Основою для маркірування є хімічний склад легованих сталей. Прийнято такі позначення: Х – хром, Н – нікель, Г – марганець, С – силіцій, Т – титан, В – вольфрам, М – молібден, Ф – ванадій, Ю – алюміній, Д – мідь, К – кобальт, Р – бор. Якщо після літери цифра відсутня, то вміст легуючого елемента менше 1%, якщо більше 1%, то після літери пишуть число, яке вказує на відсотковий вміст його в сталі. Додаткова літера А в кінці марки означає, що сталь високоякісна і вміст шкідливих домішок найменший.

Розрізняють леговані сталі на конструкційні і інструментальні за вмістом вуглецю по перших цифрах у марці (до букви). В марках конструкційних легованих сталей перші цифри подають в сотих частках відсотка (дві цифри), а в інструментальних – в десятих (одна цифра). Наприклад:

a) сталь 18Х2Р4Е – конструкційна сталь, що містить 0,18% вуглецю, 2% хрому, 4% бору; 1% нікелю, 1% титану;

b) сталь 30ХГСА – конструкційна високоякісна сталь (є позначення А), яка містить 0,30% вуглецю, по 1% хрому, марганцю і кремнію, високоякісна;

c) сталь 5ХНВ – інструментальна сталь, що містить 0,5% вуглецю, по 1% хрому, нікелю і вольфраму;

d) сталь Х12М – інструментальна сталь, що містить 1% вуглецю, 12% хрому, 1% молібдену.

Марки деяких сталей є винятком із загального правила. Наприклад, в шарикопідшипникових сталях міститься хром, вміст якого вказується в десятих долях відсотка (сталь ШХ15). В марках швидкорізальних сталей вміст вольфраму в процентах вказується після літери Р (сталь Р6М5).

7.3. Технології одержання чавуну і сталі

Чавун виробляють у доменних печах розплавленням шихти, яка складається із залізної руди, палива та флюсів, з використанням гарячого повітря. В процесі виплавляння з руди відновлюється залізо і сполучається з вуглецем та іншими елементами. Спрощена технологічна схема отримання чавуну наведена на рис. 7.4.

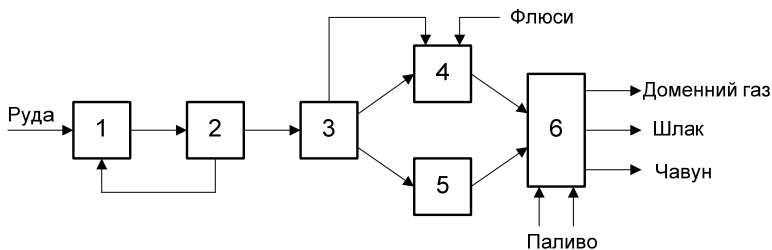


Рис. 7.4. Спрощена технологічна схема отримання чавуну:
 1 – подрібнення руди; 2 – сортування руди; 3 – збагачення руди;
 4 – гранулювання збагачених часток; 5 – агломерація руди;
 6 – плавлення шихти руди в домні

Основними залізними рудами є магнітний залізняк (магнетит), червоний залізняк (гематит), бурий залізняк (лимоніт) і шпатовий залізняк (сидерит). Відновлення руд залежить від щільності та хімічного складу мінералів. Легко відновлюваними є руди, які мають рихлу будову; щільні руди належать до важко відновлюваних. Пуста порода не вносить технологічних ускладнень у переробку. Такі елементи, як фосфор, сірка, арсен ускладнюють переробку і забруднюють метал.

Для доменного процесу потрібно паливо. В якості палива використовують кокс – продукт сухої перегонки кам'яного, вугілля, а також доменний, коксувальний і природний газ, деревне вугілля.

Флюсами називають матеріали, які вступають у взаємодію з пустою породою і золою, утворюючи з ними легкоплавкі комплексні сполуки (шлаки). Флюси залежно від хімічного складу поділяють на основні й кислі. До основних флюсів належать вапняк, доломіт, основні мартенівські шлаки. Кислими є 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 попередньо обробляють: сортують за хімічним складом (усереднюють, змішуючи руди різного хімічного складу), подрібнюють, сортують за розміром, збагачують, випалюють, брикетують або агломерують.

Найефективнішими вихідними матеріалами для доменного процесу є застосування агломерату і окатишів.

Доменна піч (рис. 7.5) – це вертикальна піч шахтного типу, що складається з двох зрізаних конусів, які стикаються своїми основами.

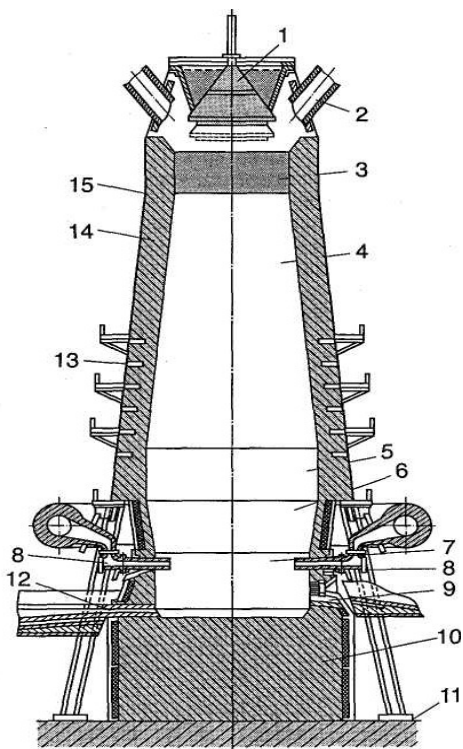
Доменна піч складається з колошника 3 із засипним апаратом 1 і газовідвідними трубами 2, шахти 4, розпару 5, заплечиків 6, горна 7 і фундаменту 11. Дно горна 10 називається подом, або. На дні горна є отвір, який називають чавунною льоткою 12. Вище від чавунної льотки, але з протилежного боку, є шлакова льотка 9. Льотки призначені для випускання через них з печі чавуну та шлаку.

Льотки за допомогою спеціального пристрою забивають вогнетривкою глиною, а коли треба випускати чавун або шлак з печі, в них знову пробивають отвори діаметром 50-60 мм. На верхній частині горна є отвори 8, які називають фурмами. Вони необхідні для розміщення в них мідних або чавунних фурм.

Верхню частину печі, призначену для завантаження, називають колошником. Частину печі, що розширюється, від колошника до найширшої частини конуса називають шахтою, а найширшу частину – розпаром.

Рис. 7.5. Схема доменної печі

- 1 – засипний апарат;
- 2 – газовідвідні труби;
- 3 – колошник;
- 4 – шахта;
- 5 – розпар;
- 6 – заплечики;
- 7 – горн;
- 8 – фурменні отвори;
- 9 – шлакова лъотка;
- 10 – под (лещадо);
- 11 – фундамент;
- 12 – чавунна лъотка;
- 13 – спеціальний охолоджувач;
- 14 – спеціальна кладка з шамотної цегли;
- 15 – кожух



Конусну частину печі між розпаром і горном називають заплечиками, а горном – нижню циліндричну частину доменної печі. Зовнішні стіни кладки печі закриті листовою сталлю – кожухом 15. Внутрішні стінки мають кладку з вогнетривкої шамотної цегли 14 і охолоджуються водою за допомогою спеціальних холодильників 13. Таку вогнетривку кладку називають футеровкою. Вона повинна бути особливо якісною на ділянках горна й заплечиків, де досягається найвища температура.

Повітропідігрівник 10 (рис. 7.6) будують з вогнетривкої цегли і зовні покривають сталевим кожухом. Це звичайна башта діаметром 6-10 м і заввишки до 60 м з вертикальною камерою горіння та насадкою 11.

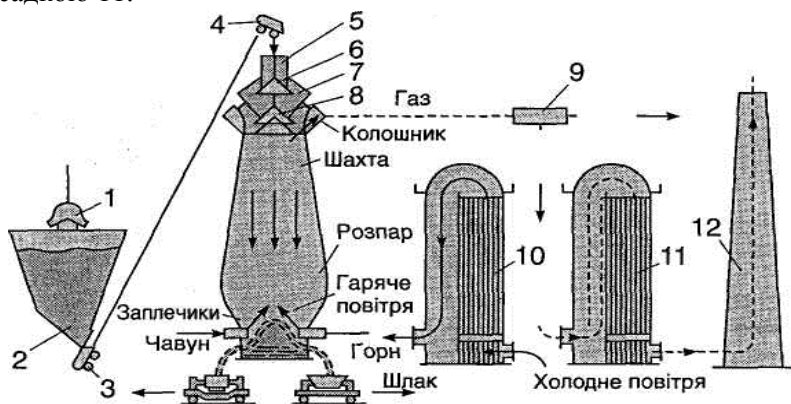


Рис. 7.6. Технологічна схема доменного процесу

Насадка нагрівається, коли крізь неї проходять розжарені гази, що утворюються від спалювання колошникового газу в камері згоряння. Гази, які подаються з колошника, проходять газоочищення 9, нагрівають насадку каупера і виходять через димову трубу 12. При нагріванні насадки до потрібної температури подавання колошникового газу припиняють і через розжарену насадку в зворотному напрямі нагнітають повітря, яке нагрівається і під тиском надходить у доменну піч. Піч обслуговують три-чотири повітропідігрівники, які працюють по черзі.

Для плавлення чавуну залізну руду, паливо та флюси завантажують у доменну піч у певному співвідношенні. Таку суміш називають шихтою.

Шихту завантажують порціями. Всі операції завантажування механізовано й автоматизовано, і шихта надходить через прийомну лійку 5 малого конуса 6, воронку 7 великого конуса 8 порціями по 4-8 т у міру плавлення руди та випускання чавуну. Шихту спочатку подають у вагон-терези 1, потім через воронку 2 – у вагонетки 3, які рейками похилого підйомника піднімаються до верхньої точки 4 засипного апарата.

Доменні печі мають підйомні та завантажувальні механізми, повітрودувні машини, мостові крани, прийомні бункери, ковші, нагромаджувачі (міксери), машини для забивання та розкривання льоток, прилади для контролювання та автоматизованої виплавки.

Виплавка чавуну має такі стадії (рис. 7.7): горіння вуглецю палива, розкладання компонентів шихти, відновлення заліза з його оксидів, вуглецювання відновленого заліза та утворення чавуну і шлаків.



Рис. 7.7. Технологічна схема одержання чавуну

Чавун і шлак, які утворилися в печі, випускають через льотки: чавун – через 1,5-2 год, шлак – через 1 год. Чавун виливають у спеціальний ківш місткістю 60-100 т для вивезення його з доменного цеху на дальшу переробку. Більшу частину чавуну зливають у ківші місткістю 600-2500 т для його стабілізації за хімічним складом і температурою, часткового вигорання з нього сірки. Шлак використовують як будівельний матеріал для виготовлення цегли, брусчатки, шлакоблоків, шлаковати тощо. Більшу частину його гранулюють і використовують як сировину для виготовлення цементу. Доменний колошниковий газ після очищення від пилу використовують як теплоносій. Колошниковий пил використовують для виробництва агломерату.

Головні напрями удосконалення доменного виробництва – збільшення потужності печей, поліпшення їх конструкції та якості шихтових матеріалів, застосування самоплавильного офлюсованого агломерату, зволоженого повітря та повітря, збагаченого киснем, природного газу, підвищення температури дуття.

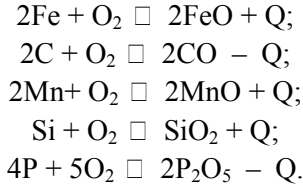
Сталь отримують (варять) у конверторах, мартенівських, електричних і плазмових печах.

Спосіб одержання сталі визначається вибором сталеплавильного агрегату, джерелом теплової енергії та складом шихти. Сировиною для виробництва сталі є переробний чавун, лом (скрап), флюси, окислювачі та легуючі елементи. Основу шихти складають чавун і лом, вони становлять понад 90% маси шихти.

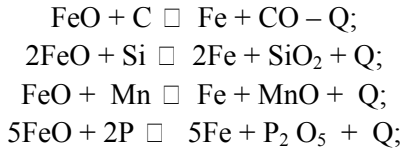
Лом (скрап) – це металеві відходи, отримані в машинобудуванні в процесах штампування, різання, бракована продукція тощо.

Флюси – це складова шихти, яка потрібна для виведення з породи попелу, сірки та фосфору. В процесі виплавляння сталі флюсами є вапняк (CaCO_3) і вапно (CaO). На відміну від варіння чавуну при варінні сталі відбуваються реакції окиснення компонентів сировини – заліза, вуглецю та домішок.

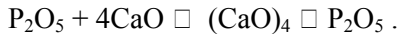
Суть отримання сталі із чавуну полягає в такому. При високих температурах окиснення компонентів шихти відбувається спочатку за рахунок кисню, який міститься в атмосфері над шихтою та її розплавом. Окислюються залізо, вуглець, марганець, кремній, фосфор, сірка тощо:



Утворені продукти реакції (шлак) спливають на поверхню розплаву та захищають його від подальшої дії кисню атмосфери. Оксид заліза (FeO), який утворився в розплаві, розчиняється в ньому і окислює вуглець і домішки:



Сполука P_2O_5 в розплаві нестійка, розпадається і фосфор знову повертається в нього. Щоб запобігти цьому, до складу шихти додають флюси у вигляді вапняку або негашеного вапна, які зв'язують і виводять з розплаву:

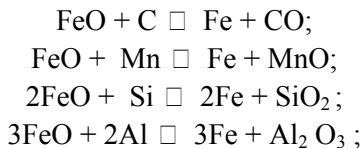


Одночасно з виведенням фосфору відбувається виведення з розплаву сірки:



У розплаві залишаються залишки оксиду заліза, для його виведення у розплав додають домішки-розкислювачі.

Розкислювачами слугують сплави заліза з марганцем, заліза з кремнієм, алюміній а також частково вуглець, який міститься в розплаві. Реакції розкислення мають вигляд:



У результаті розкислення відновлюється залізо і утворюються оксиди, які переходять у шлак. що спливає на поверхню розплавленої рідкої сталі.

Залежно від того як добре очищений сплав від оксиду заліза, сталі і поділяють на спокійні (добре очищені), напівспокійні (частково очищені) і киплячі (погано очищені).

В металургійній промисловості процес виплавляння сталі здійснюють в трьох видах агрегатів: конвертерах, мартенівських і електричних печах.

Кисневий конвертер являє собою грушовидної форми посуд із листової сталі, обкладений з середини вогнетривкою доломітовою цеглою. Верхня частина конвертера має горловину, через яку заливають рідкий чавун і завантажують шихту з флюсів, домішок. Після цього у середину посуду опускають спеціальний пристрій – фурму, через яку під тиском 0,9-1,4 МПа подають кисень для окислення вуглецю та домішок. Фурми охолоджують водою. Необхідна температура процесу підтримується за рахунок екзотермічних окислювальних реакцій.

Тривалість плавки складає 30-40 хв. Частину флюсів і легуючі домішки додають в процесі варіння сталі. Після закінчення плавки фурми витягають, конвертер повертають у горизонтальне положення і випускають сталь через отвір – льотку у ківш, а через горловину зливають шлак у шлаковози. Розкислювачі додають у сталь під час випускання її у ківш.

У кисневих конверторах отримують вуглецеві сталі й частину мало легованих. Об'єм сучасних конверторів становить 250-400 т.

Процес отримання сталі у конверторах є прогресивним, не потребує палива, його продуктивність 400-500 т сталі за годину. Недолік – відносно низькі температури (1200-1300 °С) і неможливість у зв'язку з цим переплавити відходи заліза і лом.

Мартенівська піч – це агрегати для безперервного варіння сталі. Вона має плавильний простір у вигляді ванни і бувають одно ванними, двованними, стаціонарними, рухомими тощо.

Ванну викладено з середини з вогнетривкої цегли, в передній стінці є вікна, через які завантажують чавун, лом, залізну руду, флюси і слідкують за процесом варіння сталі. Ванна зверху має склепіння і утворює разом з ним плавильний простір. Готову сталь випускають через отвори – льотки в задній стінці або внизу ванни.

Вікна закривають заслінками, а отвори щільно забивають вогнетривкою глиною. Ці вогнетриви перед випуском сталі вибивають.

Складовою частиною печей є регенератори – камери, які викладені вогнетривкою цеглою і призначені для нагромадження теплоти пічних газів з подальшим її використанням для підігрівання повітря та газового палива.

Необхідну температуру в печі на металургійних заводах підтримують за рахунок спалювання палива – суміші доменного і коксового газів, а також природного газу. Суміш згорає у самій печі, плавильний простір нагрівається до 1700°C . Мартенівські печі на машинобудівельних заводах працюють на рідкому паливі – мазуті, який розпилюється форсунками під високим тиском.

У мартенівських печах сталь виплавляють з твердого чи рідкого чавуну, сталюого и чавунного лому з додаванням залізної руди, флюсів і феросплавів. При цьому побічний продукт плавлення – мартенівський шлак. Мартенівський процес виплавляння зводиться до фізико-хімічної взаємодії між металом, шлаком, газів при високих температурах. Основне завдання процесу – зменшення вмісту в сталі вуглецю, марганцю і кремнію та максимальне видалення шкідливих домішок.

Завантажують мартенівську піч за допомогою спеціальних механізмів, спочатку завантажують частину лому (скрап), потім додають до нього вапняк і залізну руду. Після прогрівання додають решту лому і нагрівають до температури плавлення чавуну, заливають розплавлений чавун. Завершується варіння сплаву кипінням розплаву, під час якого розплав перемішується, вирівнюється його температура і хімічний склад, вуглець видалається у вигляді бульбашок.

Після цього до розплаву додають розкислювачі – феросплави (FeMn і FeSi) для зменшення оксиду заліза в розплаві та легуючі домішки.

Готову сталь виливають у заздалегідь підігрітий ківш з додаванням при потребі додаткової кількості розкислювачів.

Загальна тривалість плавлення складає 6-12 год. Об'єм мартенівських печей від 100 до 1000 т, продуктивність 8-12 т/м² печі, піч може витримати до ремонту від 200 до 1000 циклів

варіння. У мартенівських печах виплавляють якісні вуглецеві конструкційні і якісні інструментальні сталі, а також леговані сталі.

Електричні печі – це агрегати для варіння сталі з використанням електричного струму. Для варіння сталі використовують дугові та індукційні печі.

Дугова електрична піч виготовлена у вигляді сталюого циліндра з плоским дном, який усередині викладений вогнетривкою цеглою. Склепіння має отвори для електродів, які виготовлені з графіту чи вуглецю і мають довжину до 2 м та діаметр до 40-50 см. Число електродів відповідає числу фаз електричного струму. Корпус у стіні має вікно, через яке завантажують розкислювачі, беруть проби металу на аналіз. Для завантаження основної сировини (чавун, лом, легуючі домішки) склепіння (верх) печі піднімають або зсувають вбік. Нагрівають і розплавляють шихту теплотою, яка виділяється під час горіння електричних дуг між електродами та шихтою. В процесі варіння сталі графітові електроди згорають і їх замінюють іншими.

Випускають готову сталь через отвір – лютку по жолобу, при цьому піч, яка стоїть на спеціальних роликах, повертають навколо горизонтальної осі. В електропечах використовують трьохфазний струм. У плазмі дуги температура досягає 4000-10000 °С. В електропечах переплавляють в головному металевий лом і відходи, чавун додають після розплавлення шихти в кількості 5-10% для забезпечення кипіння сталі.

В електричних печах вплавають високоякісні сталі з низьким вмістом вуглецю і шкідливих домішок, зокрема тугоплавкі метали. Витрати електроенергії на роботу печі складають 500-600 кВт год., витрати електродів – 6,5 кг на 1 т сталі. Об'єм електричних дугових печей від 2,5 до 200 т, тривалість варіння сталі 2-6 год.

Індукційна електрична піч заснована на передачі електромагнітної енергії шляхом індукції. Така піч являє собою трансформатор, первинна обмотка якого (індуктор) підключена до джерела електричного живлення, а вторинним короткозамкненим контуром є метал, що нагрівається.

Індуктор виготовляють із мідної трубки у вигляді багатовиткової спіралі, яка охоплює керамічну ємність – тигель. Для охолодження індуктора використовують воду, що циркулює постійно всередині трубки-індуктора. Об'єм таких печей невеликий – від 60 кг до 25 т.

При пропусканні струму через індуктор, метал у тиглі знаходиться у швидкозмінному постійному електромагнітному полі і розігрівається індукованими в ньому вихровими струмами.

У індукційних печах переробляють чисті шихтові матеріали і отримують однорідні сплави точного складу. В них варять багато леговані сталі та сплави спеціального призначення, з малим вмістом вуглецю. Недоліки індукційних печей – малий робочий об'єм тиглів, відносно невеликий термін використання і значна вартість електричного обладнання

7.4. Кольорові метали і їх сплави

Кольорові метали та їх сплави (мідь, латунь, бронза, алюміній, магній, цинк, свинець, олово, титан, нікель, кобальт,) широко застосовують в процесі виготовлення різних деталей.

Кольорові метали поділяють на благородні, важкі, легкі та рідкісні. До благородних належать метали з високою корозійною стійкістю: золото, платина, паладій, срібло, іридій, родій, рутеній та осмій. Їх використовують у вигляді сплавів у електротехніці, електровакуумній техніці, приладобудуванні, медицині.

До важких належать метали з великою щільністю: свинець, олово, хром, вісмут, ртуть, мідь, цинк, нікель, кобальт, манган, стибій, арсен. Важкі метали застосовують головним чином як легуючі компоненти. А такі метали, як мідь, свинець, цинк, частково кобальт, використовують і в чистому вигляді.

Легкі метали – це метали з щільністю менше 5 г/см^3 : літій, калій, натрій, рубідій, кальцій, магній, берилій, алюміній, титан. Їх застосовують як розкислювачі металів і сплавів, для легування, в піротехніці, фотографії, медицині.

До рідкісних належать метали з особливими властивостями: вольфрам, молібден, тантал, ванадій, селен, телур, індій, германій, церій тощо. Використовуються вони в сплавах як легуючі метали.

Мідь і її сплави. Чиста мідь має високу пластичність, електро- і теплопровідність, корозійну стійкість. З чистої міді виробляють електричні проводи, кабелі, деталі приладів і електричних машин. Мідь добре обробляється тиском і витягується в тонкі листи (фольгу) завтовшки 0,05-0,06 мм, в дріт діаметром 0,02-0,03 мм. Марки міді розрізняють залежно від чистоти. Приблизно 75% міді витрачається

на сплави з іншими металами – цинком, оловом, свинцем, і алюмінієм. Сплави на мідній основі об'єднуються в дві основні групи: латуні та бронзи.

Латунню називають сплав міді з цинком. Коли цинку менше 20%, латунь називають томпаком. Латунь позначають літерою Л та цифрами, що відповідають відсотковому вмісту міді в сплаві. Якщо в латуні, крім міді та цинку, є інші домішки, то після літери Л ставлять позначення домішок, а далі – цифри, що вказують на середній вміст (у відсотках) компонентів латуні. Таку латунь називають відповідно до введених домішок. Наприклад, марка ЛС59-1 означає: латунь свинцевиста з 59% міді, 1% свинцю та 40% цинку (різниця суми свинцю і міді від 100%).

За технологічними ознаками латуні поділяють на ливарні та такі, що обробляються тиском (деформовані). Для покращення механічних властивостей та оброблюваності латуні в мідно-цинковий сплав додають 2-8% заліза, алюмінію, нікелю та інших елементів. Такі латуні називають спеціальними.

Бронзою називають сплав міді з оловом та іншими елементами, крім цинку. Розрізняють прості та спеціальні бронзи. В спеціальній бронзі олово замінено свинцем, алюмінієм, залізом, марганцем, кадмієм, берилієм. Залежно від хімічного складу такі бронзи називаються свинцевистими, алюмінієвими, марганцевистими, берилієвими тощо. Як і латуні, бронзи поділяють на ливарні і деформовані.

Принцип позначення бронзи такий, як і латуні, з тією лиш відмінністю, що цифри за літерами вказують лише на середній відсотковий вміст домішок у сплаві (решта – мідь). Наприклад, БрОЦСН-3-7-5 означає: бронза з вмістом 3% олова, 7% цинку, 5% свинцю та до 1% нікелю, 84% міді.

Алюміній та його сплави. Алюміній має добру пластичність, електро- і теплопровідність, високу корозійну стійкість у прісній воді, за атмосферних і деяких інших умов. На повітрі поверхня алюмінію покривається тонкою плівкою оксиду алюмінію Al_2O_3 , яка захищає від окислення нижчі шари металу. Сплави алюмінію поділяються на ливарні і деформовані. Найчастіше застосовується з ливарних сплавів силумін, а з деформованих – дюралюміній.

Силумін – сплав алюмінію з 8-14% силіцію. Він має добрі ливарні властивості та використовується для лиття складних

деталей у піщані форми, у кокіль і під тиском. З силуміну виготовляють деталі електровимірвальних, суднових та інших приладів.

Дюралюмінієвими називають сплави алюмінію з міддю (2,25-5,2%), магнієм (0,2-1,8%) та марганцем (0,1-1%). Вони мають достатньо високу міцність, пластичність і поділяються на три групи: нормальний дюралюміній, дюралюміній підвищеної пластичності, дюралюміній підвищеної міцності. З нормального дюралюмінію виготовляють листи, стрічки, дріт різних профілів; з дюралюмінію підвищеної пластичності – заклепки; з дюралюмінію з підвищеною міцністю, як і з нормальною, – різні напівфабрикати, крім штампованих деталей.

Магній та його сплави. Магній має добру гнучкість, ковкість, твердість за невеликої в'язкості, нестійкий до корозії, легко окислюється й горить яскравим полум'ям за температури 600 °С. Чистий магній застосовують в піротехніці для освітлення, як розкислювач, як відновник в процесі хімічних реакцій, для виготовлення терміту, який використовується під час зварювання.

Магній розповсюджений у вигляді сплавів, які в 1,5 рази легші за алюмінієві, добре обробляються різанням і порівняно міцні. До недоліків належать легка окиснюваність і самозаймистість, що вимагає проводити плавлення та розливання сплавів під шаром флюсів або у вакуумі. Введення у магнієві сплави невеликої кількості берилію, титану та інших елементів покращує їх властивості.

Сплави магнію використовують для виготовлення корпусів і деталей друкарських та лічильних машин, оптичних приладів, фото- і кіноапаратури, авіаційних деталей тощо. Магнієві сплави поділяють на ливарні та деформовані. Перші позначають літерами МЛ з цифрами 2-15, а другі – МА з цифрами 1-5. бронзи такого складу: 30-60% свинцю, 40-70% міді та в деяких марках 2,5% нікелю. Невисокі тиск та швидкість дозволяє застосовувати сплави на цинковій, залізній та інших основах.

Титан і його сплави. Титан – метал, який має значну міцність, міцніший від заліза. Особливість титану в тому, що він легкий, його міцність майже не змінюється за умов нагрівання до 400 °С, високостійкий в агресивних середовищах, тобто корозієстійкий у морській воді, багатьох кислотах і лугах. Ці

властивості є наслідком утворення на поверхні титану стійкої оксидної плівки. Температура плавлення титану 1665 °С. Титан срібно-білого кольору з голубуватим відтінком. Титан можна зварювати в атмосфері захисних газів.

Технічно чистий титан містить незначну кількість домішок заліза, мангану, алюмінію, вуглецю, силіцію, нікелю, кисню, азоту, водню. Виробляють титан марок ВТ1-00 (99,53% Ti), ВТ1-0 (99,48% Ti), ВТ-1 (99,44% Ti). З нього виготовляють листи, труби, прутки, дріт, напівфабрикати.

Титанові сплави, до складу яких входять алюміній, вольфрам, ванадій, манган, молібден, ніобій, хром, можуть бути одно- і двофазні. Останні характеризуються кращими якостями: питомою міцністю, стійкістю до повзучості, корозії, руйнування за високих температур і властивістю зберігати пластичність за низьких температур, тому їх можна використовувати у криогенній техніці.

Титанові сплави – важкооброблювані матеріали, деталі з них виготовляють литтям, штампуванням, витягуванням, гнуттям. Залежно від властивостей сплави поділяють на деформовані, наприклад ВТ4, ВТ6, ВТ14, і ливарні – ВТ5Л, ВТ14Л, ВТ21Л. Сплави можуть бути нормальної міцності, високоміцні, жароміцні, підвищеної пластичності.

Нікелеві сплави. Нікель має велику міцність, пластичність і корозіє-стійкість, цими ж властивостями володіють і його сплави. Представниками нікелевих сплавів є ніхроми, німоніки, монель-метали тощо. В ніхромах основним легуючим елементом хром. Ці сплави дуже жаростійкі, витримують нагрівання до 800-1000 °С, з них виготовляють нагрівні елементи.

Німоніками називають сплави, до складу яких крім хрому входять титан, алюміній, молібден, вольфрам. З них виробляють деталі машин (газових турбін), які працюють постійно тривалий час при температурах 650-850 °С.

Монель-металами називають сплави нікелю з міддю, залізом та марганцем. З них виготовляють монети, медичні інструменти.

До сплавів з надзвичайними властивостями відносяться сплави, що пам'ятають свою форму, тобто в процесі нагрівання здатні відновлювати початкову форму. Таким сплавом є нітиноль, що складається з 50% нікелю та 50% титану. Прикладом виробу з

нітинолю є заклепки, що самостійно запресовуються в отворах. Використовують ці властивості і в медицині.

7.5. Технології одержання кольорових металів

Руди кольорових металів відрізняються великою різноманітністю сполук, тому способи виробництва кольорових металів складніші, ніж чорних. Перед плавленням руду збагачують, бо для комплексної переробки необхідне виділення всіх її компонентів.

Прикладом може бути виробництво міді з сірчистих руд (колчеданів) з виділенням арсену, селену, телуру, золота, срібла та сірчистого газу. Мідь з руд одержують сухим (пірометалургійним) та мокрим (гідрометалургійним) способами (рис. 7.7).

За структурою мідні руди складаються з невеликої кількості мідних мінералів і пустої породи кремнезему SiO_2 , глинозему Al_2O_3 , оксиду кальцію CaO , оксиду магнію MgO тощо. До 80% міді виплавляють із сульфідних руд, 15 – із окислених руд і лише 5 – із самородної міді. Мідні руди містять 1-2% металів. Придатною для переробки вважається руда, що містить більше 0,5% міді, а руди, в яких понад 3% міді, називають багатими.

Руди, які містять менше 3% міді, перед плавленням збагачують. Це дає змогу використати цінні метали чи мінеральні речовини, які містяться в будь-якій руді. Збагачують руди мокрим і флотаційним способами.

Після збагачення руда містить 15-40% чистої міді і її називають концентратом. Крім міді концентрат містить 15-35% сірки, 15-37% заліза, в незначній кількості кремнезем, оксиди алюмінію та кальцію, домішки цинку, нікелю тощо.

Концентрат і багаті руди випалюють за температур 600-900 °С у багатоподових печах чи в печах з шарами киплячого концентрату з метою окислення заліза, видалення сірки, арсену, стибію тощо. Мідний концентрат плавлять і одержують штейн – сплав сірчистих сполук міді та заліза $(\text{Cu}_2\text{S})_2\text{FeS}$, проміжний напівфабрикат містить 40% міді. Для цього застосовують шахтні або полумявідбивні печі, які

працюють на порошковидному, рідкому або газовому паливі, що нагріває плавильний простір до температури 1600 °С. Застосовують також і електродугові печі.

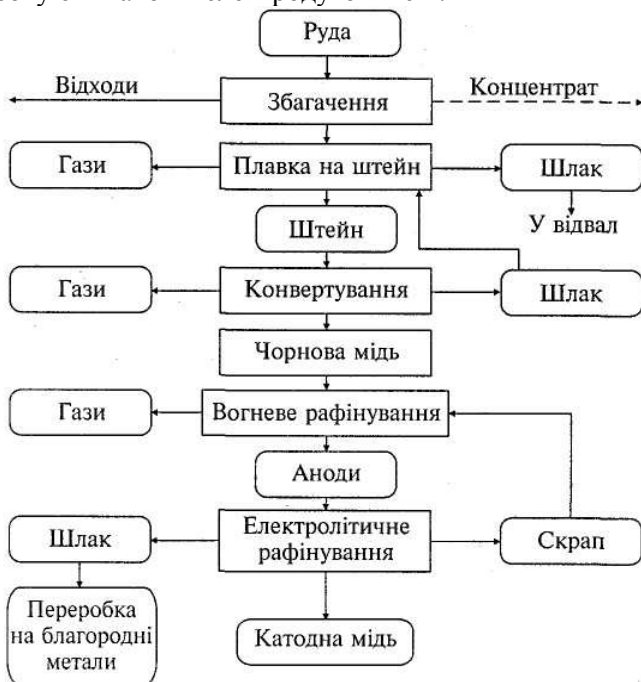


Рис. 7.7. Технологія виробництва міді пірометалургійним методом

Штейн переробляють у чорнову мідь у вертикальних або горизонтальних конверторах. Цю мідь називають чорною, вона містить 98-99% міді та 1-2% заліза, цинку, нікелю, арсену, стибію, кисню, сірки. Чорнову мідь очищають від домішок вогневим, пірометалургійним або електролітичним рафінуванням.

Одержану після рафінування технічну (червону) мідь (99,5-99,7% Cu) використовують для виготовлення деталей прокатуванням, сплавів і для подальшого рафінування. Електролітичне рафінування забезпечує одержання більш чистої міді в електролітичних ваннах. Електролітом є суміш водних розчинів мідного купоросу Cu SO_4 та сірчаної кислоти H_2SO_4 . У ванну опускають аноди із чорної міді чи

міді, рафінованої вогневим способом, і катоди з тонких пластин з чистої електролітичної міді товщиною 0,5-0,7 мм. Вмикають постійний електричний струм напругою 2-3 В і щільністю 100-260 А·м².

Під час протікання струму в електроліті аноди розчиняються і мідь осідає на катодах. Домішки осідають на дні ванни у вигляді шламу, з якого спеціальною переробкою добувають благородні метали (платину, золото, срібло, телур).

Алюміній одержують з алюмінієвих руд складними пірометалургійними та хімічними процесами, за яких, крім руди, потрібні плавиковий шпат як сировина переробки для виробництва кріоліту та інших фтористих солей, та чисті вуглецеві матеріали.

Технологія виробництва алюмінію (рис. 7.8) складається з самостійних операцій: одержання глинозему (оксиду алюмінію), кріоліту, виготовлення електродів для електролізного виробництва алюмінію-сирцю.

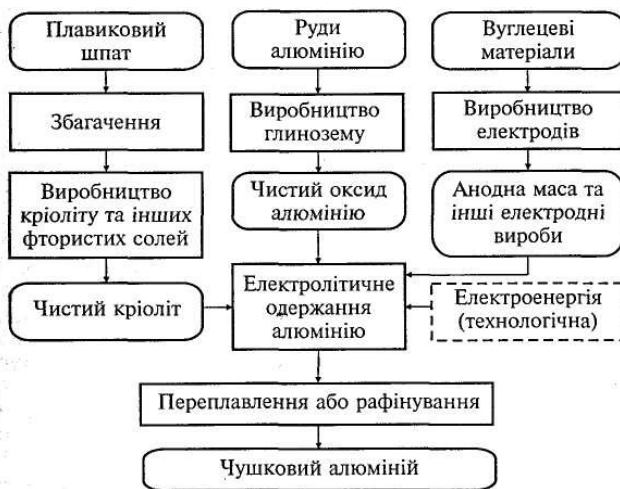


Рис. 7.8. Технологічна схема одержання алюмінію

Алюміній в природі знаходиться в алюмосилікатних гірських породах у сполуках, що містяться в глиноземі. Поширений у гірських породах земної кори (8,8%): в бокситі, нефеліні, алуніті та каоліні (глині), але рудами є лише

породи, багаті на глинозем.

Виробництво алюмінію складається з одержання глинозему з бокситів, нефелінів, алунітів, каолінів і деяких інших глин і електролітичного відновлення алюмінію з розплавленого глинозему, розчиненого в кріоліті Na_3AlF_6 . Для вилучення глинозему з руд застосовують сухий лужний, мокрий лужний і електротермічний способи.

Металевий алюміній відновлюють електролізом у печах, які називають електролізерами (рис. 7.9). Електролізер складається із сталевого кожуха 1, викладеного зсередини двома шарами 2 і 3 теплоізоляційної футеровки з вогнетривкої цегли та вугільних блоків шин 9, до яких підводять від'ємний полюс постійного струму, вугільних блоків 6, кінці яких занурено в електроліт 8, – вони є анодом, до яких шинами 7 підводять позитивний полюс.

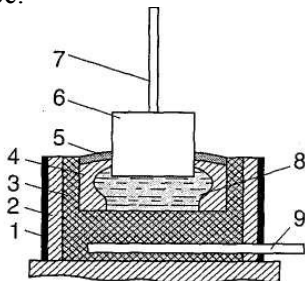


Рис. 7.9. Схема алюмінієвого електролізера:

- 1 – сталевий кожух; 2,3 – теплоізоляційні шари з вогнетривкої цегли;
- 4 – тверда кірка електроліту; 5 – глинозем; 6 – вугільні блоки;
- 7 – з'єднувальні шини струму позитивного полюсу; 8 – електроліт;
- 9 – вугільні блоки з від'ємним полюсом струму

Електроліз відбувається за температури 950-1000 °С, напруги струму 4-10 В, сили струму до 150 000 А. Розплавлений кріоліт і глинозем відповідно 94-90% і 6-10% знаходяться в електролізері, заповнюючи його робочий об'єм. Вони є електролітом для електролізу під час пропускання постійного струму. Електроліт зверху та з боків на холодних стінах утворює тверду кірку 4, яка зменшує тепловитрати та випаровування електроліту. На кірку періодично подають глинозем 5, а алюміній, що утворюється на дні ванни, в рідкому стані випускають через 3-4 доби, використовуючи для цього

випускний отвір. Одержаний алюміній має домішки заліза, силіцію тощо, які вилучають електролітичним рафінуванням. Рафінуванням можна одержати алюміній чистотою 99,999%.

Титан одержують декількома способами. Всі вони включають збагачення руди та одержання концентрату, який містить до 99% оксиду титану. Одним з розповсюджених способів виробництва титану є магнієтермічний, що складається з одержання чотирихлористого, а потім металевого титану. Титан поширений у природі у вигляді сполук. Відомо близько 60 мінералів, які містять титан, але добувають його з таких руд, як ільменіт $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$, рутил TiO_2 , перовскит $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ і сфен (титаніт) $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$. Технологія виробництва титану (рис. 7.10) включає одержання концентрату чотирихлористого титану TiCl_4 , губчастого титану (відновлюванням магнієм або іншими відновниками) та зливків титану (плавленням).

Титанові руди збагачують електромагнітним способом (ільменіт), флотаційним (рутил), гравітаційним тощо. В результаті одержують концентрат, який разом з коксом брикетують і завантажують у електропечі з магнезитовою футеровкою. Відновлювальною плавкою одержують мало-вуглецевий чавун і шлаки, які містять 65...85 % TiO_2 , 10... 15 % ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO}$), Al_2O_3 , FeO та інші оксиди. Потім порошкоподібний шлак і матеріал, що містить вуглець, брикетують, вміст вуглецю в брикетах повинен становити 17-20%.

Процес одержання титану має кілька етапів: в електричних шахтних печах хлоруванням з TiO_2 одержують чотирихлористий титан, а потім відновлюють титан воднем, натрієм і магнієм у електропечах. Хлорування супроводжується утворенням домішок SiCl_4 , FeCl_3 , MgCl_2 . Температура плавлення чотирихлористого титану 23 °С, а кипіння – 136 °С, тому він утворюється в газоподібному вигляді та проходить складну конденсаційну систему установок охолодження та очищення. Відновлення металевого титану з чотирихлористого можливе розкладанням його натрієм і магнієм, відновленням оксидами та тетрахлоридами титану кальцієм, електролізом хлористих і фтористих сполук титану.

У результаті відновлення одержують титанову губку та рідкий хлористий магній, з якого електролітичним способом виробляють

магній. Титанову губку після подрібнення, сортування та очищення переплавляють у вакуумній дуговій або індукційній електропечі, одержуючи зливки.

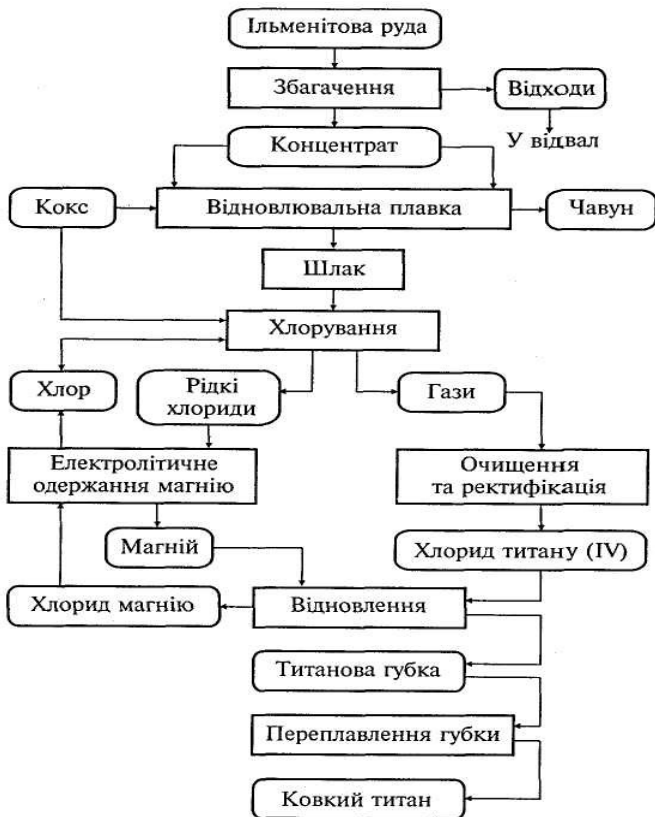


Рис. 7.10. Технологічна схема одержання титану

До перспективних способів одержання титанових зливок належать електрошлаковий та електронно-променевий.

Магній виробляють електролітичним і термічним способами. Суть процесу (рис. 7.11) полягає у відновленні його з руд термічним способом та електролізом рідкого хлористого магнію електролітичним способом. Магній входить до складу магнезиту

MgCO₃, доломіту MgCO₃·CaCO₃, бішофіту MgCl₂ · 6H₂O, карналіту MgCl₂·KCl·6H₂O тощо.

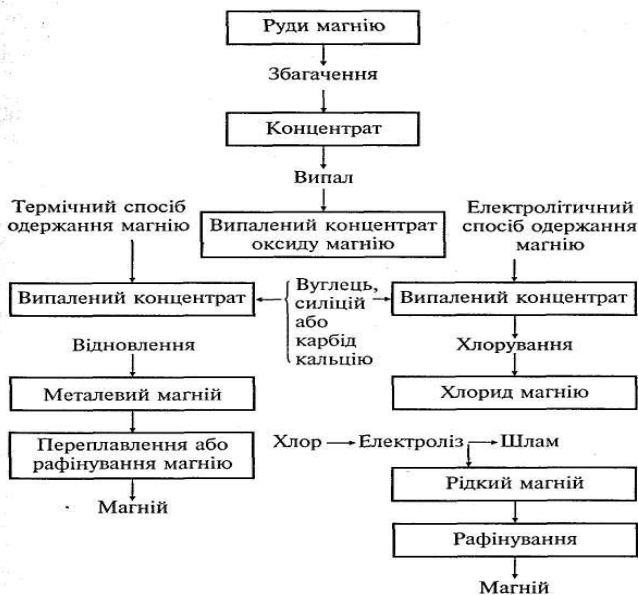


Рис. 7.11. Технологічна схема одержання магнію

Зі збагачених руд одержують концентрат, з якого випалюванням одержують магній. Найчастіше застосовують електролітний спосіб. Технологія електролізу така: завантажують електроліт, випускають рідкий магній, видаляють використаний електроліт та шлам, замінюють аноди. Електролітом є розчин розплавлених хлористих солей: 7-15% MgCl₂, 38-42% CaCl₂, 17-25% NaCl і 22-30% KCl.

Електроліз відбувається у магнієвих електролізерах (рис. 7.12) за температури 700°C. Магнієвий електролізер – це щільно закрита вогнетривкою футеровкою ванна з електролітом 7, в яку опущено аноди 6 (графітові пластини перерізом 100×200 мм) і катоди 5 (сталеві пластини), між якими знаходиться вогнетривка перегородка 2

Під час електролізу MgCl₂ розщеплюється на магній та хлор. Магній 4 накопичується у верхній частині в катодному просторі над електролітом і його перекачують у вакуумний котел, а хлор

3, що виділяється біля анодного простору, виводять через хлоропровід, шлам 7 випускають через спеціальний отвір.

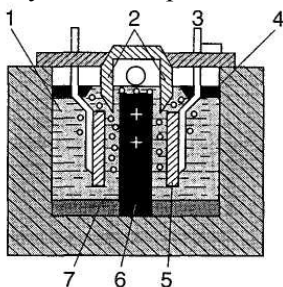


Рис. 7.12. Схема магнієвого електролізера:
1 – електроліт; 2 – вогнетривка перегородка; 3 – хлор;
4 – тверда кірка електроліту; 5 – катоди; 6 – аноди; 7 – шлам

Для одержання 1 кг магнію витрачають 4,5 кг зневодненого хлориду магнію або 10 кг штучного карналіту (12 кг природного) і 55-60 МДж електроенергії. При цьому виділяється 2,9 кг хлору. Магній, одержаний цим способом, містить домішки електроліту.

Для видалення їх застосовують рафінування, переплавлення в печах разом з флюсами або перегонку. Після рафінування одержують метал з 89,91-99,91% магнію. Рафінування поєднують з процесом одержання магнієвих сплавів.

7.6. Поняття про порошкову металургію

Останнім часом в практику широко впроваджується порошкова металургія або металокерамічне виробництво порошків і металоподобних сполук, а також напівфабрикатів і виробів з них без плавлення компонентів.

Виготовлення деталей способами порошкової металургії економічно вигідне, оскільки можна виготовити матеріали зі спеціальними властивостями, які за допомогою інших технологій виготовити неможливо. Такі деталі містять меншу кількість домішок, точніше відповідають заданому хімічному складу, внаслідок чого підвищуються їх механічні властивості порівняно з деталями, хімічний склад й густина яких такі ж, але виготовлені плавленням. На виготовлення деталей способами порошкової металургії вимагається в 3-4 рази менше металу,

продуктивність праці підвищується в 2-3 рази, собівартість продукції зменшується в 1,5-2 рази.

До процесу виготовлення деталей способами порошкової металургії входять такі операції: підготовка порошоків чистих металів або суміші порошоків для складання шихти потрібного хімічного складу і властивостей; формування (пересування) шихти необхідної форми, розмірів та інших вимог, які ставляться до заготовок; спікання (термічна обробка) заготовок з метою одержання потрібних властивостей; кінцева обробка заготовок (доведення, ущільнювальне обтиснення, термічна обробка тощо).

Запитання для самоконтролю:

1. Поняття металів, групи металів: чорні метали, кольорові метали.
2. Поняття сплавів, основні фази при утворенні сплавів.
3. Суть чавуну, його види за вмістом вуглецю, за кольором, за призначенням.
4. Основні правила маркування чавуну.
5. Сталі як металеві матеріали, види сталей, правила маркування.
6. Суть технології і схема виготовлення чавуну.
7. Технологія одержання сталі.
8. Основні промислові вироби із сталі.
9. Кольорові метали, їх основні види і вироби з них.
10. Технологія одержання сплавів із кольорових металів.
11. Порошкова металургія.

Тема 8. НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

План теми:

1. Поняття і класифікація неметалевих матеріалів.
2. Пластмаси і пластмасові вироби.
3. Гума і гумотехнічні вироби.
4. Лакофарбові матеріали і клеї.
5. Композиційні матеріали.
6. Матеріали хімічної промисловості (папір, волокна, кислоти, луги, солі, мінеральні добрива).
7. Матеріали і вироби з деревини.

8.1. Поняття і класифікація неметалевих матеріалів

До неметалевих матеріалів належать матеріали, які не відносяться до групи металів. Це пластичні маси, гума та ебоніт, графіт та абразиви, лакофарбові та матеріали та клеї, шкіра, азбест, скло, кераміка, фарфор, мармур, повсть, текстильні та паперові матеріали, будівельні матеріали.

Широкого застосування набули композиційні матеріали, особливо волокнисті, що складаються з коротких або безперервних волокон як наповнювачів, і середовища, що заповнює простір між ними, чим забезпечується монолітність композиції.

Неметалеві матеріали поділяють на групи і класи за властивостями, будовою, способом одержання, основною речовиною в її складі, за призначенням, за товарними групами тощо.

Міжнародною класифікацією товарів і послуг (ніццька класифікація, восьма редакція) передбачено 34 класи товарів, серед яких значні позиції займають матеріали. Наприклад, клас 1 вміщує хімічні матеріали, що призначені для використання в промисловості, пластмаси, добрива, клеї. Клас 2 містить фарби, політури, лаки, препарати проти корозії

металів, барвники; клас 3: речовини для прання, мило, парфуми, косметику; клас 4: технічні мастила і оливи, мастильні матеріали, паливо; клас 6: звичайні метали та їх сплави, металеві будівельні матеріали, дрібні металеві вироби, руди; клас 16: папір, картон і вироби з них; клас 19: будівельні матеріали неметалеві; клас 23: пряжу і нитки текстильні; клас 24: тканини і текстильні вироби; класи 29, 30 і 31 – продукцію тваринництва, птахівництва і рослинництва.

8.2. Пластмаси і пластмасові вироби

Пластичні маси (пластмаси) – це матеріали, які вміщують у якості основного компонента полімер, який при певних температурі і тиску набуває пластичності, а потім твердіє, зберігаючи форму.

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

Полімерами називають продукти з'єднання однакових молекул у вигляді повторюваних ланок. Полімери складаються з макромолекул, до яких входять від двох до декількох тисяч простих молекул. Залежно від побудови макромолекул полімери поділяються на лінійні, розгалужені і просторові.

У **лінійних** ланцюг макромолекули розташовані у вигляді лінії. Вони гарно розтопляються і розчиняються.

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

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

Залежно від поведінки при нагріванні полімери поділяються на термопластичні і термореактивні.

Термопластичні полімери мають лінійну або розгалужену

структуру. Вони можуть багаторазово розтоплюватись і твердіти без зміни своїх властивостей.

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

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

Синтетичні полімери отримують полімеризацією або поліконденсацією.

Полімеризація – процес утворення під високим тиском високомолекулярних з'єднань із ненасичених низькомолекулярних речовин (мономерів) шляхом приєднання, при якому не утворюється ніяких побічних продуктів. При цьому елементи складу полімерів і мономерів однакові.

Поліконденсація – процес утворення високомолекулярних з'єднань шляхом знищення елементів складу з виділенням деяких низькомолекулярних продуктів (води, водню, хлору). При цьому елементи складу полімерів і мономерів відрізняються.

На відміну від полімеризації поліконденсація є ступінчастим процесом, у якому послідовно приєднуються одна молекула до іншої. За агрегатним станом полімери можуть бути рідинними (розчини, емульсії, в'язкі маси) і твердими (гранули, порошки, куски).

Виробництво полімерів є високоавтоматизованим, безлюдним і безвідходним, тобто повністю відповідає сучасним вимогам до виробництва. За об'ємами виробництва полімерів перші місця посідають США, Японія, Німеччина. Полімери широко застосовують як вихідний матеріал при виготовленні пластичних мас, плівок, волокон, каучуку, клеїв, лаків і та ін.

Широке застосування пластичних мас визначається їх позитивними властивостями:

- низька густина ($0,9 - 1,2 \text{ г/см}^3$);
- висока демпферна здатність (звукоізоляція);
- висока стійкість до агресивних середовищ;
- високі діелектричні властивості (діелектрики);
- низька теплопровідність (теплоізоляція);

□ високі антифрикційні властивості (низький коефіцієнт тертя);

□ можливість зміни властивостей у широкому діапазоні (за рахунок наповнювачів);

□ простота формоутворення складних за формою заготовок при порівняно низьких температурах;

□ відмінна оброблюваність різанням.

У багатьох випадках пластмаси можуть замінити метали, але порівняно з ними їм властиві суттєві недоліки:

□ невисока міцність, зокрема контактна;

□ обмеженість розмірів деталей;

□ невисокий температурний режим експлуатації (до 60-100 °С);

□ порівняно висока вартість багатьох із них.

Пластмаси застосовують у машинобудуванні, приладобудуванні, електро- і радіотехніці, промисловості, засобах зв'язку, у капітальному будівництві, в легкій, харчовій, хімічній промисловості, у сільському господарстві і в побуті.

Існує декілька сотень різних видів пластмас.

За походженням пластмаси поділяють на полімеризаційні і поліконденсаційні. Найбільш дешеві і найбільш поширені пластмаси, отримані полімеризацією. Серед них найбільше поширення набули термопласти: поліетилен, полівінілхлорид, полістирол.

Поліетилен – виробляють із етилену при високому (100 МПа) тиску. Це самий дешевий серед пластмас матеріал. Має достатню міцність, високі діелектричні властивості і хімічну стійкість. Використовують при виготовленні труб, антикорозійних покриттів, пакувальної плівки, тари, деталей у машинобудуванні, радіотехніці і електротехніці.

Полівінілхлорид – виробляють із хлористого вінілу. Це високоміцний, хімічно стійкий конструкційний матеріал, але не самий дешевий. Посідає перше місце серед пластмас по виробництву.

Полістирол – виробляють із стеролу. За властивостями та галузями використання посідає середнє місце між поліетиленом і полівінілхлоридом.

Пластмаси, які отримують поліконденсацією, більш дорогі, але вироби з них мають більш естетичний вигляд. Найбільше поширення набули фенопласт, амінопласт, поліаміди, поліуретан та ін. Їх випускають у вигляді прес-порошків, текстолітів, склотекстолітів, слоїстих пластиків. Широкого поширення вони набули при виготовленні побутової техніки, корпуси фенів, електробритів, авторучок, телефонних апаратів, корпусів телевізорів, мікрокалькуляторів, фотоапаратів та ін.

За призначенням пластмаси поділяють на три великі групи:

1) **пластмаси загального призначення**, які застосовують при виготовленні технічних і побутових виробів і до яких не ставляться особливо високі вимоги щодо міцності, електропровідності, хімічної стійкості тощо;

2) **конструкційні пластмаси** (машинобудівні), які в свою чергу поділяються на три підгрупи:

a) пластмаси низької міцності, у яких $\sigma = 50$ МПа;

b) пластмаси середньої міцності, з $\sigma = 50-100$ МПа;

c) пластмаси високоміцні $\sigma = 100-400$ МПа.

Для порівняння: для різних сталей $\sigma = 320-1500$ МПа, де σ – межа міцності при розтягуванні.

Отже, лише найміцніші пластмаси за міцністю досягають низькоміцних сталей. Тому у більшості випадків пластмаси не можуть замінити сталь.

3) **спеціальні пластмаси** або пластмаси спеціального призначення, які використовують для виготовлення виробів з гарантією забезпечення тих, чи інших властивостей. Наприклад, пластмаси діелектрики – для виготовлення електротехнічних виробів – вимикачів, розеток та ін.; хімічно стійкі пластмаси – для виготовлення посуду для хімічних реактивів; антифрикційні пластмаси – для виготовлення підшипників ковзання.

Серед спеціальних видів пластмас в промисловості використовують такі:

Політетрофторетилен – матеріал з високими діелектричними властивостями, цілком не змочується водою та не набухає, має високу термічну та хімічну стійкість до агресивних середовищ, яка перевершує стійкість золота та

латини. Твердість політетрафторетилену невисока. Він текучий на холоді й тому його використовують для виготовлення деталей методом холодного пресування з наступним спіканням. Його використовують як ізоляційний матеріал у техніці надвисоких частот і для виготовлення хімічно стійких деталей.

Поліаміди – стійкі до спрацювання матеріал, густина якого $1,13 \text{ г/см}^3$, температура розм'якшення $240\text{-}260 \text{ }^\circ\text{C}$. Цей матеріал має високу стійкість до кислот, лугів, вуглеводнів і масел; використовується для виготовлення зубчастих коліс, деталей лічильних машин та інших деталей, що піддаються тертю. Наприклад, підшипники, які в сильно абразивному середовищі порівняно з бронзовими працюють у 4-5, а вали в 3-10 разів довше, ніж у парі з бронзовими. Деталі з поліамідів в 2-3 рази легші та дешевші, ніж деталі з олов'яного сплаву.

Капрон – тверда речовина білого чи світло-жовтого кольору, одержана в результаті поліконденсації капролактаму. Капронові деталі мають високу поверхневу твердість і міцність на згин та удар, малий коефіцієнт тертя ковзання й мале спрацювання, стійкі проти жирів, мастил і лугів.

Недоліки капрону – значна усадка (до 2%) і схильність до старіння за підвищених температур. Капрон застосовують для виготовлення деталей, стійких до спрацювання, і використовують як ізоляційний матеріал для виготовлення арматури, каркасів тощо.

Вініпласт – продукт, одержаний з поліхлорвінілової смоли, жорсткий, стійкий до води, спирту, мінеральних масел, майже всіх лугів і кислот, добрий діелектрик. Світлочутливість і схильність до повзучості в нормальних умовах є його недоліком.

Вініпласт застосовують для виготовлення деталей, які піддаються дії агресивних речовин. Листи та труби з вініпласту використовують як футеровку ванн і резервуарів. Виготовляють з нього друкарські шрифти, кліше та ін.

Поліметилметакрилат (плексиглас, або органічне скло) є продуктом переробки складних органічних сполук поліметилакрилових смол. Це прозорий ізоляційний матеріал,

добре протидіючий ударам, в два рази легший за звичайне силікатне скло, має достатню твердість і міцність, антикорозійні властивості та стійкість до багатьох мінеральних і органічних розчинників. До його недоліків належить низька теплостійкість. Поліметилметакрилат застосовують для засклення приладів, апаратури, виготовлення друкованих схем та ін.

Текстоліт одержують пресуванням наповнювача (багатошарової бавовняної тканини) разом із скріплюючою речовиною, найчастіше бакелітом. Текстоліт має високі електроізоляційні та фрикційні властивості, стійкість до спрацювання. Випускають текстоліт у вигляді листів (завтовшки 0,550 мм), плит і стержнів. Його застосовують для панелей апаратів, виготовлення підшипників, зубчастих коліс тощо. На деталях з текстоліту можна нарізувати різьбу.

Гетинакс, або бакелітова фібра, є шаровою пластмасою, в якій наповнювачем є папір. Гетинакс має добрі діелектричні властивості з задовільною механічною міцністю. Випускають гетинакс у вигляді листів завтовшки 0,250 мм і застосовують для виготовлення зубчастих коліс, плит, прокладок і як ізоляційний матеріал. Недолік гетинаксу – його гігроскопічність.

Склотекстоліт – високоміцна шарова пластмаса, яку одержують аналогічно до текстоліту, лише як наповнювач використовують скляну тканину. Склотекстоліт випускають у вигляді листів завтовшки 0,5-30 мм; застосовують у загальному машинобудуванні, електро- і радіотехніці для виготовлення особливо навантажених деталей, бо цей матеріал має високу міцність, пружність, теплостійкість; він чудовий діелектрик.

Методи виготовлення пластмасових виробів.

Існує кілька методів виготовлення пластмасових виробів.

Лиття під тиском. Це найпродуктивніший метод. Використовується у масовому виробництві. Виконується на спеціальних машинах, призначених для розплавлення матеріалу і подавання його під поршнем (тиск 50-250 МПа) в закриту охолоджувану прес-форму, при розкритті якої виріб автоматично виштовхується. Прес-форма являє собою збірний

металевий пристрій, всередині якого знаходиться порожнина, яка за формою відповідає формі майбутньої деталі. Наступна операція – обрізання ливника, який знов іде на переплавку. Далі – механічна обробка, якщо вона потрібна.

Для кожного виробу необхідно виготовляти свою прес-форму.

Пресування. Пресування полягає в тому, що вихідний матеріал у вигляді гранул або волокон укладається у прес-форму, підігріту до температури 130-180 °С. Потім укладена маса стискається пуансоном на гідравлічних пресах зусиллям від 10 до 1000 т.

Пластмаса при цьому сплющується і стає однорідним матеріалом, який повністю заповнює порожнину прес-форми. Після відходу пуансону деталь виштовхується, оскільки вона розігріта але тверда. Залишків пластмаси у цьому випадку немає, тобто матеріал використовується більш економно, ніж при виготовленні деталі литтям під тиском.

Пневматичне формування. Здійснюється на спеціальних машинах, які можуть утворювати повітряний тиск або вакуум. Застосовується для виготовлення деталей із листового матеріалу, який підігрівають до пластичного стану. Товщина листа 1,5-4 мм. Підогрів матеріалу теж здійснює машина. Формування заготовки відбувається в прес-формі під дією стиснутого повітря. Після формування заготовку обрізають по контуру у обрізному штампі під пресом.

Екструзія. Екструзія – це видавлювання пластмаси із порожнини через отвір під тиском. Пластмаса знаходиться у розплавленому стані, але після виходу через отвір миттєво твердіє і набуває форми отвору при необмеженій довжині. Здійснюють на спеціальних шнекових машинах, які призначені для виготовлення пластмасових труб, а також для нанесення ізоляції на дріт.

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

Із листової пластмаси товщиною до 6,5 мм можна

одержувати заготовки штампуванням, гнуттям, пробиванням, відборткуванням та ін. При невисоких вимогах до точності виробів усі способи виготовлення пластмасових виробів дають змогу отримувати готову деталь. Лише для деяких точних деталей, наприклад втулок, необхідна подальша обробка різанням.

8.3. Гума і гумотехнічні вироби

Гума — полімерний пружний водонепроникний ізоляційний матеріал, який широко застосовується в промисловості.

Гуми відносяться до полімерів. Їх молекули складаються з десятків тисяч простих молекул, розташованих просторово. В нормальному стані вони скручені. При розтягуванні вони випрямляються, утворюючи певний опір. Подовження гуми при розтягуванні у деяких марок сягає 1000%.

Сучасна гумовотехнічна промисловість виготовляє з гуми приблизно 40 тисяч найменувань виробів. Промисловістю виготовляється ебоніт, або тверда гума. Він має добрі електроізоляційні властивості, стійкість до кислот, лугів, масел, їдких парів і газів. Ебоніт має достатню технічну міцність, чорний колір; його застосовують як ізоляційний матеріал у вигляді трубок для захисту проводів у місцях їх перетину та проходів крізь стіни, у вигляді ізоляційних трубок під час електромонтажних робіт.

Асортимент деталей з гуми нараховує десятки тисяч назв. З каучуку і гуми виготовляють шини, елементи технічного обладнання, а також конвеєрні стрічки, рукави, приводні кордні паси, манжети, кільця, мембрани, прокладки, амортизатори, втулки, килимки, ізоляційні стрічки, надувні човни, матраци, протигази, скафандри і ще безліч виробів та матеріалів різного призначення.

Використовується багато видів гуми: м'яка вулканізована, невулканізована, губчата, армована тканинами та металевою сіткою тощо. Її застосовують для автомобільних, літакових покришок, шлангів, пасів, прокладок, втулок.

За способом виготовлення гуму поділяють на штамповану,

формову, клеєну, а за застосуванням – на гуму загального призначення, тепло- і морозостійку, масло- і бензиностійку, кислото- і лугостійку, для роботи в дизельному та іншому паливі, для харчової промисловості та медицини.

Той чи інший вид гуми отримують в основному за рахунок відповідних інгредієнтів, а також за рахунок технологічних особливостей.

До групи гумових матеріалів відноситься каучук. Каучук буває натуральний і синтетичний.

Натуральний каучук виготовляють із латексу – молочного соку дерева гевеї, яке росте в Бразилії, В'єтнамі, Індонезії та на Цейлоні.

На корі гевеї роблять надріз, з якого витікає латекс. Латекс містить 20-35% каучукових речовин. Для виділення каучуку до латексу додають оцет. При цьому відбувається коагуляція – виділення каучуку у вигляді рихлого об'ємистого згустку. Натуральний каучук має кристалічну будову. Властивості виготовленої з каучуку гуми залежать від кількості приєднаної сірки.

В м'які види гуми вводять 2-3% сірки, в еластичні – до 8%. Якщо кількість сірки перевищує 15%, то отримують твердий матеріал – ебоніт, який використовується як ізолятор.

Натурального каучуку у світі дуже мало. У 1932 році академіком Лебедевим було відкрито синтетичний каучук.

Синтетичний каучук – це високополімерний матеріал, який отримують із етилового спирту або з нафтопродуктів – етилену, пропилену, бутілену, бензолу. В наш час створені технології одержання каучуку із газових продуктів – ацетилену, бутану, пентану, ізобутану. Найбільш дешевий каучук виробляють з газу. Виробництво синтетичного каучуку складається з двох стадій: отримання мономера і отримання полімеру.

У чистому вигляді каучук майже не використовуються, переважно він є сировиною для виготовлення гуми.

Гумові вироби виготовляють із гумових сумішей, які отримують шляхом змішування каучуку з інгредієнтами. У якості інгредієнтів використовують різні наповнювачі, пластифікатори, прискорювачі пластифікації, вулканізатори,

прискорювачі вулканізації, фарбники. До них належать: сірка, сажа, мазут, гудрон, мастильні масла, каніфоль, смоли та інші матеріали.

Окрім каучуку у якості сировини використовують також регенерат – продукт переробки старих гумових виробів (в основному, шин) і вулканізованих відходів гумового виробництва. У пластичному стані регенерат здатний змішуватись з каучуком та інгредієнтами і знову вулканізуватись. Регенерат використовують для повної або часткової заміни каучуку при виробництві багатьох гумових виробів.

Таким чином у різних видах гуми знаходиться від 10 до 98% каучуку. Решту складають інгредієнти, регенерати та армуючі елементи – натуральні або хімічні волокна у вигляді тканин, ниток, шнурів.

Технологія виготовлення гуми складається з чотирьох стадій:

- різання каучуку на куски і приготування інгредієнтів (подрібнення, просіювання, сортування, зважування);
- приготування гумової суміші в герметичних гумозмішувачах і на каландрах (валках);
- формування (на валках для листової гуми, або в прес-формах для штучних виробів);
- вулканізація.

Вулканізація – це завершальна і дуже відповідальна стадія, яка може відбуватися в пресах, котлах і автоклавах при температурі 130-160 °С і тиску від 3 до 20 МПа.

Для інтенсифікації (прискорення) процесу вулканізації застосовують високочастотні коливання та радіацію. Якість гуми про цьому покращується, але цей спосіб дуже вартісним.

При вулканізації сірка з'єднується з молекулами каучуку, зшиваючи їх у трьохмірну структуру, яка називається гумою. Саме при вулканізації гума набуває основної якості – можливості подовжуватись.

Гумові вироби отримують з допомогою певної техніки. За допомогою каландрів отримують листову гуму; за допомогою черв'ячних пресів – труби, шланги, шнури, гумовані кабелі; за допомогою пресів та прес-форм – штучні вироби: ущільнювачі,

штепселі, прокладки тощо.

Існують також спеціальні машини та пристрої для виготовлення складних виробів, наприклад ізоляційних рукавиць, взуття, спецодягу тощо.

8.4. Лакофарбові матеріали і клеї

Лакофарбові матеріали призначені для захисту металевих деталей машин і механізмів від передчасного руйнування від корозії, а дерев'яних – від гниття та для надання гарного зовнішнього вигляду, тепло- і електроізоляції тощо.

Ці матеріали в своєму складі мають плівкоутворюючі речовини, смоли, розчинники, пігменти, пластифікатори, сикативи та наповнювачі, завдяки яким після висихання утворюють оболонку певної товщини, твердості та кольору з відповідним блиском, необхідною еластичністю.

Залежно від плівко-утворюючих речовин лакофарбові матеріали можна поділити на олійні та ефіро-целюлозні. Олійні плівко-утворюючі речовини одержують з рослинних олій, а штучні – з органічних кислот, ефіро-целюлозні – з бавовни.

Смоли є важливою частиною лаків; вони надають їм необхідної твердості, міцності, блиску і липучості. Для цієї мети застосовують каніфоль, асфальт тощо. Для розчинення плівко-утворюючих речовин використовують скипидар, бензин, ацетон, спирти тощо. Їх призначення – розчинювати плівки, поліпшуючи цим процес забарвлення поверхні. Вони повинні швидко вивітрюватися із забарвленої поверхні.

Пігменти – нерозчинні речовини у вигляді порошку, які надають поверхні певного кольору. Вони знаходяться в лакофарбових матеріалах у зваженому стані та забарвлюють плівку.

Як пігменти застосовують оксиди чи солі кольорових металів, металеві порошки (алюмінієва, бронзова пудри) та

сажу. Білі пігменти – свинцеві та цинкові білила, важкий шпат і алюмінієві порошки. Жовті пігменти – цинковий і свинцевий крон, вохра, забарвлені оксидом заліза. Червоний пігмент – свинцевий сурик, кіновар, кармін; синій – ультрамарин, кобальт, лазур (складна сполука заліза з синильною кислотою); зелений – зелений крон (хромова зелень – оксид хрому); чорний – сажа.

Пластифікатори – речовини, які надають необхідної еластичності плівці та захищають її від розтріскування. В якості пластифікаторів застосовують складні ефіри мінеральних і органічних кислот (дибутилфталат, трикрезилфосфат) або масла.

Сикативи вводять у лакофарбові речовини для прискорення процесів висихання. До них належать оксиди свинцю, марганцю, кобальту, взяті в певному співвідношенні.

Наповнювачі – речовини, які вводять до складу лакофарбових матеріалів для здешевлення, а інколи й для підвищення міцності. Як наповнювачі застосовують крейду, вапно, тальк, каолін.

Крім лаків і олійних лакофарбових матеріалів застосовують емалеві фарби та шпаклівку.

Емалеві фарби – матеріали, одержані зі спеціального олійного лаку додаванням до нього фарби та відповідних розчинників. Емалі бувають ґрунтувальні та покривні.

Шпаклівки – це лакофарбові матеріали, які містять в розчинникові плівкоутворюючі речовини, пігмент і наповнювач у 2-3 рази більше, ніж емалі. Додавання вказаних компонентів надає шпаклівці необхідної густоти.

Для фарбування ґрунтованих металевих поверхонь деталей машин застосовують нітроцелюлозні емалі марок НЦ-25 і НЦ-11, а для виробів, які експлуатуються на відкритому повітрі, емалі марок ХВ-1100 і НЦ-132 тощо. Для фарбування залізних і алюмінієвих приладів, а також інструментів застосовують емалі марки ГФ-1426. Для

фарбування машин, приладів, виробів з різних матеріалів застосовують багато інших масляно-смоляних, поліефірних, силіцій органічних, бітумних лаків і фарб.

Клеї можуть бути тваринного або рослинного (білкового) та синтетичного походження. **Клеї тваринні** – столярний клей, міздряний, кістковий, рибний, альбуміновий, казеїновий, які застосовують для склеювання деревини, паперу, текстильних виробів тощо. Клеї рослинні – канцелярський клей, гуміарабік, декстриновий, крохмальний, що застосовують для склеювання паперово-картонних виробів.

Клей гумовий – розчин каучуку в бензині, який використовують для склеювання гумових, шкіряних і тканинних виробів. Столярний, крохмальний та інші клеї нестійкі до вологи та грибка, ними склеюють незначну кількість матеріалів.

Синтетичний клей буває таких видів:

а) фенольний – марок БФ-2, БФ-4, призначений для гарячого склеювання металів, пластмас, деревини, кераміки, фарфору; марки БФ-6 – для склеювання тканин, гуми, повсті та для приклеювання їх до металів; марок ВК-32-200, ВС-350 – для склеювання дюралюмінію, сталі, склотекстоліту та пінопластів; марок ВС-10М, ВС-10Т – для склеювання металів, склотекстоліту, текстолітів; марок КР-4, КБ-3 – для гарячого та холодного склеювання пластмас, деревини, текстильних матеріалів;

б) епоксидний – марок ЗД-5, ЗД-6 – для холодного склеювання металів, деревини, фарфору, для приклеювання вулканізованої гуми до металів; марок ВК-32-3М – для склеювання сталі, дюралюмінію між собою та з пінопластами; марки Л-4 – для гарячого та холодного склеювання сталі, дюралюмінію, склотекстоліту, пінопластів;

в) поліамідний – марок ППФЗ-2/10 для холодного та гарячого склеювання алюмінію, міді, деревини, поліамідних плівок, шкіри; МПФ-1 – для гарячого та холодного склеювання металів і приклеювання до них неметалевих матеріалів;

д) карбамідний – марок КМ-3, К-17 – для гарячого та холодного склеювання пластмас, деревини, паперу, текстильних матеріалів;

е) гліфталевий – марок АМК – для холодного приклеювання вовняної, бавовняної та скляної теплоізоляції до металів, для склеювання скла;

ф) карбінол – для склеювання металів, скла, фібри, пластмас і мармуру;

г) поліуретановий – марки ПУ-2 – для гарячого склеювання сталі, дюралюмінію, органічного скла між собою, пластмас і пінопластів з металами.

Клей ПВА призначається для склеювання деревини, паперу, скла, шкіри, лінолеуму, тканини, а також для приклеювання облицювальної плитки тощо.

Рекомендується застосування синтетичного клею, який дає змогу склеювати різні матеріали та має необхідну стійкість. Поширення набули клеї карбінолу: БФ-2, БФ-4, БФ-20, епоксидні: ЗД-5, ЗД-6, Л-4.

Карбінолом (універсальним) називають клеї, виготовлені на основі смоли БФ. Використання цього клею спрощує складання машин і їх ремонт, бо він міцно з'єднує різні матеріали.

Перед склеюванням зачищають місця з'єднання, потім на поверхню наносять клей, деталі з'єднують і спресовують (температурний режим і час затвердіння залежать від якості клею). Карбінол наносять на поверхню і за 5-10 хв стискають місце з'єднання. При використанні клею БФ кожную поверхню покривають два рази. Перший шар клею просушують на повітрі протягом 1 год, а потім 15 хв за температури 55-60 °С. Після охолодження поверхонь наносять другий шар клею так само, як і раніше, а потім за температури 82-90 °С протягом 1 год сушать і лише після цього, видаливши розчинник, місця сполучення стискають під пресом. Сила стиснення залежить від форми та виду деталей. Міцність шва

буде тим вищою, чим тонший шар, і навпаки.

8.5. Композиційні матеріали

У промисловості в якості матеріалів з високою міцністю, що витримують високі температури, тиск і агресивні середовища, використовують композити – композиційні матеріали.

Ці матеріали мають комплекс необхідних параметрів, коли кращі властивості різних окремо взятих складових зібрані в одній композиції. Матеріали високої міцності можна одержати армуванням їх високоміцними волокнами.

Композиційні матеріали складаються з основи (матриці) та наповнювача, який надає матеріалові міцність, тому його називають зміцнювачем композиційного матеріалу.

Наповнювачі бувають волокнисті та дисперсійно зміцнені. До першої групи належать матеріали, зміцнені волокнами або ниткоподібними кристалами Al_2O_3 , SiC, вуглецю, вольфраму, дротиною з вольфраму, високоміцної сталі тощо. Друга група – матеріали з наповнювачами з тонкодисперсних часток оксидів, карбїду, бориду, нітридів.

Технологія створення волокнистих композиційних матеріалів полягає в просочуванні наповнювача матричним розчином, нанесенні матриці на волокнистий наповнювач електрохімічним або плазмовим напилюванням з наступним пресуванням у дифузійній пакетній сполуці стрічок компонентів зваруванням.

Технологія створення дисперсійно зміцнених композиційних матеріалів полягає у внутрішньому окисленні, пресуванні та спіканні окислених порошоків або введенні в рідку матрицю тугоплавких часток. Недоліком волокнистих композиційних матеріалів є анізотропність.

Цього недоліку позбавлені дисперсійно-зміцнювальні матеріали. Волокнисті матеріали мають високу міцність уздовж осі волокна. В якості волокон застосовують

ниткоподібні кристали, металеву дротину та неметалеві ниткоподібні волокна.

Матриця надає їм потрібної форми, монолітності і може сприймати зовнішні стискуючі, згинаючі навантаження та навантаження на розтяг. При цьому вона бере участь у забезпеченні міцності та цупкості системи, захищаючи волокна від пошкодження та окислення. Важливою властивістю матриці є її пластичність. Для одержання якісних композиційних матеріалів необхідно враховувати властивості матриці та наповнювача й їхню взаємодію в роботі.

Можливі різні композиції матеріалів з металевими та полімерними матрицями на основі графітового та вольфрамowego волокна, скловолокна, бор-алюмінієвого тощо. В промисловості існує армування металів вольфрамowymi, молібденовими та іншими волокнами, наприклад композиції на основі міді та її сплавів, срібла і його сплавів та багато інших варіантів композицій на основі металів і неметалів.

Слід зазначити, що одним з найважливіших напрямів машинобудування є зменшення маси та вартості машин і механізмів. Особлива увага приділяється створенню нових перспективних матеріалів, потрібних для конструювання швидкісних літальних апаратів і основних елементів транспортних машин. До таких деталей та елементів належать лопаті роторів і статорів компресорів, диски роторів компресорів і вентиляторів авіаційних двигунів, лопаті, елементи керуючих пристроїв, крила та інші частини літальних апаратів, панельні елементи суден, автомобілів і швидкісних поїздів, швидкообертові деталі електромашин і турбін тощо.

Таким чином, для конструювання перспективних машин потрібні матеріали високо- і жароміцні з низькою густиною та підвищеною жорсткістю і компактністю. Таким вимогам відповідають нові композиційні матеріали з карбідно-кремнієвими волокнами на металевій, керамічній, полімерній

чи вуглецевій матриці.

Ці матеріали сприяють створенню авіаційних і космічних апаратів підвищеної швидкості, дальності польоту, корисного навантаження, ККД двигуна тощо. Їх використовують для вдосконалення машин, їх вважають прогресивними пріоритетними матеріалами. Особливо вигідним є волокнистий композиційний матеріал, тобто армований карбідно-кремнієвим волокном.

Згадані волокна виготовляють довжиною 75-100 см з нетканих безперервних волокон. Вони мають високі фізико-механічні характеристики з високою термічно-окисною стійкістю (1250 °С) і стійкістю до хімічних агресивних середовищ.

Виробництво волокон екологічно чисте, а вартість значно менша, ніж борних і карбідно-кремнієвих волокон. Волокна мають такі технічні характеристики: діаметр 12-18 мкм, густина 2,3-2,5 г/см³, міцність на розрив 1,8-2,5 ГПа, модуль Юнга 160-180 ГПа, видовження 1,2-1,5%.

Наведені дані підтверджують, що волокна якісніші, ніж традиційні конструкційні матеріали.

8.6. Матеріали хімічної промисловості (кислоти, луги, солі, мінеральні добрива, папір, волокна)

Хімічна промисловість дає людству тисячі нових речовин, які в природі не існують, і з допомогою яких людство отримало нові види сировини і матеріали.

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

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

Сировиною для хімічної промисловості є продукція гірничодобувної промисловості, а також сировина тваринного і рослинного походження.

Кислоти. Серед 22 видів неорганічних кислот, які виробляє хімічна промисловість України, найбільше значення має сірчана, азотна, соляна і фосфорна.

Сірчана кислота (H_2SO_4) це умовний “хліб” хімічної промисловості. Серед інших кислот вона найбільш дешева і тому знайшла найбільше застосування. Сірчана кислота – прозора, важка і масляниста речовина. Масова доля – $1,84 \text{ г/см}^3$. Виробляється різної концентрації і залежно від цього має різні назви: акумуляторна кислота – 94%, купоросне масло – 92%, баштова кислота – 75% та інші.

Транспортується залізничним транспортом у цистернах. Використовується: при виготовленні інших кислот (фосфорної, соляної); солей (мідного купоросу); мінеральних добрив; різних органічних сполук; капролактаму, штучного шовку, пластмас, паперу; а також для очищення нафтопродуктів від домішок.

Азотна кислота (HNO_3) – безкольорова рідина. Масова доля складає $1,52 \text{ г/см}^3$. Випускається різної концентрації. Використовується при виготовленні азотних і комплексних добрив, в гальваніці, в поліграфії, при виготовленні вибухівок, напівпровідників та ін.

Соляна кислота (HCL) – безкольорова рідина з різким запахом. Масова доля $1,18 \text{ г/см}^3$. Має високу хімічну активність. Руйнує всі метали, окрім золота і платини. Випускається концентрацією 19–38%. Використовується: при отриманні хромистих солей (барію, цинку, амонію), в гідрометалургії – при отриманні платини, золота, срібла; при виготовленні синтетичних барвників, оцтової кислоти, активованого вугілля, при фарбуванні шкіри.

Фосфорна кислота (H_3PO_4) – прозора слабо жовта рідина. Масова доля $1,87 \text{ г/см}^3$. Використовується при виготовленні фосфорних і комплексних добрив; при виготовленні натрію, кальцію, марганцю, алюмінію, кіноплівки, сірників; при виробництві вогнезахисних тканин, активованого вугілля, а в харчовій промисловості – при виготовленні газованої води та

різних кондитерських порошків.

Луги і содові продукти.

Луги є проміжним продуктом при отриманні багатьох кінцевих продуктів, серед яких найбільше значення мають содові продукти – розчинені у воді гідроксиди аміаку і лугових металів. Найбільше поширення мають кальцинована сода, харчова сода, каустична сода і аміачна вода.

Кальцинована сода (Na_2CO_3) – це суміш повареної солі, аміаку і вуглекислого газу у вигляді білого кристалічного порошку. Використовується при виготовленні оптичного скла, їдкою натрію, при миловарінні, в текстильній, целюлозно-паперовій, лакофарбовій промисловості, при виготовленні шкіряних виробів, а також у побуті (миття сантехніки).

Харчова сода (гідрокарбонат натрію (NaHCO_3) – це проміжний продукт при виготовленні кальцинованої соди. Використовується у харчовій промисловості, в медицині і в побуті (миття посуду).

Каустична сода (їдкий натр або гідроксид натрію (NaOH) – безкольорова кристалічна маса. Дуже поглинає вологу. Використовується при виготовленні штучних волокон, мила, синтетичних барнів, а також в текстильній і металургійній промисловості.

Аміачна вода – це розчин аміаку у воді. Вона є побічним продуктом при виготовленні коксу і синтетичного аміаку. Застосовується при виробництві азотної кислоти, кальцинованої соди, синтетичних барвників, у медицині, а також у сільському господарстві як рідинне азотне добриво.

Мінеральні добрива. Для нормального росту рослинам необхідні: азот, фосфор, калій, кальцій – у значних кількостях, а також , магній, залізо, срібло, бор, йод, цинк, молібден, марганець, мідь і кобальт – у мікро кількостях.

Залежно від цього розрізняють **макро-** і **мікродобрива**.

Мінеральні добрива підвищують врожаї на 30-70%. Крім того вони поліпшують якість продукції – підвищують вміст цукру в

буряках і винограді, крохмалю – в картоплі, білку – у зерні, збільшують міцність волокон льону. Вони також підвищують стійкість рослин до хвороб, посухи і холоду.

За станом міндобрива поділяють на рідинні і тверді. Рідинні – дешевші, але їх незручно зберігати і транспортувати. Тому більшість міндобрив випускають у твердому стані – у вигляді кристалічного порошку або гранул.

За складом міндобрива поділяють на прості (з одного компонента) і складні (декілька компонентів).

За концентрацією міндобрива поділяють на концентровані (вміст компоненту більше, ніж 37,5%) і неконцентровані (менше 37,5%).

За фізіологічним впливом міндобрива поділяють на кислі (наприклад: сульфат амонію), лугові (нітрат натрію) і нейтральні (калійна селітра).

За основним компонентом мінеральні добрива поділяють на азотні, фосфорні і калійні. Співвідношення випуску цих добрив: 50:30:17.

Промисловість України випускає біля 50 найменувань мінеральних добрив, але найбільше поширення набули саме азотні, фосфорні і калійні. Розглянемо найбільш поширені з них:

a) азотні:

- 1) безводний аміак..... – 82,3% азоту;
- 2) карбамід (мочевина)..... – 46,6% азоту;
- 3) аміачна селітра..... – 35% азоту;
- 4) сульфат амонію..... – 21% азоту.

b) фосфорні:

- 1) подвійний суперфосфат.. – 48% P_2O_5 ;
- 2) преципітат..... – 36% P_2O_5 ;
- 3) знефторений фосфат..... – 38% P_2O_5 ;
- 4) фосфоритна мука..... – 22% P_2O_5 .

c) калійні: сульфат калію; силівініт; каїніт; хлористий калій.

Більша половина міндобрив випускається у концентрованому вигляді. Більше 80% – складні або їх ще називають

комплексними. Серед комплексних відрізняють:

d) суміші – такі, що утворюються перемішуванням декількох простих добрив. Найчастіше, наприклад, використовують таку суміш: суперфосфат + аміачна селітра;

e) хімічно пов'язані – це відомі амофос, нітрофос і нітрофоска, які продаються у розфасованому вигляді.

Мікродобрива – це хімічні з'єднання з елементами бор, мідь, марганець, молібден, цинк та ін. Усього хімічна промисловість випускає близько 20 найменувань мікродобрив. Іноді мікродобрива додають як складовий компонент до комплексних добрив.

Мікродобрива покращують якість, підвищують врожаї, а також запобігають захворюванням рослин.

Норми витрат мінеральних добрив на 1 га землі залежно від виснаженості знаходяться у таких межах: фосфорні – 40-140 кг; калійні – 40-200 кг; азотні – 30-50 кг; мікродобрива – 1-3 кг.

Окрім добрив неорганічна хімічна промисловість України випускає близько 70 видів **отрутохімікатів** – для боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, і близько 20 видів **гербіцидів** – для боротьби з бур'янами.

Хімічні волокна.

Волокнами називаються еластичні тіла, довжина яких в багато разів перевищує розмір їх поперечного перерізу.

Волокна за походженням поділяють на натуральні і хімічні, натуральні – на органічні (льон, бавовна, вовна, шовк) та неорганічні (азбест, базальт, скло). Хімічні волокна поділяють на штучні (віскоза, ацетат, целюлоза) і синтетичні (поліаміди, поліефіри).

В основі органічних волокон лежить рослинний і тваринний світ. В основі неорганічних волокон лежать мінерали. В основі штучних волокон лежать природні полімери. В основі синтетичних волокон лежать синтетичні полімери (смоли із нафти, газу, вугілля).

Хімічні волокна мають ряд суттєвих переваг над

натуральними:

□ виробництво хімічних волокон потребує значно менше затрат праці у порівнянні з виробництвом природніх волокон;

□ виробництво хімічних волокон не залежить від природних, географічних і кліматичних умов.

Хімічні волокна виготовляють у вигляді нескінченної нитки, яка складається з багатьох окремих волокон, або з одного волокна, чи у вигляді штапельного волокна – коротких відрізків не скрученого волокна, довжина яких відповідає довжині шерсті. Але хімічні волокна, як штучні, так і синтетичні використовують переважно для технічних цілей при виготовленні електроізоляції, труб, струн, сіток, канатів та ін. Для тканин їх використовують значно менше, вони негіроскопічні, погано пропускають повітря, накопичують статичну електрику.

Найважливішою характеристикою волокон є міцність на розрив. Це довжина, при якій волокно розривається від своєї ваги. Показники міцності деяких волокон такі: шерсть – 12 км, бавовна – 35 км, віскоза – 40 км, капрон і нейлон – 72 км.

Синтетичні волокна найбільш дешеві. При їх виготовленні відсутнє прядильне виробництво. Трудомісткість виготовлення 1т волокон із різних матеріалів:

- натуральний шовк – 3500 год.;
- бавовна – 1660 год.;
- капроновий шовк – 1400 год.;
- штапельне волокно – 225 год.

Технологія виготовлення хімічних волокон.

Вихідним матеріалом при виготовленні штучних хімічних волокон є целюлоза, яку виготовляють з деревини.

Целюлоза – природній полімер, який виготовляють із деревинної або рослинної сировини. Целюлоза використовується при виготовленні штучних волокон, кіноплівки, вибухівки, паперу, картону, клею. Целюлоза входить

до складу рослинних клітин. Найбільше її (у сухому стані) в бавовні (до 90%), в деревині (до 50%). Для промислового виробництва целюлози частіш за все використовують деревину: ялину, ялицю, бук.

Технологія виробництва целюлози складається з таких операцій:

- очищення стовбурів дерев від кори, сучків, гнилі;
- подрібнення деревини в тирсу (товщина 3 мм, довжина – 15–30 мм);
- обробка тирси розчинами бісульфату кальцію і сірчаної кислоти;
- температурна обробка тирси в автоклавах ($t=165-170$ °С, $P=8-10$ МПа), протягом 3,5-8 год; об'єм автоклава $V=400$ м³;
- відділення целюлози промиванням водою;
- зневоднення (випарюванням);
- відбілювання хромом або забарвлення барвниками;
- пресування з одночасним сушінням між валками;
- намотування, різання.

Останні два пункти технології – для виготовлення паперу.

На виготовлення 1 т целюлози витрачається біля 5 м³ деревини, 12 т різних реактивів і 18 т води.

Целюлоза, як правило, знаходиться у рідинному стані, тобто у вигляді розчину у спирті або ацетоні.

Вихідним матеріалом при виготовленні **синтетичних** волокон є полімерні смоли, що знаходяться у розтопленому стані. Але технологія виготовлення як штучних так і синтетичних волокон багато в чому співпадає.

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

Перша стадія полягає в синтезі полімерів.

Друга стадія – приготування прядильної маси, тобто розчинів або розплавів та їх ретельне очищення від нерозчинних часток та бульбашок повітря. На цій стадії відбувається також

забарвлення розчинів та розплавів.

Третя стадія – формування волокна. Це основна і найбільш відповідальна операція, яка відбувається шляхом продавлювання через філь'єру надтонких струмочків прядильної маси. Філь'єра – це металевий диск діаметром 50-75 мм з безліччю (від 3 до 2000) дрібних отворів. Філь'єри установлюють на прядильній машині. Кожна машина має 60-100 філь'єр. У процесі формування волокна лінійні макромолекули орієнтуються уздовж усього струмка.

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

Існує два способи формування волокна: мокрий і сухий.

Мокрий спосіб використовується у випадку прядіння волокна із розчину, який подається прядильним насосом, проходить через фільтр, продавлюється через отвори філь'єри і потрапляє в розчин, що знаходиться в осадовій ванні. Далі утворені нитки намотуються на барабан.

При сухому формуванні нагрітий прядильний розчин або полімерна смола після проходження через філь'єру попадає у вигляді струмків у шахту прядильної машини, в яку подається нагріте повітря. При температурі 80 °С відбувається випаровування розчину, струмочки утворюють пучок волокон, який при виході з шахти з'єднуються в нитку, підкручується і намотується на бабину.

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

Продукція з хімічних волокон. Хімічні волокна виробляють

у вигляді штапельного волокна, філаментних ниток і моноволокна.

Штапельне волокно (подібно шерсті або бавовні) випускається у вигляді коротких волокон довжиною 35-150 мм. Для отримання ниток штапельного волокна необхідне механічне прядіння.

Філаментні нитки складаються з пучка паралельно розташованих тонких елементарних волокон великої довжини. Кількість волокон у пучку 3-100 шт, а в автомобільних покришках – до 2000 шт.

Моноволокно – це одиничне волокно великої довжини, яке використовується у якості штучного волосся, щетини, струн.

Окрім тканини із хімічних волокон виготовляють шинний корд, канати і троси, риболовецькі сітки, транспортерні стрічки, фільтруючі перегородки, напівпроникні мембрани, шланги, килими, електроізоляцію тощо.

З метою покращення властивостей хімічних волокон, які використовують для виготовлення тканин, сучасна технологія дозволяє виготовляти волокна з різноманітною формою поперечного перерізу за рахунок форми отворів у філь'єрі.

8.7. Матеріали і виробы з деревини

Деревина використовується в різних галузях промисловості в натуральному вигляді так і у вигляді матеріалів і виробів.

Деревина складається з органічних речовин: 43-45% целюлози ($C_6H_{10}O_5$), 19-29% лігніну, низькомолекулярних вуглеводів та інших компонентів. Перевагами деревини як матеріалу є достатньо висока механічна міцність і невелика об'ємна маса, високий опір ударним і вібраційним навантаженням. Деревина характеризується також малою теплопровідністю (у 20 разів менша, ніж у сталі), невеликим температурним коефіцієнтом лінійного розширення.

Деревина має високу хімічну стійкість до деяких кислот, солей, масил, газів. Вона володіє здатністю до склеювання, легкістю механічної обробки і гнуття.

Поруч із перевагами, деревина має ряд недоліків, що обмежують її застосування як конструкційного матеріалу: гігроскопічність, що є причиною відсутністю у виробів із деревини стабільної форми, зміна міцності із зміною вологості, схильність до ураження грибковими захворюваннями, відсутність вогнестійкості, різні властивості у різних напрямках дії сил, неоднорідність будови.

Матеріали з натуральної деревини застосовують у вигляді пиломатеріалів і заготовок. Пиломатеріали хвойних порід застосовують більш широко, оскільки вони мають високу міцність, менше схильні до загнивання, особливо сосна. З листяних порід добре піддаються гнуттю дуб і ясен. Бук і береза мають високу твердість.

Із деревини виготовляють пиломатеріали і вироби.

Шпон – це широка рівна стружка деревини, яку отримують шляхом лушення або стругання. Товщина листів шпону від 0,55 до 1,5 мм. Шпон є напівфабрикатом для виготовлення фанери, деревних шаруватих пластиків і гнутих деталей. Шпон з красивою текстурою (дуб, бук) використовується як облицювальний матеріал для виробів з деревини.

Фанера – це листовий матеріал, який отримують шляхом склеювання шарів шпону. Товщина фанери – від 1 до 12 мм. Залежно від клею, яким склеюють шпон, і водостійкості, фанеру випускають декількох марок: ФСФ на фенолформальдегідному клеї з підвищеною водостійкістю, ФК на карбамідному і ФБА на альбуміноказеїновому клеї з середньою водостійкістю та ФБ на білкових клеях з обмеженою водостійкістю.

Пресована деревина – матеріал, що отримують при гарячому пресуванні брусків, дощок, заготовок і при цьому піддають спеціальній термообробці в ущільненому стані. Пресована деревина має майже однакові пороги міцності у різних напрямках. Пресована деревина є заміником чорних, кольорових металів і пластмас.

Деревостружкові плити – виготовляють гарячим пресуванням деревної стружки зі в'язучою речовиною. Плити випускають одношарові (ПС-1, ПТ-1), тришарові (ПС-3, ПТ-3) та облицьовані шпоном, фанерою, папером.

Деревостружкові плити мають об'ємну масу 0,35-0,45 г/см³, добрі теплоізоляційні властивості. Деревостружкові плити застосовують для виготовлення підлоги у машинах, у будинках, для виробництва меблів.

Деревоволокнисті плити виготовляють з деревних волокон (роздрібної деревини), іноді з добавками зв'язуючи речовин. Під дією високих температур і високого тиску волокна спресовуються в рівномірно міцний матеріал. Такі плити поділяють на м'які пористі, напівтверді, тверді і надтверді. Деревоволокнисті плити застосовують для оздоблення елементів внутрішніх частин машин, будинків, споруд, для вирівнювання підлог.

Запитання для самоконтролю:

1. Група неметалевих матеріалів, їх види.
2. Група пластмас, побудова молекул полімерів.
3. Поняття процесів полімеризації і поліконденсації.
4. Виготовлення пластмасових виробів литтям, пресуванням під тиском, екструзією,
5. Гумові матеріали і вироби, натуральний і синтетичний каучук.
6. Технологія виготовлення гуми.
7. Лакофарбові матеріали, їх суть і види.
8. Клеї, їх відмінності і види.
9. Композиційні матеріали, їх суть і види.
10. Кислоти, луги і содові матеріали хімічної промисловості.
11. Мінеральні добрива, їх види і способи одержання.
12. Хімічні волокна, їх види, способи виготовлення і використання в промисловості.
13. Матеріали і вироби з деревини та її відходів.

Тема 9. ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

План теми:

1. Види промислового палива і мастильних матеріалів
2. Добування нафти і газу.
3. Переробка твердого палива і нафти.
4. Нафтопродукти.
5. Мастильні матеріали.
6. Біопаливо.

9.1. Види промислового палива і мастильних матеріалів

9.1.1. Загальні відомості про паливо і його класифікація

Паливо – це речовина, що при згорянні виділяє значну кількість тепла і може бути використана для отримання енергії.

Відповідність речовин вимогам промислового палива такі:

- достатність в природі;
- доступність для отримання;
- можливість спалювання із високим ступенем використання тепла;
- безпечність продуктів згорання для обслуговуючого персоналу, апаратури і оточуючого середовища;
- економічна доцільність.

В залежності від різноманітних ознак і характеристик паливо розрізняється:

- за агрегатним станом:
 - тверде (кам'яне вугілля, торф тощо);
 - рідке (нафта та нафтопродукти тощо);
 - газоподібне (гази природні та штучні);
- за походженням:
 - природне;
 - штучне;
- за питомою температурою згорання:
 - високо-калорійне (більше 4200 кДж/кг);
 - середньо-калорійне (2500-4200 кДж/кг);

- низько-калорійне (менше 2500 кДж/кг);
- за характером використання:
 - енергетичне (для отримання теплової енергії);
 - технологічне (для використання в плавильних обпалювальних та інших печах і апаратах);
 - комплексне;
- за необхідністю доставки:
 - привізне;
 - місцеве;
- за назвою сировини:
 - нафтове;
 - вугільне;
 - інше (альтернативне);
- за поведінкою при нагріванні:
 - теплостійке;
 - не теплостійке;
- за жаростійкістю:
 - з високою жаростійкістю (більше 2000 °С);
 - з низькою жаростійкістю (менше 2000 °С).

Паливо характеризується енергетичним потенціалом, тобто кількістю теплової енергії, що виділяється при його згорянні. Теплота, що виділяється при згорянні 1 кг або 1 м³ палива, називається питомою теплотою спалювання (теплотворна здатність) і вимірюється в джоулях (Дж). Розрізняють нижню Q_н (без теплоти, що витрачається на випаровування води, та міститься в паливі або утворюється при спалюванні) і вищу Q_в теплоту спалювання.

Складається паливо з окремих, не зв'язаних між собою, хімічних елементів.

Елементи палива записуються відповідними літерами (С – вуглець, Н – водень, О – кисень, N – азот, S – сірка, А – зола, N – волога) і цифрами, що вказують масовий їх вміст у відсотках окремих елементів. Елементний склад використовується для визначення маси палива (робочої, аналітичної, сухої, вологої, бензолної, органічної, горючої).

Паливо, що добуто із надр і доставлене споживачу, характеризується робочою масою. Якщо паливо містить тільки

внутрішню вологу, то воно характеризується аналітичною (повітряно-сухою) масою. Маса палива, з якого видалена вся волога, називається сухим, тільки зола – вологим беззолним, якщо видалена зола і волога – горючим, сірка, зола і волога – органічним.

Для співставлення чи взаємозаміни різних видів палива введено поняття умовного палива. Умовним паливом називають таке, теплотворна здатність якого дорівнює $Q_y=29307$ кДж/кг.

Відносна теплова цінність різних видів палива розглядається у порівнянні з умовним паливом за допомогою калорійного паливного еквівалента E_k :

$$E_k = \frac{Q_n^p}{Q_y}, \quad (9.1)$$

де Q_n^p – нижча теплота згоряння робочої маси твердого палива;
 Q_y – теплота згоряння умовного палива.

Для перерахунку витрати конкретного палива P_k в умовне P_y і навпаки використовуються співвідношення:

$$P_y = P_k \cdot E_k, \quad (9.2)$$

$$K = \frac{P_y}{E_k}. \quad (9.3)$$

9.1.2. Тверде паливо

До твердого палива відносяться:

- викопне вугілля (кам'яне, буре);
- торф;
- горючі сланці;
- деревина;
- штучні види палива (кокс, напівкокс, термоантрацит, деревне вугілля).

Основними властивостями твердого палива (табл. 9.1) є: теплота згоряння, вологість, зольність, сірчистість, вихід летючих речовин, щільність, гранулометричний склад, механічна міцність, термічна міцність, горючість, окиснюваність.

Сірка входить у паливо у вигляді сульфідних, сульфатних та органічних сполук. Сульфатна сірка переходить у попіл, а інші окислюються до діоксиду сірки та вивітрюються.

Таблиця 9.1

Склад твердого палива, % мас

Вид палива	Органічна маса			Волога, H ₂ O	Попіл, оксиди	Сірка	Вихід летючих газів, %
	С	Н	О				
Буре вугілля	70,0	5,5	24,5	5,5	4,0	2-3	45-55
Кам'яне вугілля	82,0	5,0	13,0	3-8	6,0	2-6	8-50
Антрацит	95,0	2,0	3,0	1,3	6,0	1-2	8
Торф	59,0	6,0	35,0	25	4,5	0,4	70
Деревина	44,0	6,0	50,0	30-40	0,4	0	70
Горючі сланці	75,0	10,0	15,0	-	50	-	-

Теплота згоряння – це основна властивість і важливіший показник якості палива. Основна характеристика – теплотворна здатність палива.

Теплотворна здатність видів палива складає:

- кам'яне вугілля... – 27-34 МДж/кг;
- горючі сланці..... – 27-34 МДж/кг;
- вугілля..... – 25-30 МДж/кг
- торф..... – 20-24 МДж/кг;
- деревина..... – 19-21 МДж/кг.

В залежності від масового виходу летючих речовин кам'яне вугілля ділиться на такі марки: високо полум'яне – Д, газове – Г, газове жирне – ГЖ, жирне – Ж, коксове жирне – КЖ, коксове – К, слабо спікаємо – СС, напівантрацит – ПА, антрацит – А.

Вихід маси летючих речовин з кам'яного вугілля складає 4-9%, з напівантрациту і антрациту – до 39-45% газу.

В залежності від гранулометричного складу викопне вугілля ділиться на такі класи: вугілля за розрядом кусків (ГОСТ 19242-73), плитне – П (більше 100 мм), крупне – К (50...100), горіх – О (25-50), дрібне – М (13-15), зернято – С (6-13), штиб – Ш

(менше 6 мм), рядове – Р (не більше 200 мм при шахтному і не більше 300 мм при кар'єрному добуванні).

Маркування кам'яного вугілля включає найменування за родовищем добування і також з буквеними позначками марки і класу. Розрізняють Донецьке, Кузнецьке, Карагандинське, Волинське та інші родовища.

Запаси викопного твердого палива зберігаються на спеціальних площадках з можливістю проведення вантажно-розвантажувальних робіт. Основною вимогою зберігання є попередження окислення і вивітрювання палива.

Для попередження вивітрювання і окислення кам'яне вугілля складають у штабелі (кагати), поверхню яких утрамбовують, покривають дрібним вугіллям, захисною плівкою або розчином вапна. Тривалість зберігання штабеля 100 000 т кам'яного вугілля складає від 1 до 2-3 років, в залежності від марки вугілля. Буре вугілля зберігається 3-6 місяців. Сонячне проміння негативно впливає на вугілля.

9.1.3. Рідке паливо і мастильні матеріали

До рідкого палива відносяться:

- карбюраторне;
- дизельне;
- котельне.

Карбюраторне паливо використовують для карбюраторних двигунів літаків, автомобілів і тракторів. У таких двигунах паливо, називають бензин, змішуючись у певних пропорціях із повітрям у спеціальних пристроях (карбюраторах), подається у камеру згорання і запалюється від електричної іскри. Залежно від характеристик бензин ділиться на марки А-72...АИ-98. Крім того, бензин ділиться на літній і зимній. Число марки – октанове число.

Дизельне паливо використовується у дизельних двигунах. У таких двигунах паливо подається у камеру згорання через форсунки у краплиннорідкому стані, розпилюється, змішується із повітрям, випаровується і запалюється від стиску.

Котельне паливо призначене для рухомих і стаціонарних установок, а також для промислових печей. Паливо спалюють у спеціальних котлах відкритим полум'ям шляхом подавання та створення паливно-повітряної аерозольної суміші за допомогою форсунок.

Основні марки котельного палива – мазут Ф5, Ф12, Ф40, Ф100. В якості котельного палива використовують також масло сланцеве (ГОСТ 4806-79), масло нафтове – для мартенівських печей (ГОСТ 14294-79).

Для стаціонарних котельних установок застосовується паливо пічне побутове – ТПБ.

Мастильні матеріали вводяться між рухомими поверхнями для зменшення сили тертя і зносу деталей. Крім того, мастильні матеріали призначені для захисту матеріалів від корозії, охолодження поверхонь тертя, видалення продуктів тертя та інших сторонніх речовин, попередження утворення відкладів, а також виконання функції робочої рідини (в гідравлічних і регулюючих системах), ущільнюючого і тепло відвідного середовища.

Мастильні матеріали поділяються на масло і мастила.

Масло – це матеріал, який при звичайній температурі знаходяться у рідкому стані. Основні властивості масла: щільність, в'язкість, маслянистість, температура загусання, хімічна стійкість, температура коксування, температура загоряння.

За призначенням масло ділиться на моторне, трансмісійне, індустріальне, компресорне, турбінне тощо.

Моторне масло призначене для зменшення зносу двигунів різних типів, **трансмісійне** – для змазування зубчатих передач в коробках передач, в мостах, в бортових передачах, а також в гідравлічних приводах машин і механізмів.

Індустріальне масло призначене для змащування підшипників і пар тертя метало оброблювальних верстатів, промислового обладнання, а також для використання в якості робочої рідини та рідини для закалювання металів, для виготовлення консистентних мастил.

Компресорне масло призначене для змащування поршневих і ротаційних компресорів і холодильних машин.

Турбінне масло призначене для змащування і охолодження підшипників парових і газових турбін, турбокомпресорів і генераторів електричного струму.

Мастило – жирова речовина для змащування поверхонь тертя механізмів і деталей машин, що при звичайній температурі знаходиться в мазеподібному стані, а при нагріванні – переходить у рідкій стан. Мастила такого типу ще називають консистентними. Консистентні мастила представляють собою складні колоїдні системи, тверду фазу яких складають згущувач, а рідку – мінеральні масла.

9.1.4. Газоподібне паливо

Газоподібне паливо – речовина, що використовується для опалення, для промислових потреб, шляхом спалювання відкритим полум'ям або у спеціальних котлах, печах, а також для двигунів транспорту тощо.

Газоподібне паливо ділиться:

- за походженням: природне, штучне;
- за агрегатним станом: скраплений, стиснений газ;
- за призначенням: для газобалонних автомобілів, для промислових потреб, для комунально-побутових потреб, для поставок на експорт.

Природне газоподібне паливо знаходиться в гірських породах землі у вигляді самостійних родовищ природного газу та у розчинному стані в нафті у вигляді попутного газу.

Штучне газоподібне паливо є продуктом виробничих процесів коксування твердого палива – **коксівий газ**, виплавляння чавуна – **доменний газ**, а також продуктом газифікації твердого палива в газових генераторах – **генераторний газ**.

Скраплений газ ділиться на пропан та бутан технічний, органічна сполука, що являє собою насичений вуглеводень і застосовується як паливо і як хімічна сировина.

Стиснений газ, що знаходиться під тиском до 20 МПа, використовується як штучного (коковий метанізований та коковий збагачений) так і природного походження. Стиснений газ природного походження ділять на марки. Стиснений газ штучного походження, що є продуктом виробних процесів як правило використовується для здійснення виробничих процесів комплексів виробництва.

Основними особливостями газоподібного палива є високий енергетичний потенціал (до 46 МДж/м³), відсутність золи при спалюванні, менше забруднення повітря відпрацьованими газами, можливість автоматизації процесів і режимів спалювання, легкість транспортування, дешевизна і зручність використання, значні запаси в природі тощо. Недолік газоподібного палива – висока вибухонебезпека.

9.2. Добування нафти і газу

Нафта – це масляниста рідина, яка складається на 83-87% з вуглецю та 12-14% з водню, які утворюють складну суміш вуглеводнів, має характерний запах, колір і густину.

У нафті присутні розчинені гази, які при видобування виділяються з неї. Ці гази-“супутники” містять метан, етан, пропан, бутан та ін. На одну тону нафти в середньому припадає 30-50 м³ супутніх газів, які є цінною сировиною для хімічної промисловості.

У нафті також присутні мінеральні домішки та не вуглеводнева частина. Мінеральні домішки – це механічні домішки (пісок, глина), мінеральні солі, хлориди кальцію, магнію, натрію та заліза.

Не вуглеводнева частина – це сірчисті, кисневі та азотисті сполуки. В нафті міститься 1,5% кисню та 2,2% азоту. За вмістом сірки нафту поділяють на мало-сірчисту (0,1-0,5%, кавказька нафта), сірчисту (0,5-3,0%) і багато-сірчисту (3-5%, нафта Башкирії, Татарстану). Кисневі сполуки в нафті знаходяться в формі нафтових кислот, смол та асфальтових речовин.

Властивості нафти залежать від її складу, вона може мати густину від 0,83 до 0,97 $г/см^3$, теплоту згорання від 39800 до 44000 $кДж/кг$.

Видобуту нафту очищують від домішок і переробляють для отримання пального, мастил, розчинників, окремих груп вуглеводнів.

В процесі перероблення нафти отримують пальне і паливо (рідинне та газове), мастила, вуглеводні: етилен, пропілен, метан, ацетилен, бензол, толуол та суміші вуглеводнів (парафін, вазелін), бітуми, сажу, нафтові кислоти та інше.

Промислові запаси нафти і газу в основному залягають в осадових породах (піски, піщаники, вапняки тощо) на глибині 400-4000 м і більше. Світовий досвід розвідки нафти і газу сягнув глибин видобування більше 4000 м у зв'язку з постійною потребою народного господарства в продукції промислової переробки нафти і газу. При відборі нафти і газу із родовища одночасно відбуваються два взаємопов'язані процеси під дією пластових сил і піднімання нафти і газу по стовбуру свердловини на поверхню.

Зустрічаються родовища: нафти, газів, або нафтогазові.

Промислові запаси нафти і газу в основному залягають в осадових породах (піски, піщаники, вапняки) на глибині до 400 м.

Нафтовий поклад або пласт звичайно зверху і знизу обмежений непроникливими породами, потужність нафтогазоносного пласта коливається від декількох сантиметрів до декількох сотень метрів. Кількість нафтових пластів в різних родовищах коливається від одного до декількох десятків. Найбільш поширені склепові поклади.

Вода, нафта і газ знаходяться під тиском, який називають пластовим тиском. Пластовий тиск визначають при розвідці родовища за допомогою свердловинного манометра. Величина пластового тиску дозволяє судити про процеси, які відбуваються у пласті і регулювати розробку родовища.

При відборі нафти і газу із родовища одночасно відбуваються два взаємопов'язані процеси: рух рідини і газу в пласту під дією

пластових сил і підняття нафти і газу по стовбуру свердловини на поверхню. Обидва ці процеси можна регулювати шляхом вводу до експлуатації оптимальної кількості свердловин і встановлення певних режимів їх роботи.

Основні методи видобування нафти і газу такі:

- фонтанний;
- компресорний;
- насосний;
- шахтний.

Фонтанний метод – викидання, піднімання на поверхню нафти чи газу сильним струменем, здебільшого під природним тиском пластів. Цей метод є найбільш продуктивний і економічно доцільний в початковий період експлуатації родовища, оскільки використовуються природні сили тиску. Однак при експлуатації свердловин з виковим тиском є висока небезпека руйнування оголовка свердловини і загоряння газу або виливання нафти.

Компресорний метод (або газліфтний) – піднімання на поверхню нафти струменем в свердловині за рахунок закачування в пласт попутного газу і створення в пласту нафтогазової суміші. Щільність створеної нафтогазової суміші є меншою ніж щільність нафти в пласту. Нафтогазова суміш піднімається газліфтом на поверхню аналогічно фонтанному методу. Для забезпечення компресорного методу родовище оснащують системою двох технологічно зв'язаних свердловин. По одній в пласт закачують компресором попутний газ для створення суміші, а по іншій – піднімають на поверхню нафтогазову суміш. Компресорний метод призначений для збільшення ефективності використання родовища нафти.

Насосний метод – викачування на поверхню нафти і газу за рахунок облаштування свердловини насосом. Насосний метод передбачає піднімання на поверхню нафти за рахунок додаткової енергії насосів. Найбільш поширеними є штангові та відцентрові насоси. Для підтримування високого пластового тиску в пласт практикують закачувати гарячу воду, пару, хімічні реагенти. Це дає можливість збільшувати віддачу родовища.

Шахтний метод – створення в пласті з нафтою спеціального шахтного колодязя, збирання в ньому нафти із наступним викачуванням її на поверхню насосом. За допомогою шахтного методу коефіцієнт видобування нафти збільшується до 80%.

Якщо нафта в'язка і має невеликий пластовий тиск, застосовують шахтний метод її добування. Для цього виконують серію гірничих вибоїв. Нафтовий пласт розбурюють горизонтальними свердловинами. По горизонтальних свердловинах нафта стікає у спеціальні шахти-накопичувачі із яких нафта шахтними насосами піднімається на поверхню.

9.3. Переробка твердого палива, нафти та газу

Переробка включає піддавання обробці, перетворенню матеріалів чи сировини на продукцію.

Найбільш поширеним методом переробки твердого палива нафти та газу є **піроліз** – метод і процес, при якому основні фізичні і хімічні перетворення здійснюються під впливом високих температур без доступу повітря.

Коксування є піроліз палива нагріванням до 950-1110 °С у коксових печах вугілля, торфу та інших речовин для отримання коксу, коксового газу та інших хімічних речовин. Це фактично фізичний процес сухої перегонки вугілля при його нагріванні. При цьому утворюється твердий залишок – кокс (близько 75% маси шихти) та складна парогозова суміш, яка є в основному сумішшю ароматичних та метанових вуглеводів та їх похідних та інших речовин (близько 23% маси шихти).

Технологія коксування полягає у подрібненні вугілля до розміру зерна 3 мм, завантаження коксових печей, які об'єднані у коксу батарею (60-70 шт, місткість однієї печі – до 15 т); проведення коксування при температурі 950-1110 °С без доступу повітря, яке триває близько 10 год; розвантаження печей.

При коксуванні кам'яного вугілля отримують: кокс, коксовий газ, кам'яновугільну смолу, сирий бензол, над смольну воду та солі амонію.

Коксують вугілля періодичним і безперервним способами. Періодичний спосіб коксування проводять у печах-камерах, які завантажують періодично. Вугілля нагрівають до температури 1400 °С протягом 14-16 год. За цей час леткі продукти безперервно виходять із печі у газозбирачі і ідуть на перероблення та утворюється кокс. Після закінчення коксування кокс виштовхують із печі, охолоджують мокрим або сухим способом і сортують за розмірами. В металургії використовують куски розмірами 25-40 мм.

Безперервний спосіб коксування вугілля проводять у стовбурових печах. При цьому способі підготовлене вугілля (шихту) попередньо підігрівають у камерних печах або в печах із “псевдо-киплячим шаром” до температури 400 °С, із розм’якшеної шихти готують брикети розмірами 6×6×7 см і завантажують їх до печі. Брикети проходять шлях зверху вниз у печі, у середній частині, де найвища температура відбувається процес коксування, після якого брикети коксу охолоджують.

Таким способом коксують і буре вугілля. За дещо схожою, але більш складнішою технологією, переробляють вугільні сланці.

Газифікація – пірогенний метод переробки твердого палива неповним окисленням горючої частини палива киснем, киснем повітря, водяною парою чи їх сумішшю, внаслідок чого утворюються генераторні гази, які є сировиною для хімічної промисловості, а також використовуються як паливо.

Гідрогенізація – спосіб переробки палива і складних речовин у присутності водню під впливом високої температури (до 500 °С) і тиску (700 МПа) з утворенням рідких вуглеводів.

Нафту переробляють фізичними та хімічними способами.

Переробка нафти фізичним способом. Фізичні способи переробки нафти засновані на процесах перегонки рідинних матеріалів випаровуванням з наступною конденсацією речовин.

Перегонка (дистиляція) – це фізичний процес розділення нафти на фракції, що ґрунтується на різних температурах кипіння сполук, що входять до її складу. Перегонка відбувається за такою технологією:

- нагрівання нафти до $t=170-175$ °С;

□ подальше нагрівання нафти у трубчастій печі до $t=350$ °C шляхом спалювання газу або рідинного палива;

□ перегонка нафти в ректифікаційних колонах.

Процес розділення відбувається шляхом нагрівання нафти до температури 350 °C (температура кипіння нафти) у трубчастій печі з подачею її у ректифікаційну конону. В колоні фракції, що киплять за низьких температур (бензини), випаровуються і піднімаються вгору, а ті, що киплять за високих температур (мазут), стікають у нижню частину колони. У середині колони по висоті розміщені тарілки з отворами для проходження пари угору і стікання рідин. У різних температурних зонах колони виділяються різні фракції (згори вниз): бензин, лігроїн, гас, соляр.

Вихід компонентів переробки нафти на типових ректифікаційних установках наведений в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Вихід нафтопереробних компонентів на типових установках

№ з/п	Компонент	Температура відбору, °C	Вихід, %
1	Гази	-	1,0
2	Бензин	62-180	20,0
3	Гас	180-240	10,0
4	Дизельне паливо	240-350	17,5
5	Мастила	350-500	25,0
6	Гудрон	500	25,0
7	Втрати	-	1,5

Мастильні фракції із мазуту отримують у колоні, де тиск понижений до $0,08-0,09$ МПа. Мазут, нагрітий додатково у печі, подають на другу ректифікаційну конону, де на тарілках конденсуються мастильні фракції: 10-12% веретенного мастила, 5% машинного, 3% легкого та 7% важкого циліндрового мастила. Внизу колони збирається до 30% гудрону (дъоготь, смола).

Головні недоліки цього процесу: низький вихід бензину (не більше 20%) і недостатня чистота фракцій. З метою отримання більш чистих фракцій перегонку іноді роблять декілька разів.

Вихід бензину з нафти можна значно збільшити (до 65-70%) розщепленням вуглеводнів з довгим ланцюгом на вуглеводні з

меншою відносною молекулярною масою. Такий процес називається **крекінгом**.

Крекінг – перегонка нафти, що включає в себе розділення рідких сумішей методом нагрівання, випаровування та конденсації пари, ґрунтується на різниці температур кипіння окремих вуглеводнів (фракцій). Основні продукти перегонки: бензин, лігроїн, гас, солярка (газойль), мазут. Перегонкою мазуту одержують веретенне, машинне, легке і важке циліндрове масла. Кубовим залишком крекінгу є гудрон.

Крекінг – процеси бувають двох видів: термічний та каталітичний. Продуктами процесу крекінгу є крекінг-бензин, крекінг-газ (суміш насичених та ненасичених вуглеводів, а також водню), крекінг-залишок.

Температура суттєво впливає на швидкість процесів. Термічний крекінг нафти в діапазоні температур складає:

Температура, °С	400	425	450	475	500
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Час, хв.	720	120	20	3	0,5
----------	-----	-----	----	---	-----

Підвищення температури суміші підвищує дифузію і швидкість процесу більше ніж у 1500 разів.

Термічний крекінг – це розщеплення важких вуглеводнів в результаті чого утворюються вуглеводні з меншою кількістю атомів вуглецю в молекулі. Термічний крекінг проводять при нагріванні вихідної сировини (мазуту) до температури 470-550 °С при тиску 2-7 МПа. При цьому молекули вуглеводів з великим числом атомів вуглецю розщеплюються на дрібніші молекули насичених і ненасичених вуглеводнів.

З підвищенням температури швидкість розщеплення зростає. Термічний крекінг вперше було застосовано у 1891 році.

9.4. Нафтопродукти

Переробкою нафти отримують більше 10 тис найменувань різних продуктів. Усі вони умовно поділяються на дві групи:

□ продукти, готові до вживання (різні види пального, палива і мастил);

□ сировина для подальшої переробки на підприємствах хімічної промисловості (розчинники, нафтові кислоти, бензол, толуол, ксилол, парафін, вазелін, бітуми).

До першої групи відноситься рідинне пальне, яке поділяється на карбюраторне, реактивне і дизельне.

Карбюраторне пальне – використовується для двигунів внутрішнього згорання з запалюванням від електричної іскри. Основний показник карбюраторного пального – детонаційна стійкість, яка оцінюється октановим числом (0-100). Октанове число – це процентний вміст ізооктану, не схильного до детонації, в порівнянні з присутнім у паливі гептаном, що згорає з вибухом, руйнуючи деталі двигуна. Отже чим більше октанове число, тим якіснішим вважається пальне.

Октанові числа деяких карбюраторних палив:

- автомобільні бензини – 66, 72, 76, 80, 92, 95, 98;
- авіаційні бензини – 70, 91, 95, 100;
- тракторні бензини – 40, 45;
- тракторний лігроїн – 54.

Дизельне пальне – використовується в поршневих двигунах дизелів. Запалювання пального в них відбувається без електричної іскри при температурі 550-600 °С під тиском.

Основний показник дизельного пального – октанове число, яке характеризує схильність палива до запалювання. Чим вище це число, тим краще пальне. Найбільш поширеним дизельним паливом є солярове масло (солярка), октанове число якого знаходиться в межах 35-50 одиниць.

В карбюраторних і дизельних паливах стандартами обмежена кількість кислот, лугів, сірки і вологи, оскільки ці компоненти скорочують строк служби двигунів.

Реактивне пальне – складають газові фракції різного складу або суміші з бензиновими фракціями. Його використовують в авіаційних реактивних двигунах.

До паливних матеріалів, отриманих із нафтопродуктів, відноситься котельне паливо і газове паливо.

Котельне паливо – це мазут, який використовують у парових котлах, на теплоелектростанціях, парогенераторних і котельних установках, у промислових печах (наприклад,

мартенівських), у горнах ковальських цехів машинобудівних заводів тощо.

Мазут залишається після переробки нафти, кам'яного вугілля і горючих сланців.

Газове паливо – це суміші пропану та бутану в різних співвідношеннях. Його використовують для комунально-побутових потреб.

9.5. Мастильні матеріали

Мастильні матеріали. До мастильних матеріалів належать речовини, які зменшують тертя й захищають метал від корозії. Мастильні матеріали можуть бути рідкими, твердими та консистентними.

Рідке мастило (олива) буває мінерального, рослинного та тваринного походження. Найпоширенішою є мінеральна олива – продукт, добутий з нафти або кам'яного вугілля подальшою перегонкою мазуту під вакуумом: вазелінова, машинна, циліндрова.

Рослинна олива – бавовняна, касторова, льняна, реп'яхова. До тваринних олив належать жири: риб'ячий, тюлений, китовий, сало різних тварин. Ці оливи мають малу в'язкість і найкращу маслянистість, тому застосовують суміш мінеральних олив з тваринними та рослинними олівами.

Рідке мастило застосовують для деталей, що працюють на високих швидкостях. Поряд з рідкими застосовують тверді мастила, що складаються з мінеральних олив змішаних з милом; це солідол, тавот, технічний вазелін тощо.

Наприклад, мазями називаються суміші мінеральних олив з невеликим додаванням олив тваринного та рослинного походження, згущеними кальцієвими або натрієвими милами.

Консистентні мастила можуть містити, крім мила, наповнювачі, наприклад графіт, тальк, слюду. До них належать приладне мастило АФ-70 (мастило УНМА), технічний вазелін УН (універсальне низько-плавке мастило), мастило для консервації.

Вид мастильних матеріалів вибирають залежно від умов роботи, виду тертя, конструкції тертьових деталей, їх навантаження, нагрівання, а також від матеріалу частин, що піддаються тертю.

Наприклад, індустріальні мастильні матеріали застосовують для змащування верстатів і механізмів; суднові – ходових частин суден; турбінні – підшипників турбін; моторні – двигунів внутрішнього згоряння стаціонарного типу; авіаційні – авіаційних двигунів; циліндрові – парових машин; мастильний мазут, напівгудрон, гудрон – букс вагонів та інших механізмів.

Основними характеристиками рідких мінеральних олив є в'язкість, температура спалаху та застигання, стабільність, вміст домішок.

В'язкістю оливи називають його властивість чинити опір пересуванню одного шару відносно іншого. Температуру, за якої виділяються пари оливи і утворюють з навколишнім повітрям суміші, що спалахують, називають температурою спалаху. Температурою застигання називають температуру, за якої олива стає нерухомою. Здатність оливи чинити опір окисленню на повітрі за підвищених температур називають стабільністю оливи. Вміст механічних та інших домішок визначається в відсотках, чим їх менше в оливі, тим вища її якість.

Основними характеристиками консистентних мастил є penetрація, температура краплепадіння, корозійні дії та вміст домішок.

Penetraція – число сотих часток сантиметра занурювання в мастило градуйованого конуса протягом 5 с за певної температури. Температурою краплепадіння називають температуру, за якої з'являється перша крапля мастила під час нагрівання її в певних умовах. Корозійна дія мастила – це дія нагрітої оливи на металевий зразок, який знаходиться в мастилі протягом певного часу. За втратою зразком маси визначається корозійна дія мастила.

9.6. Біопаливо

Альтернативним видом палива, об'єми виготовлення і використання якого постійно зростають у світі, є біопаливо. Біологічні паливні матеріали одержують шляхом переробки (конверсії) рослинної біомаси в газ та рідинне пальне. Рослинна біомаса є первинним джерелом енергії на планеті. Вона утворюється під час фотосинтезу із диоксиду вуглецю та води з утворенням кисню.

При утворенні 1 кг сухої біомаси (деревини) поглинається біля 1,83 кг CO₂ і стільки ж при її окисленні (згоранні).

Існують два основних способи використання біомаси: піроліз і біохімічна переробка. За першим способом проводять піроліз біомаси (деревину, рослинні рештки нагрівають без доступу повітря) у агрегатах – реакторах за температурою 400-500 °С при атмосферному або підвищеному тиску. В результаті отримують газ, рідку фракцію і деревне вугілля. При конденсації газу отримують смолу, водний дистилат і неконденсовані гази. Із дистилату вилучають оцтову кислоту, метиловий або дерев'яний спирт і ацетон.

Біомаса, завдяки своїй більш високій здібності до реакції газифікації, порівняно з кам'яним вугіллям, має переваги при піролізі, вона газифікується при нижчій температурі.

Сьогодні у світі для енергетичних цілей використовується до 1 млрд. тонн умовного палива рослинної маси, що рівнозначно 25% світового добування нафти. Потенційні ресурси досягають 100 млрд т. Її доля в енергетичному балансі розвинутих країн складає 35%, у світовому споживанні енергоресурсів – 12%, в Росії – 3%, в Україні менше 1%.

За способом біохімічної переробки біомаса піддається бродінню з утворенням горючого газу (70% CH₄ і 30%CO₂), питома теплота згорання якого достатньо висока. При цьому на кожну тону газу виробляється до 1,5-2,0 т високоякісних органічних добрив.

Особливо ефективною є біохімічна переробка відходів тваринницьких ферм. Середня за потужністю установка дає за добу 3 м³ газу, для якої достатньо відходів від 3-5 корів.

Залишки біомаси після процесу газифікації багаті на азот, калій та фосфор і є ефективним добривом для ґрунтів.

Використання біомаси спеціально вирощуваних для цього рослин для одержання спирту-етанолу стає рентабельним виробництвом у зв'язку з подорожчанням нафтопродуктів. Прикладом такої країни є Бразилія, де використання етанолу, отриманого з цукрової тростини і сорго, сягнуло кількох мільярдів літрів щороку, що еквівалентно 50 т залізничних цистерн бензину.

Етанол використовують як добавку до автомобільного бензину, нові види двигунів можуть працювати на спирті-етанолі. В промислових об'ємах етанол із біомаси виробляють в Австрії (з маніоки), Новій Зеландії (з цукрових буряків), США, у країнах Європи. Спирт-етанол як автомобільне паливо є, порівняно з нафтопродуктами – бензинами, екологічно чистим і менше забруднює навколишнє середовище.

До цієї галузі у світі проявляється все більша зацікавленість, розвивається новий напрямок – створення нових видів палива рослинного походження. Наприклад, рапсова олія використовується як добавка до дизельного палива. Вже сьогодні таке паливо рівноцінне по вартості з дизельним. При врожайності рапсу 3 т/га можна отримати 1 т моторного пального і 2 т високоякісних кормів.

Властивості моторного пального із насіння рапсу близькі за своїми властивостями до дизельного пального, проте шкідливі викиди при його використанні значно менші.

За даним Р.Вільямса (США) можливі значення отримання енергії з рослинної сировини з одного гектару складають (ГДж/га): для рапсу – 50, для пшениці – 70, для цукрового буряку – 135, для цукрової тростини – 105; для етанолу, отриманого шляхом гідролізу деревини – 115, для етанолу, отриманого шляхом термохімічної газифікації деревини – 160, для водню, отриманого з деревини шляхом газифікації – 205.

Запитання для самоконтролю:

1. Які матеріали відносяться до палива. Їх види.
2. Тверде, рідке і газоподібне паливо. Склад твердого палива.

3. Нафта як вид палива, її властивості.
4. Природний газ як вид палива, його особливості.
5. Суть технології коксування вугілля.
6. Суть технології переробки нафти перегонкою.
7. Суть термічного і каталітичного крекінгу нафтопродуктів.
8. Основні групи і види нафтопродуктів.
9. Основні види мастильних матеріалів.
10. Поняття біопалива.
11. Суть технологій піролізу і біохімічної переробки.

Тема 10. БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

План теми:

1. Загальні відомості про будівельне виробництво.
2. Класифікація будівельних матеріалів.
3. Природні органічні і неорганічні матеріали.
4. Керамічні вироби і матеріали.
5. В'язучі матеріали, бетон, залізобетон і будівельні розчини.
6. Силікатні і азбоцементні матеріали, скло і скловироби.

10.1. Загальні відомості про будівельне виробництво

Будівництво (будівельна індустрія) є однією з найважливіших галузей економіки, з одного боку вона споживає продукцію, яку виготовляють інші галузі: гірничодобувна, лісова, деревообробна, хімічна, чорна та кольорова металургія, а з іншого, сама має розвинуту промислову базу і виготовляє для будівництва спеціальні будівельні матеріали і конструкції.

Будівельне виробництво – це сукупність взаємопов'язаних технологічних будівельних процесів (робіт) спрямованих на одержання готової продукції у вигляді закінчених частин будівель та споруд.

Будівельні процеси мають свої особливості:

- виконання на відкритому повітрі під впливом природно-кліматичних факторів;
- переміщення робочого місця у просторі і часі;
- перебування готової продукції (будівель і споруд) постійно на одному місці;
- постійне переміщення у просторі та часі будівельних матеріалів, конструкцій, обладнання, машин та механізмів.

Технологічна система будівельного виробництва складається із чотирьох основних підсистем (рис. 10.1).

- підсистема виготовлення будівельних матеріалів (ПСТ БМ);

- підсистема виготовлення будівельних виробів і конструкцій (ПСТ БВ);
- підсистема транспортування матеріалів, виробів і конструкцій на об'єкти будівництва (ПСТ Тр);
- підсистема будівельних процесів і робіт (ПСТ БП);

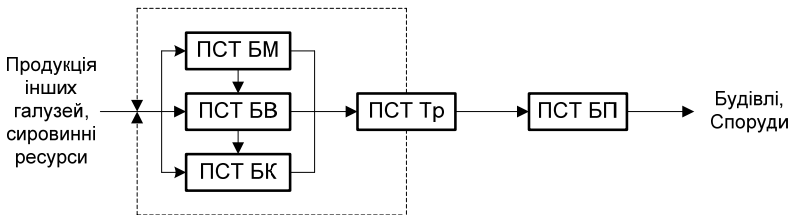


Рис. 10.1. Технологічна система будівельного виробництва

В загальному об'ємі будівельних робіт частка вартості будівельних матеріалів складає 50-65% вартості будівлі. При цьому частка вартості будівельних матеріалів у будівництві має тенденцію до зростання, оскільки у промисловості будівельних матеріалів безперервно розширюється асортимент і поліпшується якість будівельних виробів.

Підсистеми будівельних матеріалів, виробів і конструкцій призначені для забезпечення будівництва речовинами, готовими елементами, напівфабрикатами, технології одержання яких спеціалізовані відповідно до їх призначення, необхідних властивостей і якостей. В будівництві розрізняють будівельні матеріали, вироби і конструкції.

Будівельними матеріалами називають різні за складом, формою та властивостями речовини, застосовувані безпосередньо для будівництва споруд або для виготовлення з них збірних елементів на спеціалізованих підприємствах. Найпростіші будівельні матеріали – пісок, глина, вапно, цемент, камінь, гравій, деревина.

Будівельні вироби – це закінчені елементи, що виготовлені з будівельних матеріалів і призначені для створення частин будівель і споруд. До них належать цегла, панелі, перемички,

керамічна плитка, вироби з деревини, віконні і дверні блоки та інші, що виготовлені з глини, піску, цементу, щебеню, вапна, деревини, пластмаси тощо і укладаються в будівлі і споруди переважно ручними і машинно-ручними процесами.

Будівельні конструкції – це готові елементи будівель і споруд, які мають значні розміри, виготовлені промисловим способом з будівельних матеріалів та виробів. До них належать металеві і залізобетонні ферми, стінові і фундаментні блоки, колони, об'ємні елементи будівель, які транспортують готовими на об'єкти будівництва і укладають на призначені місця монтажними процесами за допомогою техніки.

Виконання будівельних процесів і робіт нормуються державними стандартами (ДБН, ГОСТ, ДСТУ, ТУ). Вони містять вимоги до якості будівельних матеріалів, правил зберігання та транспортування, правила виконання окремих будівельних робіт та вимог техніки безпеки і охорони праці.

Підсистема транспортування вантажів призначена транспортування сировини, матеріалів, виробів і конструкцій та передбачає технології горизонтального транспортування і вертикального (похилого) переміщення.

Переміщення вантажів в будівництві поділяють на загальне і технологічне, а транспортні засоби на зовнішній і внутрішній транспорт. Зовнішній транспорт призначений для перевезення вантажів на будівельний об'єкт (майданчик) із спеціалізованих підприємств. Внутрішній – для переміщення вантажів в межах будівельного майданчика.

Для транспортування вантажів у будівництві застосовують залізничний, автомобільний, тракторний, водний, повітряний та спеціальний види транспорту (механічний, гідравлічний, пневматичний тощо).

В межах будівельного майданчика і робочої зони вантажі переміщують автомобілями, тракторами, електровізками, ручними візками, кранами, підійомниками, лебідками, та вручну.

Центральною підсистемою в технологічній системі будівельного виробництва є підсистема будівельних процесів і робіт, які за технологічною ознакою поділяються на загальнобудівельні, спеціальні, допоміжні та обслуговуючі.

Загально-будівельні процеси безпосередньо пов'язані зі створенням певних частин будівель і споруд. Їх суть зводиться до переробки, зміни форми, положення предметів праці, в результаті чого з'являється будівельна продукція.

Ці процеси мають спільні технологічні особливості і поділяються за видом матеріалу або виробу, конструкції, що використовується на земляні, кам'яні, бетонні, монтажно-укладальні, пальові, гідрозахисні, металеві, дерев'яні, опоряджувальні та інші.

Спеціальні процеси і роботи пов'язані з улаштуванням інженерних комунікацій, мереж та обладнання, зокрема систем вентиляції; тепло-, газо-, електро- та водопостачання; систем каналізації; телекомунікацій; монтажу сантехнічного, технічного та технологічного обладнання.

Допоміжні процеси пов'язані виконанням завантажувально-розвантажувальних робіт, переміщення і транспортування матеріалів, пониження і відведення води на майданчику, установленням захисного риштування, закріплення сипучих ґрунтів, постачання майданчика питною і технічною водою, електрикою, теплом тощо.

Обслуговуючі процеси пов'язані з забезпеченням безперерйного виконання загально-будівельних та інших процесів і робіт: зберігання, складування, облік матеріалів, інструменту, робочого реманенту, організація харчування і відпочинку.

10.2. Класифікація будівельних матеріалів

В будівництві використовують сотні різноманітних матеріалів та їх види (асортимент). Класифікують будівельні матеріали за походженням, структурою, властивостями, призначенням, способом виготовлення і т.д.

В першу чергу усі будівельні матеріали поділяють за **походженням** на природні, тобто такі, що утворені в земній корі або на її поверхні (мінерали), а також штучні, що одержані внаслідок промислової переробки природної сировини.

За **хімічним складом** будівельні матеріали поділяють на неорганічні або мінеральні та органічні. Неорганічні на металеві і неметалеві, органічні на низькомолекулярні, високомолекулярні (полімерні). Неорганічні і органічні у поєднанні утворюють змішані або органо-мінеральні.

Залежно від **будови** матеріали можуть бути щільними (граніт, сталь), пористими (пінопласт, пінобетон, газобетон, піноскло), пухко-зернистими (пісок, щебінь, гравій), шаруватими (фанера, пластики), волокнистими (мінеральна вата, скловата, шлаковата, деревина).

За **структурним станом** матеріали поділяють на ізотропні, що в усіх напрямках мають однакові властивості, та анізотропні, що мають шарувату або волокнисту будову з певною спрямованістю шарів.

При вивченні будівельні матеріали поділяють за галузями застосування (за **призначенням**), наприклад, покрівельні (шифер, руберойд, черепиця), стінові (цегла, силікатні, шлакобетонні та інші блоки, дерев'яний брус), лицевальні (керамічна плитка), гідроізоляційні (плівки), теплоізоляційні (будівельні вати, піноізол, пінопласт), для доріг, гребель та інші.

Найбільш повною є класифікація будівельних матеріалів за **технологічними ознаками виготовлення** (П.В.Кривенко та інші, Будівельні матеріали, Київ, 1993 р.), а саме:

- дерев'яні матеріали;
- природні кам'яні;
- мінеральні в'язучі;
- будівельні розчини;
- бетони;
- залізобетонні вироби;
- будівельна кераміка;
- матеріали та вироби із силікатних розплавів;
- матеріали з без цементних в'язучих;
- теплоізоляційні та акустичні;
- гідроізоляційні;
- обробні матеріали.

10.3. Природні органічні і неорганічні матеріали

До **природних органічних матеріалів** відносять в першу чергу деревину. Деревину з давніх часів широко використовують у будівництві завдяки її поширенню та добрим будівельно-технологічним властивостям (див. Тема 8).

Матеріалами з деревини є лісоматеріали: колоди, бруси, бруски, дошки і ін, виробами: паркет, віконні та дверні блоки, фанера, деревостружкові плити (ДСП), деревоволокнисті плити (ДВП), цементно-стружкові плити (ЦСП), тирсовий бетон і стінові блоки, а також конструкції з деревини – клеєні балки, блоки, щити, арки і ферми.

В будівництві використовують переважно хвойні породи дерев: сосна, ялина і піхта. Рідше модринові породи: модрина, дуб, бук, ясен, береза.

М'які модринові породи – вільха, осина, тополя – швидко псуються. Тому їх використовують як допоміжний матеріал, або для тимчасових споруд зі строком використання до трьох років.

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

Негативні якості: не рівномірність, схильність до загнивання, усихання, розтріскування, згорання та руйнування жуками-короїдами.

За стандартом лісові матеріали поділяють на кругляк і пиляний матеріал: брус, брусочок, дошка, шпала, обапіл. Брус – пиломатеріал, товщина і ширина якого понад 100 мм. Брусочок – пиломатеріал завтовшки до 100 мм, а ширина його не більша за потрібну товщину.

Дошки поділяються на обрізні, необрізні і обапіл. Дошка має товщину до 100 мм, а ширина її має бути більша за потрібну товщину. Обапіл – це пилопродукція, що одержана з бічної частини колоди і має одну пропиляну, а другу не пропиляну або частково пропиляну поверхню. За характером обробки поверхонь пиломатеріалу розрізняють пиляні поверхні і стругані (більш якісно оброблені струганням чи фрезеруванням).

Природні **неорганічні матеріали** називають також нерудною сировиною, тому що їх, як і рудну сировину, добувають із надр землі, але тільки відкритим способом, тобто в кар'єрах.

Неорганічні матеріали – це глина, пісок, піщаник, вапняк, щебінь, брусчатка, камінь, граніт, гравій, туф, мармур, пемза. Сюди також відносять кварцит – пусту породу з рудних кар'єрів і шахт. Природні неорганічні матеріали при необхідності проходять операцію подрібнення, грохочення та сортування.

У сучасному будівництві неорганічні кам'яні матеріали використовують за такими напрямками:

- штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів тощо;

- облицювальні декоративні вироби – плити, каміння, профільований камінь;

- каміння та вироби для дорожнього будівництва – брусчатка, шашка для мостіння, плити, бордюри, камінь;

- каміння для гідротехнічних споруд (гребель, дамб, каналів);

- нерудні матеріали – бутовий камінь для фундаментів і як заповнювач для бетонів (щебінь, гравій, пісок).

Ці матеріали використовують в будівництві: як заповнювачі при виготовленні розчинів і бетонів; як облицювальні матеріали; як матеріали для фундаментів (граніт); як матеріал при будівництві доріг.

При обробці неорганічних матеріалів застосовують поширені технологічні процеси і операції: подрібнення, розколювання, пиляння, просіювання, промивання, шліфування.

10.4. Керамічні вироби і матеріали

До керамічних матеріалів належать матеріали, що одержують з глинястих мас формуванням, сушінням і подальшим випалюванням

Ці матеріали та технологія їх виготовлення відносяться до найдавніших, наприклад вік керамічної цегли становить понад 5000 років. До цієї групи будівельних матеріалів належать: цегла звичайна, цегла порожниста і пориста, блоки і панелі з

цегли і каміння – керамічні блоки, лицювальна плитка, черепиця, керамічні дренажні і каналізаційні труби, заповнювачі для легких бетонів – керамзити, санітарно-технічні вироби – унітази, раковини, ванни, дорожня цегла, кислототривкі та вогнетривкі матеріали.

Переваги керамічних виробів: висока міцність, морозостійкість, водостійкість, вогнестійкість і, як результат – висока довговічність. Недолік – обмежені розміри виробів і неможливість виготовлення виробів великих розмірів.

Незважаючи на широкий асортимент керамічних виробів, різноманітність їх форм, фізико-механічні властивості, види сировини, основні стадії виготовлення таких виробів спільні: видобування сировини; підготовка сировинної пластичної маси; формування виробів – сирцю; висушування виробів; випалювання; обробка та упакування.

Сировиною для виготовлення керамічних матеріалів є різні глинясті гірські породи. Найчистіші глини складаються переважно з мінералу каолініту $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ і споріднених з ним мінералів. Після випалювання вони мають білий колір. Такі глини поширені обмежено, більша частина – складні за мінералогічним складом, забруднені мінеральними й органічними домішками. Наприклад, червоне забарвлення керамічних виробів обумовлено наявністю в глині оксидів заліза.

Для поліпшення технологічних властивостей глин і надання виробам певних властивостей, в глину вводять добавки – спінювачі, плавні, пароутворювачі, пластифікатори. Спінювачі знижують пластичність і зменшують повітряну і вогневу усадку виробів; плавні – знижують температуру випалювання й спікання глини; пластифікатор – сприяють підвищенню пластичності глини й поліпшенню формованості глини; пароутворювачі – сприяють отриманню виробів з підвищеною пористістю.

Для поліпшення естетичного вигляду і стійкості до зовнішніх впливів поверхню виробів покривають глазур'ю (легкоплавке скло).

Готуючи сировинні матеріали, насамперед руйнують природну структуру глини, вносять добавки, зволожують до потрібної формувальної вологості. Переробку сировини та формування виробів виконують пластичною, напівсухою або шлікерною (мокрою) технологіями.

За першою технологією подрібнену глину подають у глино-змішувач, де вона набуває однорідної маси і зволожується разом з добавками до вологості 20-25%. Отримана маса подається на стрічковий прес, який формує глиняний суцільний брус. Брус розрізається автоматичним апаратом на вироби заданого розміру. Пластичним формуванням виготовляють звичайну та порожнисту цеглу, каміння, керамічні труби.

За напівсухим способом глину спочатку подрібнюють і підсушують до вологості 6-8%, потім подрібнюють, просівають, зволожують порошок парою і перемішують у глино-змішувачах. Підготовлену масу пресують на механічних чи гідравлічних пресах. Відформовані вироби випалюють у печах.

Напівсуха технологія переважає пластичну, оскільки не потребує сушіння виробів і дає можливість використовувати мало пластичні глини. Проте цегла напівсухого пресування має меншу морозостійкість. Напівсухим пресуванням виготовляють облицювальні плитку, плитку для підлоги.

Обов'язковою проміжною операцією технологічного процесу виробництва керамічних виробів є сушіння. Штучне сушіння виконують у тунельних сушарках безперервної дії до вологості не більше 5% щоб уникнути нерівномірної усадки й розтріскування виробів при випалюванні.

Мокрий спосіб полягає у тому, що вихідні матеріали подрібнюють разом з водою в кульових млинах при вологості 45-60% до одержання однорідної маси – шлікеру. Шлікер використовують для формування виробів методом лиття у гіпсових формах.

Випалювання кераміки – завершальна стадія технологічного процесу. Воно здійснюється в тунельних печах у вагонетках, що рухаються проходячи три зони: підігрівання, випалювання і охолодження. Максимальна температура випалювання – 950-1000 °С. Така температура потрібна для фізико-хімічного

процесу спікання, яке відбувається внаслідок цементуючої дії розплаву. Недотримання термічних режимів випалювання може привести до переплавлення і втрати форми при вищих температурах і до зниження міцності, водо- та морозостійкості при знижених температурах.

При виготовленні керамічних виробів необхідно враховувати усадку глиняних виробів (зменшення розмірів в процесі висушування і випалювання), яка досягає 5-18%. Для її зменшення в глиняну масу додають знежирювачі.

Основним будівельним керамічним виробом є звичайна глиняна (червона) цегла. Розміри звичайної червоної цеглини $250 \times 120 \times 65$, потовщеної (полуторної) $250 \times 120 \times 88$ мм. Маса – 2,75-3 кг. Її застосовують для мурування зовнішніх і внутрішніх стін, а також для виготовлення стінових панелей. Зовнішні стіни потребують укладання 2-2,5 цегли або 52-64 см. Для облицювання як зовнішніх, так і внутрішніх стін використовують облицювальну цеглу, керамічні камені та керамічну плитку.

За міцністю (на стиск) цегла поділяється на такі марки: 75,100,125,150,200,250,300.

Черепицю використовують для дахових покрить. Керамічні труби – для будівлі каналізаційних мереж. Унітази і раковини – у житловому та промисловому будівництві.

Вогнетривкі керамічні вироби – це керамічні матеріали зі спеціальними якостями, а саме з високою вогнетривкістю. Їх використовують як футерувальний матеріал при спорудженні металургійних, коксохімічних, цементних, скловарних і термічних печей і інших теплових агрегатів. За вогнетривкістю ці матеріали поділяють на три групи:

- матеріали, що розраховані на роботу при температурі до 1700°C . Ці матеріали використовують в основному у чорній металургії;

- матеріали, що розраховані на роботу при температурі $1700\text{-}2000^{\circ}\text{C}$ (кольорова металургія);

- матеріали, що розраховані на роботу при температурах більше 2000°C – металургія тугоплавких металів.

Широке застосування набули пористі вогнетривкі матеріали. Вони дають змогу економити теплову енергію, або при тих же енерговитратах – зменшувати товщину стін.

10.5. В'язучі матеріали, бетон, залізобетон і будівельні розчини

В'язучі матеріали за походженням бувають мінеральними (неорганічними) і органічними.

Мінеральні – це порошкові неорганічні речовини, які у суміші з водою утворюють пластично в'язке тісто, що здатне самочинно тверднути й переходити у кам'яне подібний стан втрачаючи пластичність.

Затверділе в'язуче скріплює між собою неорганічні або органічні заповнювачі, утворюючи моноліт – штучний будівельний конгломерат (ШБК). На цьому засновано виробництво будівельних розчинів, бетонів, виготовлення без випалювальних матеріалів та виробів.

Мінеральні в'язучі матеріали в свою чергу поділяють на повітряні, гідравлічні та в'язучі автоклавного твердіння.

Повітряні – це такі, що затвердіють на повітрі. До них належать: гіпс, рідке скло, повітряне вапно, глина, силікатний клей, замазки.

Гідравлічні твердіють на повітрі і в воді. До них належать: вапно і цемент. Основний матеріал – цемент, який виготовляють на основі портланд-цементного клінкеру або глиноземного клінкеру.

За стандартом випускаються такі марки цементу: 200, 250, 300, 400, 500, 600 і 800. Чим вище марка цементу, тим міцніший бетон можна виготовити. Після змішування з водою цемент, якщо суміш не перемішувати, через 45 хв починає твердіти. Повне затвердіння настає через 12 год. Після цього цемент продовжує набирати міцність ще 28 днів. Міцність бетону зростає при поливанні водою.

В'язучі автоклавного твердіння це речовини, що здатні тверднути у автоклавах при підвищеній температурі, тиску та вологості (вапно-кремнеземисті суміші).

Сировиною для виготовлення неорганічних в'язучих матеріалів є гірські породи та побічні продукти промисловості (відходи). З гірських порід застосовують: сульфатні – гіпс, ангідрит; карбонатні – вапняк, крейду, вапнякові туфи, вапняк – черепашник, мармур, доломіти, магнезит; мергелясті – вапнякові мергелі; алюмосилікатні – нефелін, глини, глинясті сланці; високо глиноземисті – боксити, корунди; кремнеземисті – кварцовий пісок, вулканічний попел, діатоміт.

З побічних продуктів застосовують металургійні шлаки, золу ТЕС, відходи хімічної промисловості.

Органічні в'язучі матеріали поділяють на бітумні та дьогтьові. Вони являють собою складні суміші високомолекулярних вуглеводнів та їх неметалевих похідних (сполук вуглеводнів із сіркою, киснем, азотом).

Бітум – це природний матеріал, що утворився внаслідок природного процесу окислювальної полімеризації нафти або побічний продукт при перегонці вугілля і нафти (гудрон). До органічних в'язучих матеріалів відносять також смоляні та дьогтьові матеріали і мастики.

Бітумні та дьогтьові в'язучі в промисловості будівельних матеріалів та будівництві застосовують для виготовлення асфальтових бетонів, покрівельних, гідроізоляційних та пароізоляційних матеріалів і виробів, гідроізоляційних мастик, бітумних емульсій, гідроізоляційних паст, для влаштування покриттів при спорудженні дахів як захисний шар, що не пропускає вологи.

Найважливішими властивостями бітумів та дьогтів є водонепроникність, стійкість до дії кислот, лугів, агресивних рідин та газів, здатність, здатність міцно зчіплюватися з піском, металом, деревом, набувати пластичності при нагріванні й швидко в'язнути при охолодженні.

Такі в'язучі мають зберігатися у закритих складах чи під навісом у розсортованому вигляді.

Бетон – будівельний матеріал, виготовлений із суміші твердих матеріалів (гравію, піску, щебеню, глини і т. ін.) і цементу або іншої в'язучої речовини та води. Суміш містить у собі мінеральне в'язуче (цемент, 16%), заповнювач (пісок,

щебінь, гравій – 75%) і воду (9%). Приготовлену суміш заповнюють у спеціальні форми, де протягом доби вона твердіє. Залежно від використаної форми отримують бетонні блоки, балки, колони та інші вироби.

Змінюючи склад бетонної суміші, можна в період формування надавати виробам практично будь-якої конфігурації та розмірів, а після затвердіння одержувати задані в широкому діапазоні властивості.

Склад бетонної суміші розраховують і добирають залежно від потрібних властивостей за комп'ютерними програмами. Так, на факультеті будівництва і архітектури Національного університету водного господарства та природокористування вченими (професор Л.Й. Дворкін) розроблені різноманітні склади бетонів з різними добавками, що дозволяють прогнозувати їх експлуатаційні властивості.

У будівництві найбільше поширені цементні бетони, але виготовляють при потребі бетони на основі вапна, гіпсу.

В залежності від густини бетони розділяють на важкі (1800-2500 $\text{кг}/\text{м}^3$), легкі (500-1800 $\text{кг}/\text{м}^3$), особливо важкі (більше 2500 $\text{кг}/\text{м}^3$) та особливо легкі (менше 500 $\text{кг}/\text{м}^3$).

Процес виробництва бетонної суміші складається з таких технологічних стадій: підготовка матеріалів, дозування, змішування. Підготовка матеріалів складається з операцій очищення заповнювачів від шкідливих домішок розподіл їх на фракції. Дозування складових виконують за масою. Основною стадією виготовлення бетонної суміші є її перемішування, від її ретельності залежать однорідність та міцність бетону. Перемішують бетони у спеціальних агрегатах – барабанах за допомогою лопатей використовуючи гравітаційне падіння часток суміші.

Бетонні суміші виготовляють на бетонозмішувальних вузлах, бетонних заводах, заводах залізобетонних виробів, яку транспортують на будівельний майданчик спеціальними машинами-бетоновозами. Суміш ретельно перемішують у бетонозмішувачах, укладають у форми і ущільнюють механізованими способами.

Відформована суміш твердіє в природних умовах, а з метою прискорення твердіння – в штучних створених умовах підвищеної температури і вологості (технології пропарювання, автоклавн обробка, електропрогрівання, попереднє розігрівання). На заводах залізобетонних виробів додатково при формуванні виробів використовують віброплощадки. В незначних кількостях бетонна суміш може бути виготовлена безпосередньо на будівельному об'єкті з сухої суміші цементу із заповнювачами з наступним додаванням води.

На місця укладання бетонна суміш може подаватися кранами, по лотках, конвеєрами, трубопроводами. Після укладання бетонної суміші та її ущільнення необхідно забезпечити необхідний догляд за бетоном у період його твердіння. Так, наприклад, в літній час свіже укладений бетон має бути захищений від дії сонячних променів і вітру за допомогою плівок, у суху погоду – додатково зволожений.

Бетонні вироби мають позитивні якості. Вони міцні, морозостійкі, водонепроникні і вогнестійкі.

Негативні якості бетону: висока теплопровідність, незначна міцність при згинанні та розтягуванні порівняно з міцністю на стискання (у 5-10 разів менша).

Бетонні вироби здебільшого використовують при виготовленні конструкцій, що працюють на стискання. Для деталей, що працюють на згин або розтягування, використовують **залізобетон**, тобто бетон, у якому монолітно поєднані бетон і сталевна арматура. При виготовленні залізобетонних виробів арматура закладається у форми перед засипанням або під час засипання бетонної суміші.

Арматура має високу міцність при розтягу і набагато зміцнює бетонну конструкцію. Її розміщують так, щоб вона сприймала розтягувальні зусилля, а стискувальні передавалися на бетон. Можливість спільної роботи сталеві арматури та бетону зумовлені міцним зчепленням між ними й майже однаковим коефіцієнтом лінійного розширення при зміні температури в інтервалі 0-80⁰С. Бетон захищає сталь, що міститься в ньому від корозії. Найдоцільніше використовувати залізобетон для будівельних виробів і конструкцій, що зазнають вигину.

Арматурою в залізобетонних виробках називають сталеві стержні, каркаси й сітки, розміщені в масі бетону.

Як і бетонні, залізобетонні вироби виготовляють на заводах залізобетонних виробів. Продукцією є: колони, фундаментні і стінові блоки, плити покриттів та перекриттів, балки, ферми, підпірні стінки, стовпи, перемички, кільця і навіть цілі частини-блоки (блок ванна-туалет, блок-ліфт, блок-кімната), які в готовому вигляді поставляють на будівельні об'єкти.

Продукція залізобетонних заводів має своє кодування і позначення.

Будівельний розчин – це напівфабрикат бетону, що ще не встиг загуснути і затвердіти. За складом будівельний розчин подібний до дрібнозернистого бетону і до нього справедливі закономірності і властивості, що притаманні бетонам.

За видом в'язучого розчини бувають: цементні, приготовані на портландцементі чи його різновидах; вапнякові – на повітряному чи гідравлічному вапні; гіпсові – на основі гіпсових в'язучих речовин; мішані – на цементно-вапняному в'язучому. Вид в'язучого добирають залежно від призначення розчину, вимог твердіння і експлуатації будівель і споруд.

За призначенням розчини бувають: для мурування з цегли і зведення стін з великих елементів, для монтажу і заповнення простору (швів) між великими бетонними елементами; для штукатурення при опоряджувальних роботах, спеціальні (акустичні, рентгено-захисні).

Виготовляють розчини на заводах чи розчино-змішувальних вузлах у централізованому порядку і доставляють на будівельні майданчики у спеціальних бетоновозах або самоскидах. Під час транспортування розчин увесь час перемішують.

Розчини класифікують за міцністю та морозостійкістю. За міцністю при стискуванні розчини поділяють на марки: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150 та М200. Розчини М4 та М10 виготовляють на вапні. За ступенем морозостійкості розчини мають дев'ять марок – від F10 до F300.

Склад розчину позначають в частках від одиниці, наприклад, склад 1:6 означає, що на одну частку в'язучого приходиться 6 часток піску. Склад мішаних розчинів позначають трьома

цифрами, наприклад, склад 1:0,45:5 означає: цементу – одна частка, вапна – 0,45 частки, піску – 5 часток.

Іноді будівельні розчини готують безпосередньо на будівельних майданчиках (у невеликих кількостях), використовуючи для цього електричні розчиномішалки.

10.6. Силікатні і азбоцементні матеріали, скло і скловироби

До силікатних матеріалів належить силікатний бетон і силікатна цегла. Силікатну масу виготовляють шляхом перемішування повітряного кальцієвого негашеного вапна, кварцового піску і води шляхом формування з наступною термічною обробкою в автоклавах при температурі 175-200 °С і тиску 0,8-1,2 МПа.

Силікатний бетон – різновид бетону без цементу. Він дозволяє знизити вартість будови за рахунок відсутності в'язучого матеріалу. Застигає силікатний розчин повільніше ніж цементний – протягом місяця, а при зрошуванні може зберігати свої в'язучі властивості і довше.

Сучасна технологія виготовлення матеріалів та виробів на вапняних в'язучих передбачає виконання таких технологічних операцій:

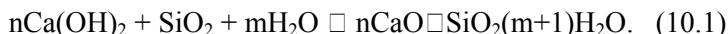
- виготовлення в'язучого та формувальної вапняно-кременеземистої суміші;
- формування виробів;
- твердіння виробів у автоклавах;

Спосіб формування виробів вибирають залежно від стану пластичності. Це може бути метод лиття в спеціальні форми, віброформування, пресування, екструзія.

Найважливішою технологічною операцією є твердіння відформованих виробів у автоклавах. Автоклав – це циліндрична горизонтально розміщена ємність діаметром 2-3,6 м і довжиною 17-40 м, яка герметично закривається з торців кришками за допомогою механізмів. В середині автоклава вздовж його осі вкрито рейки, по яких пересуваються візки з виробами. Автоклави обладнані автоматичними засобами для

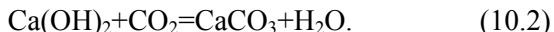
підтримування необхідної температури і вологості повітря. Автоклав монтують на фундаментних опорах, з яких передня нерухома, а решта – рухома на роликах для компенсації температурних деформацій.

При обробці суміші в автоклаві відбувається реакція взаємодії між гідроксидом кальцію та кремнеземистим компонентом за схемою:



Гідросилікати кальцію, утворювані при цьому, являють собою цементуючу речовину різного складу, яка зв'язує зерна заповнювача в міцний і водостійкий штучний кам'яний матеріал.

Підвищення щільності, міцності й водостійкості виробів триває і після вивантаження їх з автоклаву внаслідок висихання й часткової карбонізації вапна, яке не відреагувало, під дією атмосферного вуглекислого газу за схемою:



З вапняно-кремнеземистих сумішей виготовляють: силікатну цеглу й каміння, блоки й панелі для стін і перекриттів з важкого й легкого силікатного бетону. Найбільш поширеним виробом є силікатна цегла. Її виготовляють способом пресування зволоженої суміші з піску та інших дрібних заповнювачів, що містять кремнезем, і вапна або інших в'язучих, що містять його.

Кварцовий пісок повинен містити не менше 70% кремнезему і не більше 10% глини, надлишкова кількість якої підвищує водопоглинення, знижує міцність і морозостійкість готових виробів. Пісок не повинен містити органічних домішок. Вапняно-піщана маса для виготовлення силікатної цегли містить 92-94% кварцового піску, 6-8% повітряного вапна та 5-9% води.

Собівартість силікатної цегли на 25-35% нижча за керамічну цеглу. Стандартом передбачено випуск одинарної (250×120×65 мм) і потовщеної (250×120×88 мм) цегли. За міцністю силікатну цеглу поділяють на марки: 300, 250, 150, 100 і 75.

Застосовують силікатну цеглу для будівництва кам'яних конструкцій у надземній частині будівель з нормальним режимом експлуатації. Не можна застосовувати силікатну цеглу для влаштування фундаментів і цоколів будівель нижче гідроізоляційного шару. Це пов'язано з її меншою водостійкістю порівняно з керамічною цеглою. Не застосовують цю цеглу і для будівель з мокрим режимом експлуатації – лазень, пралень, пропарювальних споруд. Не придатна вона і для мурування печей. Під час тривалої дії високих температур силікатна цегла руйнується внаслідок дегідратації гідросилікатів кальцію.

Для підвищення її міцності застосовують вапняно-піщане в'язуче, яке виготовляють одночасним помелом грудкового негашеного вапна та кварцового піску.

Азбоцемент – будівельний матеріал, який виготовляють з водної суміші цементу й азбесту. Цементний камінь має вищу міцність на стиск, ніж на розтяг. Тому до складу цементної маси вводять 10-25% тонковолокнистий азбест. Він як сталева арматура в залізобетоні підвищує фізико-механічні властивості цементного каменю.

Азбоцемент характеризується досить високою міцністю на розтяг, вогнестійкістю, водонепроникністю, морозостійкістю, малою тепло та електропровідністю. Він легкий, атмосферостійкий, легко формується, але крихкий і коробиться при зміні вологості.

Номенклатура азбестоцементних виробів налічує понад 40 назв. Це профільовані листи (шифер) для покрівель і обшивки стін; плоскі плити, панелі покрівельні та стінові з теплоізоляційним шаром, труби напірні і безнапірні та з'єднувальні муфти до них, вироби спеціального призначення – архітектурно-будівельні, санітарно-технічні, електроізоляційні тощо.

Виробництво цих виробів дозволяє економити метали. Окрім того, вироби з азбоцементу дешевші ніж вироби із металу і більш довговічні. Останнє особливо стосується труб.

Азбоцемент виготовляють із сумішею цементу, азбесту, води та хімічних добавок формуванням виробів у пресах з наступною тепловою обробкою. Тривалість обробки становить 3,5-4,5 год

при температурі 60 °С з наступним дозріванням у теплому складі протягом 5-7 діб.

Скло – прозора речовина, яку одержують плавленням і хімічною обробкою кварцового піску з деякими іншими домішками. Скло – твердий, аморфний, прозорий матеріал, що утворюється при остиганні мінерального розплаву

У склоподібному стані можуть перебувати речовини різні хімічні сполуки. В залежності від скла утворювальних компонентів за хімічним складом розрізняють такі класи скла: оксидні – силікатні, алюмосилікатні, боросилікатні, бороалюмосилікатні, алюмофосфатні, бороалюмофосфатні та інші та без кисневі.

Скло дістає назви за видом скло-утворювального оксиду, наприклад, силікатні, алюмосилікатні тощо. До складу промислового скла входить, як правило, не менше п'яти компонентів, а скло спеціального призначення можуть містити понад десять компонентів.

За призначення скло та вироби зі скла класифікують на архітектурно-будівельні, технічні, світлотехнічні, скляні труби, безпечні, скловолокно, газо-скло, тарне скло та інші.

Сировинні матеріали для виробництва скла поділяють умовно на основні і допоміжні. Основні матеріали містять оксиди, які утворюють основу скла й визначають його властивості. Допоміжні матеріали вводять для поліпшення характеристик скломаси, прискорення її варіння і змінювання властивостей скла.

У промисловості виробництва скла застосовують як природну сировину, так і відходи хімічної, металургійної, гірничодобувної промисловості.

Основною складовою частиною всіх силікатних типів скла є кремнезем (SiO_2); його концентрація в склі становить 55-75% і більше. Для цього використовують кварцовий пісок, мелені пісковики і кварцити.

Технологія виготовлення скла передбачає такі операції і процеси:

□ підготовка сировинних матеріалів (подрібнення, розмелювання, сушіння);

- виготовлення скляної шихти (дозування і перемішування компонентів);
- скловаріння;
- формування із скломаси матеріалів та виробів;
- механічна, термічна й хімічна обробка виробів для підвищення експлуатаційних властивостей.

Процес варіння скла складається з п'яти етапів: силікатоутворення, склоутворення, освітлення, гомогенізації та охолодження. На першому етапі утворюються силікати та інші проміжні сполуки і внаслідок плавлення з'являється рідка фаза.

Процес силікатоутворення розпочинається при температурі майже 725°C і закінчується при 1150°C . З подальшим підвищенням температури в розплаві завершуються реакції силікатоутворення, відбувається взаємне розчинення силікатів і надлишкового кремнезему, утворюється скломаса, яка насичена газовими бульбашками. Процес склоутворення завершується при температурі 1250°C .

При подальшому підвищенні температури до $1500\text{-}1600^{\circ}\text{C}$ різко знижується в'язкість розплаву і видаляються газові бульбашки, розплав усереднюється за складом, стає однорідним і відбувається освітлення скломаси та її гомогенізація.

Процес скловаріння завершується охолодженням скломаси на $300\text{-}400^{\circ}\text{C}$, внаслідок чого вона набуває в'язкості, необхідної для формування виробів. При виготовленні виробів використовують технології витягання, лиття, пресування, прокатування. Головний недолік скла – крихкість і низька міцність при згинанні.

Скло при формуванні виробу охолоджується нерівномірно, через що в ньому виникають великі термічні напруження. Тому після формування виконують операцію відпалювання (охолодження) за спеціальним режимом.

Аморфна структура скла зумовлює ряд специфічних властивостей: прозорість, міцність, стійкість до агресивних середовищ, кислот, лугів, термостійкість. Звичайне віконне скло пропускає видиму частину світлового спектру й не пропускає інфрачервоні та ультрафіолетові промені.

Скло формують вертикальним і горизонтальним витягуванням на спеціальних машинах. Новий спосіб формування скла – плаваючої стрічки, що ґрунтується на вільному розтіканні скломаси на підкладці з розплавленого олова.

Продукцією скловарних заводів є: скло віконне та вітринне, склоблоки, склопакети, склопрофіліти, плитки облицювальні, скловолокно, піноскло, труби, хімічний та побутовий посуд.

Останнім часом набули широкої популярності скло–металеві конструкції і навіть будівлі, які різко знижують масу будівель, зменшують витрати на фундаменти і поліпшують естетичний вигляд. Особливо це має значення для будівництва в районах з теплим кліматом.

Запитання для самоконтролю:

1. Поняття будівельного виробництва, схема його технологічної системи.
2. Складові частини будівель.
3. Загально-будівельні технологічні процеси.
4. Спеціальні будівельні процеси.
5. Допоміжні і обслуговуючі процеси в будівництві.
6. Поняття будівельних матеріалів і будівельних виробів.
7. Класифікація будівельних матеріалів за технологічними ознаками.
8. Ділення будівельних матеріалів за галузями застосування.
9. Деревина як будівельний матеріал, її властивості.
10. Неорганічні будівельні матеріали, їх види і використання.
11. Суть і види керамічних будівельних матеріалів.
12. Суть технологій виготовлення керамічних матеріалів і виробів.
13. Види керамічних будівельних виробів.
14. Глиняна цегла, її параметри і основні процеси виготовлення.
15. Мінеральні в'язучі будівельні матеріали.
16. Органічні в'язучі будівельні матеріали.
17. Бетони, їх склад, види і використання.
18. Будівельні розчини, їх види.
19. Силікатні будівельні матеріали, їх види і суть технології виготовлення.
20. Азбоцементні будівельні матеріали, їх види і суть технології виготовлення.
21. Скло і скловироби.
22. Суть технології виготовлення скла.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Абсорбція – поглинання газів або речовин всією масою абсорбенту, усмоктування речовин.

Агломерація – спікання дрібних порошкових речовин, непридатних для використання, у грудки оптимального розміру.

Адсорбція – поглинання одного або кількох компонентів, що перебувають у газовій або рідинній фазі, поверхнею твердих речовин.

Аміачна вода – розчин амоніаку у воді, який містить до 20,5% азоту.

Аміачна селітра – білу речовину у вигляді кристалів, яка містить до 36% азоту.

Амортизація – поступове зношення основних фондів (обладнання, будівель тощо) і перенесення їх вартості на вироблювану продукцію.

Анізотропія – зміна властивостей металу чи сплаву від напрямку його дослідження.

Арматурні елементи – нитковидні кристали, волокна, дротики та дрібні порошки.

Барометричні технологічні процеси – процеси, у ході яких головним рушієм є тиск.

Білки – високомолекулярні сполуки, побудовані з амінокислот.

Біотехнологія – наука про отримання продукції з використанням біохімічних процесів.

Біохімічні процеси – процеси, в ході яких головним рушієм є вибрані мікроорганізми.

Бродіння – біохімічний процес, в ході якого мікроорганізми діють на сировину внаслідок чого утворюється напів- або готова продукція.

В'язкість – здатність матеріалу чинити опір дії ударних навантажень.

Вальцювання – спосіб виготовлення виробів обтисканням заготовки обертовими валками вальцювальниці.

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

Взаємозамінність – властивість деталей, вузлів, агрегатів чи інших складових машин займати відповідне місце без будь-якої найменшої доробки, підбору або регулювання.

Виливниця – чавунна форма, в якій кристалізується і набуває певної форми розплавлена сталь або інший сплав чи метал.

Виливок – вироби, виготовленні литтям.

Виробництво – виготовлення, вироблення предметів, матеріалів і т. ін. Процес, у ході якого людина діє на речовини природного або штучного походження за допомогою власних сил та обладнання з метою виготовлення продукції, необхідної для забезпечення своїх потреб.

Виробнича собівартість продукції – грошовий вираз витрат, які безпосередньо стосуються з виготовлення продукції на даному підприємстві.

Виробнича структура – сукупність виробничих підрозділів підприємства із зазначенням їх складу, співвідношення та зв'язків між ними.

Виробничий процес – систематичне та цілеспрямоване змінювання в часі та просторі кількісних та якісних характеристик засобів виробництва і робочої сили для отримання готової продукції з вихідної сировини із заданою програмою.

Виробничий процес – сукупність дій пов'язаних з прогнозуванням, науково-технічним і конструкторським розробленнями, проектуванням, транспортуванням і зберіганням сировини, виготовлення проміжної (напів-продукції) та готової продукції, її випробуванням, пакуванням, обліком та зберіганням, ремонтом обладнання тощо.

Високотемпературний технологічний процес – процес, для проходження яких сировину нагрівають.

Відпалювання – такий вид оброблення, внаслідок якого вироби нагрівають до певної температури, витримують деякий час і повільно охолоджують.

Відпускання – такий вид оброблення, внаслідок якого сталеві вироби нагрівають до температур, нижчих за лінію РК, витримують певний час й охолоджують з відповідною швидкістю.

Відцентрове лиття – спосіб виготовлення виливка у формі, яка обертається навколо своєї осі.

Волокно – тонка не прядену нитка рослинного, тваринного, мінерального або штучного чи синтетичного походження, придатна для виготовлення пряжі, текстильних та трикотажних виробів тощо.

Волочіння – спосіб виготовлення виробів протягуванням заготовки через спеціальним отвір під дією зовнішньої сили.

Встановлення – частина технологічної операції, яку виконують під час одного закріплення заготовки.

Вторинна сировина – промислові та споживчі відходи й побічну продукцію.

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

Газове зварювання – спосіб утворення не роз'ємного з'єднання двох виробів, місця з'єднання яких розплавляють теплотою, яка виділяється під час горіння газу в атмосфері кисню.

Газопресове зварювання – спосіб утворення не роз'ємного з'єднання двох виробів, місця з'єднання яких нагрівають газовим полум'ям для збільшення пластичності або оплавлення з подальшим стискуванням.

Гартування – такий вид оброблення, внаслідок якого вироби із багато-вуглецевої сталі нагрівають до температури на 30-50% градусів С вище ліній GS I SK, витримують деякий час, а потім швидко охолоджують.

Гетерогенний каталіз – такий каталіз, в ході якого складові сировини та каталізатор перебувають у різних агрегатних станах.

Гетерогенний процес – технологічний процес, коли всі реагуючі речовини (складові сировини) перебувають у різних агрегатних станах: газовому і рідинному, твердому і рідинному, твердому і газовому тощо.

Гідроелектростанція – гідротехнічна споруда, призначена для перетворення енергії потоку води на електричну енергію.

Гіпс – порошкова в'язуча речовина, яку отримують випалюванням природної або штучної сировини, що містить сірчаноокислий кальцій (CaSO_4).

Глибина різання – товщина шару матеріалу, який зрізують із заготовки за один прохід.

Глина – корисні копалини, які з водою утворюють пластичну масу.

Гомогенний каталіз – такий каталіз, у ході якого складові сировини та каталізатор перебувають в одному агрегатному стані, найчастіше в газоподібному або рідинному.

Гравій – природна суміш округлих уламків гірських порід і мінералів розміром 1-10 мм.

Границя міцності – напруження, яке відповідає найбільшому навантаженню, що витримує зразок до руйнування.

Границя пропорційності – максимальне навантаження, до якого зберігається лінійна залежність між навантаженням і деформацією.

Гранулювання – виготовлення гранул х-подрібненої руди, пилу, невеликої кількості глини або вапняку та води з наступним висушуванням та випалюванням.

Густина – кількість речовини, що міститься в одиниці об'єму.

Дегазація – виведення з води розчинених у ній газів.

Деталь – виріб, виготовлений без застосування складальних операцій.

Деформація – зміна форми та розмірів заготовки під дією прикладених до неї зовнішніх сил.

Дистиляція – розділення сумішей рідин на окремі складові частковим випаровуванням рідини з наступною конденсацією утвореної пари.

Дифузійне зварювання – спосіб утворення нерозбірного з'єднання двох виробів, який ґрунтується на взаємній дифузії атомів зварюваних поверхонь цих виробів.

Діаграма стану сплавів – графічне зображення залежності їх фазового складу від температури та концентрації за умов рівноваги.

Діелектрик – речовини, які мають великий електричний опір.

Допоміжна сировина – такі складові речовини, які надають продукції певних властивостей або гарантують нормальний хід технологічного прогресу.

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

Допуск розміру – різниця між найбільшими і найменшими агрегатними розмірами.

Дугове зварювання – спосіб утворення нероз'єданого з'єднання двох виробів, місця з'єднання яких розплавляють теплою, яка виділяється під час горіння дуги між електродами одним з яких найчастіше є виріб.

Дюралюміній – сплав алюмінію з міддю (2,2-4,8% Cu), магнієм (0,4-2,4% Mg) і манганом (0,4-0,8% Mn).

Евтектика – суміш двох (або більше) речовин у такому співвідношенні, за якого температура плавлення її найнижча серед температур плавлення суміші цих самих речовин в інших співвідношеннях.

Екзотермічний процес – такій процес, коли у разі взаємодії реагуючих речовин (складових сировини) виділяється теплота.

Електрична дуга – потужний електричний розряд, який супроводжується виділенням великої кількості теплової та світлової енергії.

Електрична провідність – здатність металів проводити електричний струм.

Електроконтактне зварювання – спосіб утворення нероз'ємного з'єднання двох виробів, місце з'єднання якого нагрівають теплою, що виділяється під час проходження електричного струму через зону зварювання та механічного стискання розігрітих виробів.

Електроніка – наука про електронні процеси у вакуумі, газах, рідинах і напівпровідниках, які відбуваються за різних температур під дією електричних і магнітних полів.

Електропроменеве зварювання – спосіб утворення нероз’ємного з’єднання двох виробів, місце з’єднання якого розплавляють теплою, що виділяється у процесі бомбардування її електронами, які швидко рухаються у вакуумі.

Електростанція – підприємство, на якому виробляють електричну енергію.

Електрохімічна корозія – руйнування виробів, виготовлених з металів і сплавів у середовищах-електролітах.

Електрохімічний процес – такий технологічний процес, у ході якого електрична енергія перетворюється в хімічну і навпаки, хімічну в електричну.

Електрошлакове зварювання – спосіб без дугового електричного зварювання під шаром розплавлених флюсів.

Ендотермічний процес – такий технологічний процес, коли в разі взаємодії реагуючих речовин (складових сировини) вбирається теплота.

Епітаксія – нарощування кремнієм поверхневих шарів монокристалів кремнію для відновлення їх кристалічної структури, яка порушилась у процесі виготовлення пластин.

Заготовка – напівпродукт у промисловому і т. ін. виробництві.

Залізна руда – корисні копалини, які містять залізо у вигляді оксидів або солей, з’єднаних породою.

Збагаченням – процес очищення сировини від непотрібних речовин або збільшення в сировині кількості корисних елементів.

Зв’язувальна будівельна речовина – порошкова речовина, які в ході змішування з водою утворюють пластичну масу, яка здатна самовільно тверднути та перетворюватися на моноліт.

Зварний шов – місце з’єднання виробів, яке утворилося після кристалізації розплавлених або пластично-деформованих поверхневих шарів виробів.

Зварювання – технологія отримання нероз’ємного з’єднання у конструкціях, виготовлених із металів, сплавів та інших

матеріалів, розплавленням або пластичною деформацією місця з'єднання.

Зварювання тертям – спосіб утворення нероз'ємного з'єднання двох виробів, місце з'єднання якого нагрівають до пластичності теплотою, яка виділяється в разі взаємного тертя з наступним стисканням.

Зварюванням вибухом – спосіб утворення нероз'ємного з'єднання двох виробів, при якому вироби з'єднуються силою речовини, що зумовлює їх сильне стискання.

Зустрічні процеси – такі технологічні процеси, в ході яких сировинний та тепловий потоки рухаються назустріч один одному.

Інструментальні сталі – з яких виготовляють інструменти для оброблення конструкційних матеріалів різанням, штампи для виготовлення заготовок тиском, вимірювальні інструменти тощо.

Інтегральна мікросхема (ІМС) – електрична схема, яка складається з певної кількості елементів, виготовлених із електрично пов'язаних між собою у при-поверхневому шарі напівпровідникового монокристалу або на діелектричній підкладці.

Іонізація – процес утворення заряджених частинок (іонів й електронів) з нейтральних атомів та молекул.

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

Карбамід – речовина у вигляді кристалів білого або жовтуватого кольору, яка містить до 46,6% азоту.

Каталізатор – речовина, які змінює швидкість хімічних реакцій, а сама (хімічно та кількісно) залишаються незмінною.

Каталітичний технологічний процес – процес, в ході якого головним рушієм є каталізатор.

Квалітет – сукупність допусків, які відповідають однаковому ступеню точності для всіх номінальних розмірів.

Кераміка – вироби, виготовлені, в основному, з глини і випалені за високих температур.

Коефіцієнт серійності – доля кількості різних операцій, які виконують на одному обладнанні (наприклад, верстаті).

Кокіль – ливарна форма багаторазового використання, у якому отримують відливки.

Коксування – перетворення природного палива, головним чином кам'яного вугілля, на кокс та іншу цінну продукцію нагріванням у печах за високих температур без доступу повітря.

Коксування нафтопродуктів – розкладання нафтових залишків (мазуту, гудрону, крекінг-залишку) при нагріванні без доступу повітря.

Комбіновані процеси – це поєднання періодичних і безперервних процесів. У комбінованих процесах можна періодично подавати сировину до агрегату і безперервно виводити з нього продукцію або навпаки безперервно подавати до агрегату сировину, а періодично виводити отриману продукцію.

Композити – матеріали, основа яких зміцнена формуючими елементами.

Конструкційні сталі – сталі, з яких виготовляють деталі машин (машинобудівельні сталі), конструкцій і споруд (будівельні сталі).

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

Корозія – руйнування виробів, виготовлених з металів і сплавів, під дією зовнішнього середовища.

Крекінг – перероблення нафтопродуктів, під час якого великі молекули вуглеводнів розщеплюються на малі.

Кристалізація – виділення твердої речовини у вигляді кристалів або кристалітів із розчинів чи розплавів.

Кування – спосіб виготовлення виробу деформуванням нагрітої заготовки під дією молота або преса.

Кут падіння пласта – кут, який утворює пласт із горизонтальною площиною.

Лазер – джерело потужного світлового монохроматичного випромінювання.

Лазерне зварювання – спосіб утворювання нероз'ємного з'єднання двох виробів, місце з'єднання яких розплавляють за допомогою потужного світлового променя.

Лазерні технологічні процеси – процеси, в ході яких головним рушієм є монохроматичне проміння.

Леговані сталі – сталі, в яких крім заліза та вуглецю містяться спеціально додані елементи для поліпшення їх властивостей.

Легування – дозоване введення деяких хімічних елементів у напівпровідник для утворення в ньому р-п переходів, тобто отримання активних і пасивних елементів.

Ливарними сплавами називають ті сплави, які мають добрі ливарні властивості.

Ливникова система – сукупність каналів, призначених для подання розплаву в порожнину форми.

Лиття – виготовлення заготовок для виробів заповненням, наперед виготовлених ливарних форм, розплавленим металом, сплавом або іншими конструкційними матеріалами.

Лиття під тиском – спосіб виготовлення виливків, при якому форму заповнюють розплавом під тиском поршня.

Ліквация – неоднорідність хімічного складу твердих сплавів в різних частинах вилівка, що виникає після і їх застигання.

Луги та сода – розчинні у воді гідроксиди амоніаку, лужних і лужноземельних металів, а також вуглекислі солі лужних металів.

Магнісвий сплав – сплав, основним компонентом якого є магній.

Магнітні властивості – здатність металів намагнічуватись і зберігати цю властивість.

Магніострикція – здатність змінювати розміри феромагнітних матеріалів під дією магнітного поля.

Мартенсит – пересичений твердий розчин вуглецю в α -залізі.

Масоперенос – перенесення маси речовин переміщенням у просторі частинок речовин внаслідок випаровування, конденсації чи кристалізації, перехід речовини з однієї фази в іншу.

Матеріал – те, з чого що-небудь виготовляють, виробляють, будують тощо; штучна і вторинна сировина.

Матеріалознавство – наука, яка вивчає зв'язки між складом, будовою, обробкою та властивостями конструктивних матеріалів.

Машина – механізми або комплекс механізмів, призначений для виконання корисної роботи через перетворення одного виду енергії на інший або виконання певного технологічного процесу.

Металургія – галузь важкої промисловості, що займається добуванням металів із руд і їх первинною обробкою.

Механічна домішка – сторонні, головним чином мінеральні речовини, що містяться в аналізованій речовині.

Мідний сплав – сплав, основним компонентом якого є мідь.

Мікроелектроніка – галузь електроніки, що займається створенням електронних пристроїв, блоків і т. ін. в мікромініатюрному виконанні.

Мінеральні добрива – речовини неорганічного походження, які вносяться в ґрунт, щоб поліпшити живлення рослин і тим підвищити їхню врожайність.

Місце праці (роботи) – обладнана площа в цеху, на дільниці чи на іншій території або біля устаткування, яка призначена для виконання певного технологічного процесу одним або групою працівників.

Модель – зразок, за допомогою якого у формовій суміші відтворюють форму зовнішньої поверхні майбутнього виливка.

Модель – спрощене зображення досліджуваного об'єкта.

Модельний комплект – набір пристроїв, необхідних для утворення ливарної форми.

Монель-метали – сплави нікелю з міддю, залізом та манганом.

Мономери – низькомолекулярні хімічні сполуки, здатні реагувати між собою та утворювати полімерні сполуки

Напівпровідниками – речовини, які займають проміжне положення між речовинами, які добре проводять електричний струм і речовинами, які практично не проводять електричного струму.

Насипна маса – масу одиниці об'єму вільно насипаного порошку.

Нафта – масляниста речовина від жовтого до чорного кольору з характерним запахом і густиною 185-1040 кг/м³.

Низькотемпературні технологічні процеси – процеси, для проходження яких сировину охолоджують.

Нікелеві сплави – сплави, основним компонентом яких є нікель.

Німоніки – нікелеві сплави, до складу яких крім хрому входять титан, алюміній, молібден, вольфрам тощо.

Ніхроми – нікелеві сплави, основним складом яких є хром.

Обточування – спосіб оброблення поверхонь заготовки, яка обертається навколо своєї осі за допомогою різця.

Одиничне виробництво – це тип виробництва, що характеризується невеликим обсягом випуску однакової продукції, повторне виготовлення якої, як правило не передбачається.

Однібічні технологічні процеси – процеси, в ході яких сировинний та тепловий потоки в агрегатах рухаються паралельно в одному напрямі.

Опока – металевий або дерев'яний ящик без дна і верху, що утримує формувальну суміш під час виготовлення ливарних форм.

Оптимізація технологічного процесу – спрямована діяльність на пошук такого технологічного режиму, за якого буде отримано найкращий результат.

Паливо – горюча речовина (дрова, вугілля, нафта, газ і т. ін.), яка використовується для одержання теплової енергії, тепла.

Папір – волокнистий листовий, переважно рослинного походження матеріал, маса 1 м² якого становить 4-250 г.

Перехресні технологічні процеси – процеси в ході яких сировинний та тепловий потоки в агрегатах рухаються перпендикулярно один до одного.

Підготовчі виробки – виробки, внаслідок яких корисні копалини підготовлюють до добування.

Підкладка – термостійка пориста речовина, на поверхню якої наносять каталізатор і активатор.

Підсистема – окрема, самостійна частина якої-небудь системи.

Піроліз – метод і процес розщеплення речовин під впливом високих температур.

Пісок – сипуча гірська порода, що складається з крупинок твердих матеріалів, переважно кварцу.

Плазма – речовина в іонізованому стані, при якому атоми речовини розкладаються на окремі елементарні частинки; четвертий агрегатний стан речовин.

Плазмове зварювання – спосіб утворення нероз’ємного з’єднання двох виробів, місця з’єднання яких розплавляють плазмою.

Плазмові технологічні процеси – процеси, у ході яких головним рушієм є плазма.

Плазмотрон – апарат, за допомогою якого отримують плазму.

Пластичність – здатність матеріалу змінювати форму під дією зовнішнього навантаження і зберігати її після припинення його дії.

Пластмаса – конструкційний матеріал на основі природних або синтетичних високомолекулярних сполук, що здатні після нагрівання та дії зовнішньої сили набувати заданої форми і зберігати її після охолодження та припинення дії сили.

Побічна продукція – продукцію, яка утворилася поряд з основою в процесі перероблення сировини, але не була метою виробництва.

Повна собівартість продукції – грошовий вираз витрат пов’язаних із виготовленням та реалізацією продукції.

Подрібнення – розділення великих кусків твердої сировини на менші або на порошок.

Позиція – певне положення заготовки на верстаті відносно різального інструмента.

Поліетилен – тверда, біла, масна на дотик речовина.

Поліконденсація – процес утворення ВМС з однакових або різних мономерів, який супроводжується виділенням побічної продукції (води, амоніаку, хлористого водню тощо).

Полімеризація – процес утворення ВМС, при якому молекули одного мономера, які мають реакційні подвійні зв’язки, з’єднуються у великі молекули полімеру без виділення побічної продукції.

Поліморфізм – здатність деяких металів змінювати свою кристалеву будову, тобто топ комірки, залежно від температури.

Порода – речовина, яка не містить основного компонента корисної копалини.

Портландцемент – вид цементу, до складу якого в основному входять силікати кальцію; порошок помеленого цементного клінкеру, який отримують випалюванням суміші вапняку (75-78%) і глини (22-25%) або їх природної суміші.

Посадка – характер з'єднання деталей, який визначається різницею розмірів отвору та вала, що створює більшу або меншу можливість відносного її переміщення.

Пресування – спосіб виготовлення виробів витискуванням заготовки із замкненої порожнини (контейнера) через отвір у матриці.

Процеси безперервні – сировина надходить до агрегату постійним безперервним потоком і після перетворення запланована продукція безперервним потоком виходить з агрегату.

Припуском на зрізання – шар конструкційного матеріалу, який необхідно зрізати із заготовки, щоб надати їй форми та розмірів деталі.

Продуктивністю домни – кількість чавуну, виплавленого за добу.

Продуктивність – кількість продукції виготовленої за одиницю часу, на одиниці площі обладнання тощо.

Продуктивність різання – кількістю заготовок, оброблених за певний час (годину, зміну тощо).

Продукція – сукупність продуктів, що випускаються окремим підприємством, певною галуззю промисловості, сільського господарства або всім народним господарством країни.

Протягування – спосіб оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовки за допомогою протяжки.

Прохід – закінчена частина технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент один раз переміщується

відносно заготовки і спричиняє зміну її форми, розмірів і шорсткості поверхні.

Процес – послідовна зміна станів або явищ, яка відбувається закономірним порядком; сукупність послідовних дій, засобів, спрямованих на досягнення певного наслідку.

Процес виробничий – систематична та цілеспрямована зміна кількісних та якісних характеристик засобів виробництва і робочої сили для отримання готової сили для отримання готової продукції.

Процес радіаційно-хімічний технологічний – процеси, в ході яких головним рушієм є х-промені, у-промені, електрони, протони, нейтрони, альфа і бета частинки тощо.

Процес технологічний – частина виробничого процесу, яка складається з дій, спрямованих на зміну та (або) визначення стану заготовок та виробів.

Процес трудовий – сукупність дій, що їх здійснюють виконавці, виготовляючи продукцію та її частин.

Процес фізико-хімічний – процес, що ґрунтується на залежності між фізичними властивостями рівноважної системи і чинниками, що визначають її стан рівноваги.

Процеси періодичні – процеси, у яких сировину подають в агрегат визначеними порціями через певні проміжки часу і так само після закінчення перероблення сировини виводять з агрегату продукцію.

Процеси ультразвукові – називають такі технологічні процеси, у ході яких головним рушієм є ультразвук.

Процеси фізико-механічні – такі технологічні процеси, в ході яких змінюються лише форма та фізико-механічні властивості сировини.

Процеси хімічні – такі технологічні процеси, в ході яких змінюється хімічний склад і внутрішня будова сировини.

Пружність – здатність конструкційного матеріалу змінювати форму під дією зовнішнього навантаження і відновлювати її після припинення дій.

Рафінуванням називають очищення сталі від домішок, які погіршують її властивості.

Регенератор – теплообмінний апарат, який складається з одної або кількох камер, викладених вогнетривкою цеглою, для вилловлювання та використання теплоти вихідних газів.

Різання – надання заготовці певної форми, розмірів і шорсткості поверхні за допомогою спеціальних інструментів.

Рослинна сировина – наземна та підземна частини рослин (листя, стовбур, гілля, квіти, насіння, плоди, коріння тощо).

Рухомі посадки, – з'єднані деталі (вал, отвір), які рухаються одна відносно іншої.

Свердління – виготовлення отвору в заготовці за допомогою свердла.

Серійне виробництво – це тип виробництва що характеризується одночасним виготовленням на підприємстві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду

Силумін – сплав алюмінію із силіцієм та іншими легуючими елементами, що добре протистоїть дії кислот, стійкий до корозії й застосовується в машинобудуванні та хімічній промисловості.

Сировина – будь – які речовини, з яких виготовляється або може бути виготовлена продукція.

Сировина первинна – речовини природного походження, які не зазнавали перероблення.

Сировина штучна – продукція чи напівпродукція, виготовлену на іншому підприємстві.

Системою називають сукупність частин (елементів), поєднаних спільною функцією.

Сортування – розділення подрібненої сировини на окремі фракції за допомогою решіт і сит.

Спеціальні сталі – сталі з особливими властивостями.

Спікання – випалення виробів за температури, яка становить 0,7-0,8 температури плавлення основної складової шихти.

Сплавами, які пам'ятають свою форму називають – сплави, які в процесі нагрівання здатні відновлювати початкову форму виробів, виготовлених з них.

Сплави – складна речовина, що утворюється при твердінні рідких систем з двох або кількох простих або складних речовин (переважно металів).

Споживчими відходами називають вироби та речовини, які в процесі користування ними втратили свої властивості.

Сталь – твердий ковкий метал сріблосірого кольору, що становить собою сплав заліза (основа) з вуглецем та іншими домішками, які вводяться для потрібної зміни якості

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

Струганням – спосіб оброблення плоских поверхонь за допомогою різця.

Такт випуску – проміжок часу між послідовним випуском двох виробів.

Тваринна сировина – вовна, шкіра, шовк, молоко, хутро тощо.

Твердий розчин – змішаний кристал, ґратку якого утворюють частинки речовин, розташовані одна відносно одної не впорядковано.

Твердість – здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого тіла, виготовленого з твердішого матеріалу.

Текучість – стан і властивість за значенням; здатність розплаву швидко заповнювати порожнину ливарної форми.

Температура плавлення – температура, за якої метал або сплав чи інша речовина переходить у рідинний стан (розплав).

Теплове розширення – здатність металів і сплавів розширюватися у процесі нагрівання; при охолодженні має місце обернене явище.

Теплоелектроцентрально – центральна теплоелектростанція що виробляє одночасно електроенергію й тепло у вигляді гарячої води та пари для промисловості й побутових потреб.

Теплопередача – теплообмін між двома теплоносіями крізь тверду стінку, що їх розділяє або поверхню розподілу між ними.

Теплопровідність – здатність металів із різною швидкістю проводити теплоту під час нагрівання й охолодження.

Теракота – кераміка без поливи, має колір від світлого до насиченого червоно-коричневого і навіть чорного.

Термічна обробка – процес нагрівання заготовок або готових виробів (деталей) до певної температури, витримування

їх за цієї температури певний час та охолодження з відповідною швидкістю.

Термічні процеси – процеси, у ході яких головним рушієм є теплота.

Техніка безпеки – систему організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, навчально-просвітницьких і правових заходів, які проводять з метою створення безпечних умов праці на відповідних підприємствах.

Технологічна операція – закінчену частину технологічного процесу, яку виконують на одному місці праці (роботи) один або кілька працівників (робітників) над одним або кількома об'єктами, які одночасно обробляються.

Технологічна система, – сукупність функціонально зв'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для здійснення в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних операцій.

Технологічний перехід – технологічна операція, в процесі виконання якої обробляють одну поверхню заготовки одним інструментом за незмінного режиму роботи верстата.

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

Технологія – сукупність знань, відомостей про послідовність окремих виробничих операцій у процесі виробництва чогонебудь.

Технологія наукова – вивчення і узагальнення досвіду створення споживчих вартостей, тобто практичні технології у всій їх множині як процесів взаємодії засобів праці, предметів праці і оточуючого середовища.

Технологія практична – це відпрацьовані досвідом сукупність процесів і операцій зі створення певного виду споживчої вартості.

Технологія теоретична – вивчення діалектики технології і можливість застосування законів розвитку природи і суспільства для перетворення матеріального і духовного світу людини.

Тип виробництва – це класифікаційна категорія виробництва, що вирізняється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції

Ультразвукове зварювання – спосіб утворювання нерозбірного з'єднання двох виробів, місця з'єднання яких нагрівають до пластичності та стискають за допомогою механічних коливань ультразвукової частоти.

Усадка – зменшення об'єму, розмірів при висиханні, охолодженні, застиганні і т. ін.

Фаянс – мінеральна маса з особливих сортів глини з домішками гіпсу та інших речовин; вироби з такої маси, обпалені й вкриті поливою.

Феросплави – сплав заліза з якимсь іншим елементом, які мають збільшений вміст Mn, Si, Cr.

Флотація – процес розділення мінералів, що ґрунтується на їх властивостях більше чи менше змочуватись водою, занурюватись у воду і спливати на її поверхню.

Фрезування – спосіб оброблення плоских криволінійних поверхонь заготовки за допомогою фрези.

Хіміко-термічна обробка (ХТО) – процес дифузійного насичення поверхневих шарів металевих виробів (деталей) одним або одночасно чи послідовно кількома хімічними елементами.

Хімічна корозія – руйнування виробів, виготовлених з металів і сплавів, у середовищах-неелектролітах.

Цементация – такий вид ХТО, внаслідок якого поверхневі шари виробів насичують вуглецем.

Цементит – хімічна сполука феруму з карбоном; містить 6,67% вуглецю, має складну ромбоєдричну комірку, високу температуру розпаду (1600 градусів $^{\circ}\text{C}$), велику твердість (HV 8000) і крихкість.

Чавун – сплави заліза з вуглецем, з якого виготовляють сталь або виливають вироби; міститься залізо-цементит, вуглець та домішки (P, S, Mn, Si та ін.).

Шліфування – спосіб оброблення поверхонь заготовки за допомогою шліфувальних кругів з метою досягнення точних розмірів і зменшення шорсткості поверхні.

Якість – внутрішня визначеність предмета, яка становить специфіку, що відрізняє його від усіх інших; сукупність характеристик продукції або послуг щодо її здатності задовольнити встановлені та передбачені норми.

Якість сировини – сукупністю фізичних, механічних, хімічних, біологічних і технологічних властивостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алекберов М. Б. Система технологий. Учебное пособие. / М. Б. Алекберов. – Киев, 1997.
2. Амиров Ю. Д. Основы конструирования. Творчество – стандартизация – экономика: Справочное пособие. / Ю. Д. Амиров. – М. : Издательство стандартов, 1991.
3. Амиров Ю. Д. Технологичность конструкции изделия. Справочник / Ю. Д. Амиров и др. – М. : Машиностроение, 1980.
4. Бабяк О. Г. Системи технологій галузей народного господарства у вправах та завданнях. / О. Г. Бабяк, О. О. Бабяк. – Київ : НОК ВО, 1992.
5. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. Издание 2-е, доп. и перераб. / Б. С. Балакшин. – М. : Издательство “Машиностроение”, 1966.
6. Белецкий Б. Ф. Технология строительных и монтажных работ. Учебник / Б. Ф. Белецкий. – М. : Высшая школа, 1986.
7. Боженко Л. І. Технологія машинобудування: проектування та виробництво заготовок. Підручник. / Л. І. Боженко. – Львів : Світ, 1996.
8. Борушек С. С. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / С. С. Борушек и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
9. Вовчак А. В. Ассортиментный справочник по промышленному сырью и материалам. / А. В. Вовчак, В. М. Мальченко. – К. : Техника, 1991.
10. Гимберг А. М. Технология важнейших отраслей промышленности. Учебник для эконом. спец. / А. М. Гимберг и др. – М. : Высшая школа. 1985.
11. Дворкін Л. Й. Будівельне матеріалознавство. Курс лекцій і практикум. Навч. посібник / за ред. проф. Л. Й. Дворкіна. – Рівне: УДУВГП, 2002.
12. Дубровська Г. М. Системи сучасних технологій: Навчальний посібник / Г. М. Дубровська, А. П. Ткаченко. За

- ред. к.т.н., доцента А.П.Ткаченка. – К. : Центр навчальної літератури, 2004.
13. Дудко П. Д. Системы технологий. Учебн. пособие / Под ред. проф. П. Д. Дудко. – Харьков : Изд-во “Борун Книга”, 2003.
 14. Единая система технологической документации (ЕСТД). Справочное пособие / под ред. Е. А. Лободы и др. – М. : Изво стандартов, 1992.
 15. Закономерности формирования и развития технологий. Текст лекций. Под ред. Ю. Н. Голубьева. – Санкт-Петербург., 1996.
 16. Збожна О. М. Основи технології. Навчальний посібник. / О. М. Збожна. – Тернопіль: Карт - бланш, 2002.
 17. Ковалевський В. В. Розміщення продуктивних сил: Навч. посібник / За ред. В. В. Ковалевського, О. Л. Михалюка. – К. : Либідь, 1996.
 18. Колотило Д. М. Екологія і економіка: Навчальний посібник. / Д. М. Колотило. – К. : КНЕУ, 1999.
 19. Колотило Д. М. Системи технологій і екологія промисловості: Посібник. / Д. М. Колотило. – К. : НМК ВО, 1992.
 20. Корсунський С. В. Трансфер технологій у США. / С. В. Корсунський. – К. : УкрІНТЕІ, 2005.
 21. Кривенко П. В. Будівельні матеріали. Підручник для вузів. / П. В. Кривенко. – К. : Вища школа, 1993.
 22. Небабин В. Г. Системы технологий. Экономические и экологические основы технологического развития. / В. Г. Небабин. Уч. пособие. – Одесса : Инст. управл. и менедж., 1997.
 23. Плоткин М. Р. Основы промышленного производства. / М. Р. Плоткин. – М. : Высшая школа, 1977.
 24. Плоткин Я. Д. Організація і планування виробництва на машинобудівельному підприємстві: Навч. видання. / Я. Д. Плоткин, О. К. Янушкевич. – Львів: Світ, 1996.
 25. Прайс Г. А. Технология конструкционных материалов. Учебник / Г. А. Прайс и др. – К. : Вища школа, 1981.

26. Технологія конструкційних матеріалів. Підручник під ред. М. А. Сологуб. – К. : Вища школа, 1993.
27. Ткаченко О. О. Високотемпературні процеси та установки: Підручник / О. О. Ткаченко. – К. : А.С.К., 2005.
28. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология металлов: Учебник / Г. П. Фетисов и др. М. : Высш. школа, 2001.
29. Ченцов И. В. Технология важнейших отраслей промышленности. Учебник под ред. И. В. Ченцова. / И. В. Ченцов. – Минск : Высшая школа, 1977.
30. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування. / М. Г. Чумак. – К. : Либідь, 2000.

Навчальне видання

*Гурин Василь Арсентійович
Востріков Володимир Петрович
Кузьмич Людмила Володимирівна*

ОСНОВИ ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Навчальний посібник