

# СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ

## Конспект лекцій

Освітньо-кваліфікаційний рівень – **бакалавр**

Галузь знань – 0305 „Економіка та підприємництво”

Напрямок підготовки – 6.030509 „Облік і аудит”

Професійна орієнтація – „Облік і аудит в промисловості”;

„Облік і аудит в будівництві”;

„Облік, контроль та правове забезпечення у бюджетній сфері”;

„Облік і аудит у сфері послуг”

„Ревізія та контроль”.

Укладачі: к. ф-м. н., доцент  
(вчений ступінь, посада)

к. е. н., викладач  
(вчений ступінь, посада)

О.М. Збожна  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

В.В. Муравський  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

## ВСТУП

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

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

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

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

Вивчення закономірностей розвитку технологічних процесів виробництва, формування і розвитку технологічних систем, засобів оцінки їхнього якісного стану дозволить економістам широкого профілю не тільки оволодіти навичками аналізу науково-технічної динаміки виробництва, але і приймати економічні рішення з урахуванням науково-технічного розвитку як окремих виробництв і галузей, так і народного господарства в цілому.

**Мета даного курсу** - формування у студентів технологічного мислення, усвідомлення залежності направлення та темпів економічного росту від тенденцій та якості технологічного комплексу країни, надання теоретичних знань з основ техніки, побудови виробничих і технологічних процесів та їх класифікації, техніко-економічних показників, раціональної організації виробничих процесів для можливості використання отриманих знань при техніко-економічному обґрунтуванні ефективності техніки та технологій в процесі обліку, контролю й аналізу господарської діяльності, фінансування та кредитування.

Курс передбачає вирішення наступних завдань:

- вивчення базових закономірностей та тенденцій розвитку технологічних процесів і формування технологічних систем в економіці в цілому та основних галузях, а також у міжгалузевому і регіональному масштабі;

- формування навичок активної участі економістів у прийнятті рішень по розробці стратегії та технологічному відновленню виробництва, проектуванню і забезпеченню ефективного функціонування технологічних процесів;

- техніко-економічний порівняльний аналіз проєктованих варіантів технологічних процесів, оцінка їхньої конкурентноздатності;

- з'ясування студентами глибоких органічних зв'язків між фундаментальними

науками, технологіями галузей, технологічним і соціально-економічним прогресом;  
- формування у студентів уміння систематизувати і використовувати базову, керівну і довідкову інформацію, необхідну для прийняття рішень по технологічному відновленню виробництва.

**Студенти повинні знати:**

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

**Студенти повинні вміти:**

- здійснювати аналіз і економічну оцінку технічних рішень та базових технологій в галузях, які визначають науково-технічний прогрес;
- приймати рішення по розробці стратегії та технологічного оновлення виробництва, проектуванню та забезпеченню ефективного функціонування технологічних процесів;
- систематизувати та використовувати базову, керуючу і довідкову інформацію, яка необхідна для прийняття рішень з технологічного оновлення виробництва.

## ЗМІСТ ЛЕКЦІЙ

### **Лекція 1. Промислове виробництво - основа економічного розвитку суспільства. Технологічні процеси і технологічні системи як економічні об'єкти.**

#### Питання

1. Предмет і зміст курсу основи технології промисловості.
2. Виробничий та технологічний процес.
3. Класифікація технологічних процесів.
4. Шляхи і закономірності розвитку технологічних процесів. Техніко-економічні показники технологічних процесів.

#### **1. Предмет і зміст курсу основи технології промисловості.**

Технологія як наука про способи й методи переробки сировини виникла у зв'язку з розвитком великої машинної промисловості. До теперішнього часу технологія промислового виробництва виросла в самостійну галузь знань, нагромадила великий теоретичний і практичний матеріал. З описової вона перетворилася в точну науку, що широко використовує для вдосконалювання виробничих процесів основні положення фізики, хімії, механіки, теплотехніки, кібернетики, економіки, організації й планування виробництва. У результаті такого тісного зв'язку технології з технічними й економічними дисциплінами сучасне промислове виробництво вимагає серйозних знань економіки від технологів і технології - від економістів. Тільки різнобічна професійна підготовка й широкий кругозір фахівців можуть сприяти прискоренню науково-технічного прогресу в промисловості. Це ставить перед вищою школою складне завдання по поліпшенню підготовки фахівців для народного господарства й подальшому вдосконалюванню викладання курсу технології.

Як відомо, сучасне промислове виробництво характеризується надзвичайною розмаїтістю видів використовуваної сировини, методів його переробки й різноманітним асортиментами одержуваної продукції. Так, наприклад, фізико-хімічними, механічними, мікробіологічними й спеціальними прийомами переробки нафтогазової сировини в сьогодні одержують продукцію більше 10000 найменувань. Сюди ставляться різноманітні сорти й марки рідких і газоподібних топлив, розчинників, мастил, а вуглеводні, полімери, миючі засоби, фармацевтичні й гормональні препарати, й багато чого іншого.

Сучасний розвиток промисловості йде по шляху збільшення масштабів виробництва, удосконалювання технічного оснащення існуючих підприємств, виникнення нових технологічних процесів. Сучасні заводи являють собою складні комбінати, об'єднані для комплексного використання сировини й випуску різних видів напівпродуктів і товарної продукції.

Число виробництв і видів продукції неухильно зростає. Виклад всіх видів навіть провідних галузей промисловості й всіх видів продукції стає неможливим. Успіхи науки й техніки дозволяють у цей час установити загальні закономірності для більшості технологічних процесів, застосовуваних у промисловості. Взаємозв'язок найважливіших міжгалузевих процесів можна вивчати на порівняно невеликій кількості виробництв, що мають найбільше народногосподарське значення.

Наприклад, високотемпературні процеси виробництва металів, будівельних

матеріалів, карбідів, фосфору, хлористого водню й т.д. засновані на однотипних хімічних реакціях і відбуваються в типових апаратурах - печах різної конструкції. Електрохімічні процеси застосовуються в металургії для виробництва багатьох металів: алюмінію, магнію, натрію, калію, літію й ін.), у хімічній промисловості - для виробництва лугів, хлорал органічних речовин, для електрохімічної обробки металів, нанесення покриттів з метою захисту від корозії в машинобудуванні й приладобудуванні.

Така однотипність формоутворення перетворює цей технологічний процес у типовий міжгалузевий процес, характерний для хімічної, металлообробної, харчової і інших галузей промисловості.

***Вивчення типових міжгалузевих технологічних процесів, їхніх особливостей, закономірностей, загальних принципів оптимізації й відшукування нових, найбільш ефективних умов їх проведення складає предмет і зміст курсу основи технології промисловості.***

Слово «технологія» походить від двох грецьких слів: «технос» - мистецтво, ремесло, і «логос» - наука. Отже, дослівно технологія - наука про ремесла, наука про промисловість.

***Технологією називають науку, що вивчає способи й процеси одержання й переробки продуктів природи в предмети споживання й засоби виробництва.***

Розрізняють технологію механічну, хімічну й ін. **Механічна технологія** вивчає такі процеси переробки сировини й матеріалів у виробі, при яких змінюються фізичні, механічні властивості, але при яких склад і внутрішня будова вихідної речовини залишаються незмінними. **Хімічна технологія** заснована на хімічних перетвореннях, сутністю яких є глибокі якісні зміни внутрішньої будови і складу речовини.

**Завдання курсу** технології промисловості складається у вивченні і виборі оптимальних видів технологічних процесів, сировини, енергії, палива, у визначенні ефективних напрямків науково-технічного прогресу в промисловості.

Сформувавшись у самостійну науку наприкінці XVIII в., технологія швидко виросла із прикладної у велику фундаментальну науку, що опирається у своєму розвитку на досягнення ряду природних і технічних наук. Величезний вплив на збагачення й удосконалювання технології як науки й різке підвищення її ролі в суспільному виробництві зробила сучасна науково-технічна революція

## **2. Виробничий та технологічний процес.**

Кожне підприємство (копальня, фабрика та ін.) є складною виробничою системою, яка призначена для виготовлення певного виду продукції. Так, кар'єри призначені для добування піску, глини, бурого вугілля; копальні для добування кам'яного вугілля, солі, руди; фабрики для шиття одягу, заводи для виготовлення деталей, а потім з них машин тощо.

Отримання кожного виду продукції є результатом певного виробничого процесу.

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

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

Як бачимо до складу виробничого процесу входить виготовлення проміжної та готової продукції. А це належить до технологічного процесу. Отже технологічний процес

є складовою частиною виробничого процесу.

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

У ході цих операцій змінюються форма, розміри і або властивості сировини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напів- або готову продукцію.

Формується технологічний процес під впливом об'єктивних факторів: соціального устрою суспільства, його економіки, відповідних сировинних ресурсів, наукового рівня і практичного досвіду керівників (менеджерів) та виконавців виробництва

### **Складові технологічного процесу**

Технологічний процес має складну структуру. Тому більш детально зупинемося на розгляді його складових, а саме операцій, кожна з яких розглядають як окремий технологічний процес.

**Технологічною операцією** називають 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.

Об'єктом можуть бути глина, руда, буряки, волокна, тканина, заготівка тощо. Тобто сировина.

Під час оброблення заготівки на токарному верстаті операція точіння охоплює всі дії робітника (токаря) та рухи вузлів верстата, які виконуються в процесі оброблення поверхні заготівки до моменту зняття її з верстата та переходу до оброблення іншої заготівки.

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

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

Обов'язковою складовою будь-якої технологічної операції є **прохід**, який спричиняє зміну форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей оброблюваного об'єкта. Крім того, складовими операцій є встановлення, технологічний перехід та допоміжний перехід.

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

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

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

**Позицією** називають певне положення заготівки на верстаті відносно різального інструмента.

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

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

Технологічний перехід складається з робочого ходу та марноходу.

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

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

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

#### **4. Класифікація технологічних процесів**

Зверніть увагу, що в основу класифікації технологічних процесів покладені різні признаки, такі як: вид впливу на сировину і характер її якісних змін, спосіб організації, кратність обробки сировини і т. ін.

Технологічні процеси класифікуються за:

- властивостями сировини, які змінюються в процесі її перероблення;
- агрегатним станом сировини;
- тепловим ефектом;
- напрямом руху сировинних і теплових потоків у агрегатах;
- способом організації процесу;
- кратністю оброблення сировини;
- основними технологічними рушійними тощо.

Таке групування технологічних процесів дає можливість виявити їх характерні ознаки, загальні закономірності, переваги та недоліки, а також шляхи удосконалення.

#### **4. Шляхи і закономірності розвитку технологічних процесів. Техніко-економічні показники технологічних процесів.**

Виходячи із структури технологічного процесу можна виділити два напрямки удосконалення технологічних процесів – удосконалення допоміжних ходів і удосконалення робочого ходу. Одночасні удосконалення допоміжних і робочих ходів можна представити як сукупність дій за двома цими напрямками, тому для елементарного технологічного процесу таке ділення на два напрямки є обґрунтованим.

Удосконалення допоміжних ходів, яке пов'язане з рухом виконавчих механізмів, може здійснюватись по наступній схемі. Дії людини можна замінити діями механізмів, потім здійснюється перехід до комплексної механізації, яку в свою чергу замінює автоматизація допоміжних ходів. Одночасно з цим здійснюється заміна обладнання на більш потужне і прискорюється рух виконавчих механізмів. Практично будь-який кінематичний рух можна реалізувати за допомогою різних механізмів, не представляє собою технічної складності і автоматизація цих рухів. Обмеження можуть виникнути по економічним міркуванням, міркуванням надійності або доцільності.

Зверніть увагу на головні властивості технічних рішень, що реалізуються при розвитку технологічних процесів по еволюційному або революційному шляху. Так, наприклад, технічні рішення еволюційного типу характеризуються такими властивостями:

1. Впровадження механізації і автоматизації обов'язково пов'язане із збільшенням озброєності працівника, і відповідно, з ростом минулої праці в одиниці продукту.

2. Впровадження еволюційних технічних рішень зменшує кількість затраченої живої праці в одиниці продукту і в більшості випадків викликає підвищення продуктивності.



3. Ефективність технічних рішень еволюційного типу падає по мірі зростання продуктивності праці.

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

Група технічних рішень революційного типу характеризується такими властивостями:

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

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

Слід пояснити, що більша ефективність рішень революційного типу по відношенню до технічних рішень еволюційного типу є деяка абсолютна властивість всіх рішень такого типу. Так як реалізація революційних рішень потребує додаткових досліджень, заміну технології і основного технологічного обладнання, інших затрат, то їх впровадження стає реальним тільки після реалізації вказаної властивості, в протилежному випадку розвиток буде йти по еволюційному шляху.

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

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

Технічний розвиток технологічного процесу, при якому поперемінно реалізуються два цих шляхи розвитку може привести до обмеженого розвитку, якщо буде переважати еволюційний шлях, і до необмеженого – при перевазі технічних рішень революційного типу.

**Техніко-економічні показники технологічних процесів.** Вивчаючи це питання, слід розглянути такі питання, як продуктивність, собівартість, якість продукції що виробляється.

**Продуктивність** – показник, що характеризує якість продукції, виготовленої за одиницю часу.

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

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

При складанні калькуляції собівартості одиниці продукції застосовують витратні норми по сировині, матеріалах, паливу і енергії в натуральних одиницях, а потім перераховують в грошовому виразі.

Співвідношення витрат по різним статтям собівартості залежить від виду технологічного процесу.

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

Амортизація складає приблизно 3-4% собівартості і залежить від вартості обладнання, його продуктивності, організації роботи підприємства (відсутність простоїв).

Розрізняють **основні витрати** (на основні матеріали, пальне, енергію, напівфабрикати, зарплату основних працівників) і **витрати, пов'язані з обслуговуванням**

процесу виробництва і управління.

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

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

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

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

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

**Групи показників якості продукції.** У відповідності з методикою оцінки якості промислової продукції встановлено вісім груп показників якості:

1. Показники призначення, які характеризують корисний ефект від використання продукції по призначенню і обумовлюють область її застосування.

2. Показники надійності: безвідмовність, збереженість, ремонтпридатність, довговічність (ресурс, строк служби).

3. Показники технологічності характеризують ефективність конструкторських і технологічних рішень, що забезпечують високу продуктивність праці при виготовленні і ремонті продукції.

4. Показники стандартизації і уніфікації показують ступінь використання стандартизованих виробів і рівень уніфікації складових частин виробів.

5. Ергономічні показники враховують комплекс гігієнічних, антропологічних, фізіологічних, психологічних властивостей людини, що проявляються у виробничих і побутових процесах.

6. Естетичні показники характеризують такі властивості продукції як оригінальність, виразність, відповідність стилю, середовищу і т.п.

7. Патентно-правові показники характеризують ступінь патентоспроможності виробу в державі і за кордоном, а також його патентну чистоту.

8. Економічні показники відображають витрати на розробку, виготовлення і експлуатацію виробів, а також економічну ефективність експлуатації.

Економічні показники відіграють особливу роль: за їх допомогою оцінюють якість, надійність, ремонтоздатність продукції, технологічність, рівень стандартизації і уніфікації, патентну чистоту в їх зв'язку із затратами.

## Лкція 2. Сировина, вода та енергія в промисловості. Технології збагачення та очищення сировини.

### Питання

1. Сировина в промисловості.
2. Вода в промисловості.
3. Роль енергії в технологічних процесах.
4. Технології збагачення сировини.

### 1. СИРОВИНА В ПРОМИСЛОВОСТІ

Сировина є одним з найважливіших елементів усякого технологічного процесу. Якість сировини, її доступність і вартість у значній мірі визначають основні якісні і кількісні показники промислового виробництва.

*Сировиною називають речовини природного і синтетичного походження, використовувани у виробництві промислової продукції.*

У міру розвитку промисловості розширюється сировинна база, з'являються нові види сировини, міняється саме поняття «сировина». Усе більше зростають можливості використання численних відходів промислових виробництв. Вихідними матеріалами багатьох виробництв є сировина, яка була в промисловій переробці; яку називають **напівпродуктом або напівфабрикатом**.

**По агрегатному стану** сировина ділиться на тверду, рідку газоподібну. Найпоширенішою є тверда сировина - вугілля, торф, руди, сланці, деревина. Найпоширенішими видами рідкої природної сировини є: вода, соляні розсоли, нафта; газоподібного: повітря, природні й промислові гази. **По складу** сировину ділять на органічну і неорганічну. **По походженню** розрізняють сировина мінеральна, рослинне й тварина. Особливістю викопної мінеральної сировини в порівнянні з рослинною і твариною є її невідновлюваність, а також нерівномірність розподілу по поверхні землі і її надр.

**Мінеральна сировина.** Сьогодні відомо майже 2500 різних мінералів, що відрізняються один від одного по хімічному складі, фізичним властивостям, кристалічній формі і іншим ознакам. Мінеральну сировину ділять на рудну, нерудну і пальне.

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

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

**До горючої мінеральної сировини** відносяться органічні корисні копалини: вугілля, торф, сланці, нафта й ін., використовувани як паливо або сировина для хімічної промисловості.

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

До **найбільш застосовуваних** у народному господарстві еліментів відносяться свинець, ртуть, бром, йод і ін. Деякі елементи, що перебувають у достатній кількості в земній корі, надзвичайно розсіяні в межах доступного для розробки шарі земної кори, у

той час як інші сконцентровані у вигляді окремих скупчень. Масштаби промислового використання багатьох елементів перебувають у різкій невідповідності з їхньою поширеністю в земній корі.

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

**Найбільш загальними й розповсюдженими** видами сировини є вода й повітря. Сухе повітря містить: азоту, - 78 про. %, кисню - 21, аргону - 0,94, вуглекислого газу - 0,03 % і незначна кількість водню й інертних газів, а також водяного пару, пилу і т.д. **Кисень** повітря знаходить широке застосування в багатьох галузях промисловості: у металургії, машинобудуванні, хімічній й паливної промисловості. Велике застосування знаходить **азот** (наприклад, у синтезі аміаку, а також для створення інертних середовищ у багатьох хімічних реакціях).

## 2. Вода в промисловості.

У зв'язку зі значним розвитком промисловості й сільського господарства світ стоїть перед серйозною проблемою, викликаною безперервним зменшенням кількості прісної чистої води й все зростаючою кількістю побутових і промислових стічних вод. Дефіцит прісної води також обумовлюється інтенсивним розвитком нових водопотребляемых виробництв. Наприклад, якщо для виробництва 1 т стали витрачається  $600 \text{ м}^3$  води, то для виробництва 1 т синтетичних волокон в 8 разів більше.

В залежності від призначення вода умовно підрозділяється на промислову й питну. Природно, що вимоги до складу води істотно залежать від призначення. Основними показниками якості води є твердість, загальний солевміст, прозорість, окисляемость, смак, захід, реакція середовища. Для оцінки питної води велике значення має токсичність домішок, кількість мікробів, що втримуються в ній, захід, кольори й смак. Для промислових вод важливими показниками є твердість, солевміст, кількість розчинених газів і механічні домішки. Загальний солевміст характеризує наявність у воді мінеральних і органічних домішок. Кількість їх визначають по сухому залишку (мг) випаром 1 л води й висушуванням залишку при  $110^\circ\text{C}$  до постійної маси. Для більшості виробництв основним якісним показником служить твердість води, обумовлена присутністю у воді солей кальцію й магнію. Розрізняють три види твердості води: тимчасову, постійну й загальну. *Тимчасова* (переборна твердість) обумовлена наявністю у воді гідрокарбонатів кальцію й магнію. Ці солі порівняно легко віддаляються при кип'ятінні. *Постійна твердість* обумовлена присутністю у воді сульфатів, хлоридів і нітратів кальцію й магнію, які при кип'ятінні не віддаляються. Тимчасова й постійна твердість у сумі дають *загальну твердість*.

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

Окисляемость води обумовлена наявністю у воді органічних домішок і визначається кількістю пер-манганата калію (мг), витраченого при кип'ятінні 1 л води протягом 10 хв.

Реакція води (кислотність і лужність) характеризується показником концентрації водневих іонів рН. Реакція природних вод близька до нейтрального (рН 6,8 - 7,3). Припустима кількість домішок також регламентується відповідними стандартами.

Прозорість води вимірюється товщиною шаруючи води, через який можна розрізнити візуально або за допомогою фотоелемента зображення хреста або певного шрифту. Самим загальним санітарно-бактеріо-логічним показником якості води є наявність у ній мікроорганізмів.

Винятково важливого значення набуває в цей час раціональне використання водних

ресурсів. Необхідно повсюдно ввести режим економії водних ресурсів, різко скоротити викид стічних вод, вести їхнє глибоке очищення, переходити на маловодоспоживання або безводні технологічні процеси (тобто працюючі в розчинниках, розплавах і газовій фазі).

Необхідно ширше застосовувати на підприємствах всіх галузей промисловості повторної й оборотне водопостачання. При цьому свіжа вода забирається лише на поповнення безповоротних втрат, скидання стічних вод припиняється, а в технологічний процес надходить по замкнутому циклі так звана «оборотна вода». Оборотні системи водопостачання можна використати й у сільському господарстві. Досить перспективним є використання побутових стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур (на «полях зрошення»).

### 3. ЕНЕРГІЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ.

Всі технологічні процеси в промисловості пов'язані з витратою або виділенням енергії, або із взаємними перетвореннями енергії -одного виду в іншій. Енергія необхідна як для проведення самого технологічного процесу, так і для транспорту сировини й готової продукції, для допоміжних операцій (сушіння, дроблення, фільтрації й ін.). Тому всі технологічні процеси є споживачами енергії.

***Найбільш широке практичне застосування в промисловості мають електричний, ядерний, тепловий, хімічний і інші види енергії.***

**Електрична енергія** в промисловості застосовується для одержання механічної енергії, для здійснення фізичних і механічних процесів обробки матеріалів, дроблення, здрибнювання, перемішування, центрифугування й т.д., для нагрівання, проведення електрохімічних реакцій, використання електростатичних явищ (осадження пилів і туманів, електрокрекинг). Джерелом електричної енергії є енергія води на гідроелектростанціях (ГРЭС) і перетворення теплової енергії, отриманої при згорянні палива (теплові електростанції - ТЭС) або в результаті ядерних реакцій (атомні електростанції - АЕС), у механічну, а потім механічної в електричну.

**Хімічна енергія**, що виділяється в процесі екзотермічних хімічних реакцій, служить цінним джерелом теплоти для обігріву реагентів, використовується для проведення ендотермічних хімічних процесів. Наприклад, у виробництві аміачної селітри теплота, що виділяється в результаті екзотермічної реакції, використовується для випарювання реакційної маси і її кристалізації.

Хімічна енергія застосовується в гальванічних елементах і акумуляторах, де вона перетворюється в електричну. Ці хімічні джерела енергії характеризуються високим к.п.д.

Крім непоновлюваних джерел енергії (корисних копалин) існують також поновлювані ресурси, які мають у цей час порівняно невелике застосування. Це енергія вітру, бігу води рік, морських припливів, термінальна й геотермальна енергія (теплота підземних джерел, морів і океанів).

Геотермальна енергія - це запаси теплоти, наявної в глибинах землі. Особливий практичний інтерес представляють гарячі джерела води й пари (гейзери). Вони використовуються як для опалення, проведення високотемпературних процесів, так і для виробництва електроенергії.

Вітер як носій кінетичної енергії використовується людиною вже багато століть (вітрильний флот, вітряні млини). У Радянському Союзі створені й застосовуються ветродвигатели для сільськогосподарських робіт, підйому й перекачування води.

Енергія рік широко використовується у виробництві електроенергії в СРСР і країнах, багатих гідроресурсами. Наприклад, у Норвегії гідроелектроенергія становить 99,7% в енергетичному балансі, а у Франції й Італії вона відповідно дорівнює 50 і 58%.

Енергія морських припливів є різновид гідроенергії водного потоку. Морські

припливи мають величезну енергію, що залежить від висоти приливної хвилі, що досягає 10 - 20 м. Світовий технічний потенціал морських припливів становить близько 500 млн. т умовного палива в рік. У нашій країні становить інтерес використання цього джерела енергії для районів узбережжя Баренцева, Білого й Охотського морів. Зроблено перші дослідження на шляху до практичного використання цього джерела енергії.

Світлова (і фото-) енергія здобуває все більше значення в промисловості, використовується при створенні фотоелементів, фотоелектричних датчиків, автоматів і т.д., а також для реалізації великої кількості фотохімічних процесів у хімічній технології. Перспективним джерелом енергії є енергія Сонця. Завдяки атомним реакціям синтезу ядер водню й вуглеводню Сонце випромінює у світовий простір колосальна кількість світлової й теплової енергії. Людство вже давно застосовувало теплову енергію сонячних променів. У цей час широке відомо застосування сонячних батарей на космічних кораблях. Сонячну теплову енергію доцільно застосовувати в південних районах для промислових і побутових цілей (плавлення металів у сонячних печах, кип'ятіння води, нагрівання рідин і ін.).

#### 4. Технології збагачення сировини.

Збагачення корисних копалин має найважливіше народногосподарське значення, незважаючи на додаткові витрати, тому що воно забезпечує: можливість розширення сировинної бази промисловості за рахунок комплексного використання сировини й залучення в експлуатацію бідних корисних копалин; більш повне використання виробничого встаткування за рахунок висококонцентрованої сировини; економію транспортних засобів; поліпшення якості готової продукції.

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

*Метою збагачення* є одержання сировини з можливо більшим утриманням корисних елементів. При збагаченні виходять дві або кілька фракцій. Фракції, збагачені одним з корисних компонентів, називаються *концентрами*, а фракції, що складаються з мінералів, не використовуваних у даному виробництві, тобто порожньої породи, називаються *хвостами*. Велике значення збагачення полягає в тому, що одержувані концентрати мають стандартні, постійні і більш однорідні, чим вихідна сировина, склад і властивості. Методи збагачення сировини залежать від агрегатного стану вихідних корисних копалин і від властивостей основних компонентів. Наприклад, види збагачення мінеральної сировини (у твердому стані) підрозділяються на механічні, фізико-хімічні і хімічні і основані на розбіжності в таких властивостях, як щільність, розмір і форма зерен, міцність, електропровідність, вологість, розчинність, магнітна проникність і ін.

Найбільш широко застосовувані *механічне збагачення*, - просівання, гравітаційний поділ, електромагнітна сепарація, електростатичне збагачення, термічний поділ і ін. Наприклад *електромагнітна сепарація* застосовується для відділення магнітних матеріалів від немагнітних - порожньої породи. *Просівання* засноване на тім, що мінерали, які входять до складу сировини, розділяються на фракції по крупності. *Гравітаційний поділ* заснований на розходженні швидкостей осадження часток у рідині або газі залежно від щільності часток. Гравітаційне збагачення сировини буває сухим і мокрим.

*До фізико-хімічних способів збагачення* сировини відносять *флотаційний метод*, заснований на різній смачиваємості компонентів, що входять до складу сировини.

Більшість мінералів у природних умовах мало відрізняються по смачиваємості друг від друга. Для їхнього поділу створюють умови неоднакового змочення окремих компонентів породи, що досягається застосуванням флотареагентів: пенообразователів, збирачів, регуляторів і активаторів флотації, а також подавлювачів, які здатні перешкоджати спливанню певних мінералів. Досить ефективним видом збагачення є *селективна флотація*, проведена кілька разів у кілька стадій. Селективною флотацією поліметалевої мідної руди одержують до 10 концентратів окремих мінералів, а під водою залишається порожня порода; при цьому витрати флотареагентів становить 100 г на 1 т породи.

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

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

#### **Комплексне використання мінерально-сировинних ресурсів**

Сировина в собівартості деяких видів промислової продукції (наприклад, хімічної) становить 60 - 70%. Тому правильний вибір сировини й раціональне й економічно ефективне його використання є однією з головних народногосподарських завдань.

Виняткову важливість для інтенсифікації виробництва й залучення в господарський оборот внутрішніх резервів має **комплексне використання сировини**, тобто максимальний витяг і використання всіх коштовних компонентів, що містяться в родовищах корисних копалин, виходячи з потреб у них народного господарства і можливостей науки і техніки. Практично більшість родовищ корисних копалин є комплексними і містять декілька корисних компонентів. Особливо це ставиться до поліметалевих руд. У родовищах нафти попутними компонентами є газ, сірка, бром, іод, бор; у газових родовищах - гелій, сірка, азот; у видобутку вугіллях - колчедан, сірка, глинозем, германій і т.д. У кольоровій металургії профілюючими вважаються 11 металів (алюміній, мідь, нікель, кобальт, свинець, цинк, вольфрам, молібден, ртуть, олово, сурма); разом з ними можна витягати більше 60 компонентів (рідкі, рідкоземельні і благородні метали). Так, на підприємствах кольорової металургії попутно виробляється 30% усього кількості сірки, 10% цинку, міді, свинцю. Туке попутне вилучення елементів приводить до різкого підвищення економічної ефективності виробництва.

Комплексне використання сировини досягається збагаченням сировини, а також різноманітною хімічною переробкою складної сировини з послідовним, виділенням компонентів у вигляді цінних продуктів, використовуваних у різних галузях народного господарства, що приводить до комбінування різних виробництв.

Прикладом комплексного використання твердого палива, що складає зі складної суміші органічних речовин, може служити коксохімічне виробництво, де з вугілля різних марок крім коксу і коксового (світільного) газу одержують аміак, сірковуглець, а також сотні органічних сполук, що є сировиною для одержання пластмас, хімічних волокон, барвників, вибухових речовин і лікарських препаратів.

Наприклад, у результаті переробки нафти одержують моторні палива, мазут, гази нафтопереробки, рідкі вуглеводні. Тільки з газів нафтопереробки можна одержати метан, етан, пропан, бутан, пентан, етилен, пропилийний, бутилен, ацетилен, сірководень і багато інших газів, що є найціннішою сировиною для одержання пластмас, каучуку, хімічних волокон, сірчаної кислоти, барвників і ліків.

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

### **Тема 3. Основні технологічні процеси у видобувній промисловості.**

#### **План**

1. Основні технологічні процеси видобутку нафти і газу
2. Технологічні процеси видобутку вугілля та рудних корисних копалин.
3. Технологічні процеси очищення та збагачення .
4. Техніко-економічні показники видобувної промисловості

#### **Література**

1. Збожна О.М. Основы технологий. Учебное пособие, 2001. – 385 с.  
Остапчук М.В., Рибак А.БІ. Системи технологій (за видами діяльності): Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2003. – 888 с.
2. Системи технологій: Методичні вказівки / Уклад. Г.І.Андреева. – Суми: УАБС, 2004. – 36 с.
3. Системы технологий: Учебное пособ. /Под ред. Проф. П.Д. Дудка. – Х.: ООО «Издательство «Бурун Книга», 2003 –336с.
4. Братичак М. Технологія нафти та газу. Навч. Посібник.- К.: ЦУЛ, 2000. – 186 с.

#### **1. Основні технологічні процеси видобутку нафти і газу**

Корисні копалини, які у родовищах перебувають у рідинному та газовому станах (вода, нафта, розсоли, природний газ) видобувають свердловинним способом. Суть його полягає в тому, що напроти родовища корисної копалини бурять свердловину. Як тільки свердловина доходить до пласту, з надр Землі на поверхню виривається потік чи фонтан корисної копалини, яку спрямовують у труби або резервуари (франц. «*гезегуаіг*» від лат. «*ГЕЗЕГУО*» - зберігаю).

##### ***Свердловинний спосіб добування корисних копалин.***

**1. Добування нафти.** У родовищі нафта перебуває під великим тиском. Розроблення родовища нафти починається з буріння свердловини та укріплення її сталевими трубами. Із свердловини нафта виходить на поверхню у вигляді фонтана. Її збирають у спеціальні резервуари. Вихід нафти на поверхню можна регулювати введенням в дію оптимальної кількості свердловин.

Добувати нафту можна без підтримування тиску на пласт нафти і з підтримуванням. За допомогою раціонального вибору розроблення нафтового родовища



видобувають заплановану кількість нафти при найменших витратах. У разі розроблення нафтового родовища *без підтримування тиску* на пласт нафта виходить із свердловини у вигляді фонтана її збирають у спеціальні резервуари.

З часом тиск нафти у родовищі зменшується до атмосферного або стає ще меншим, і свердловину переводять на механічні способи добування нафти: компресорний або помповий.

У разі використання *компресорного способу* нафта з родовища виходить на поверхню за рахунок енергії стисненого повітря або природного газу чи інших речовин, які нагнітають через спеціальну свердловину за допомогою компресора (лат. «*сompresso*» - стискач від «*сompri*» - стискаю).

У разі використання *помпового способу* нафту випомповують з надр Землі за допомогою потужних помп. Добуту нафту подають на очищення і перероблення.

**2. Добування газу.** Із свердловини газ виходить з дуже великою швидкістю, що може спричинити пожежу та руйнування обладнання. Щоб запобігти цьому потік газу перекривають сталевими засувками і з їх допомогою регулюють тиск газу. Потім газ спрямовують трубами до споживачів, віддалених на десятки й тисячі кілометрів від місця добування.

## 2. Технологічні процеси видобутку вугілля та рудних корисних копалин.

**Наземний спосіб добування корисних копалин.** Наземним способом корисні копалини добувають тоді, коли вони залягають неглибоко під поверхнею Землі. Таким способом добувають пісок, глину, каміння, гальку, буре вугілля, руди тощо.

Добуванню корисних копалин передують підготовчі роботи, які полягають у вирубуванні лісів, чагарників, висушуванні боліт, відведенні води тощо. Ці роботи проводять у разі потреби. Наприклад, якщо є болото, то його висушують. Потім зрізують шар ґрунту та породи, які лежать над корисною копалиною, і транспортують їх до окремих звалищ. Для цього використовують конвеєри та гідротранспортери. При гідротранспортуванні породу подрібнюють і разом з водою подають трубами до звалища.

Добувні роботи складаються з виймання корисної копалини та породи, їх навантаження на транспортні засоби, транспортування до місця перероблення та розвантаження.

**Кар'єром** називають сукупність відкритих виробок, обладнаних для видобування корисних копалин.

Згори кар'єр виглядає як величезна яма-лійка, схили якої нагадують сходинки. Ці сходинки називають *уступами*. Ширина уступів досягає кількох десятків метрів. На уступах прокладають автомобільні або залізничні дороги, іноді монтують потужні стрічкові конвеєри.

Уступи з'єднані між собою з'їздами, по яких транспортом вивозять із кар'єру на поверхню породу, корисні копалини та непотрібне обладнання. Корисні копалини добувають за допомогою потужних машин.

Найчастіше використовують екскаватори (англ. «*excavator*» від лат. «*excauo*» - видовбу), які ковшем зачерпують корисні копалини і породу та вантажать їх у транспортні засоби (автомобілі-самоскиди, залізничні вагони тощо).

За допомогою транспортних засобів корисні копалини доставляють споживачам або на збагачувальну фабрику, а породу у звалище. У багатьох кар'єрах працюють екскаватори, кожний з яких замінює тисячі людських рук. Тому продуктивність праці у кар'єрах велика, а собівартість отриманої продукції мала. У кар'єрах майже повністю вибирають корисну копалину з родовища. Але найголовніше те, що рівень механізації

набагато вищий, ніж у копальнях.

Основні *недоліки* наземного способу добування корисних копалин -руйнування родючих земель на великій території та забруднення пилом доквілля. Останнім часом практикують рекультивацію земель, тобто їх відновлення та повторне використання на території колишнього кар'єру.

### ***Підземний спосіб добування корисних копалин***

Підземним способом добувають корисні копалини, які залягають глибоко у Землі. Цим способом добувають кам'яне вугілля, руди різних металів, солі.

***Копальнею*** називають *гірничє підприємство*, на якому видобувають корисні копалини у закритих виробках.

**На** території, яку займає родовище корисної копалини, може бути одна або кілька копалень.

Площу родовища, яка розробляється однією копальнею, називають ***копальняним полем***. Воно може бути довільної форми, але найчастіше у вигляді прямокутника. Розмір поля залежить від потужності пласту ( $m$ ) та кута його падіння ( $a$ ). Не можна добувати корисні копалини під будівлями, спорудами та водоймами. Про це слід пам'ятати, встановлюючи термін служби копальні, який визначається обсягом запасів і запроєктованою продуктивністю копальні.

У разі побудови копалень в одному районі економічно вигідно мати централізоване господарство на поверхні землі для обслуговування кількох копалень, до якого належать компресорні, механічні майстерні, збагачувальні фабрики тощо.

Підготовлення копальняного поля до видобування корисної копалини починається з розкриття пласта. Для цього на місці залягання корисної • копалини, а якщо пласти похилі - на незначній віддалі від нього, виконують гірничі роботи, внаслідок яких отримують вертикальні виробки. Останні доходять до пласта корисної копалини. Щоб запобігти руйнуванню виробок, їх укріплюють дерев'яними (деревина хвойних юрид), металевими та залізобетонними конструкціями. Укріплені вертикальні виробки називають ***стовбурами***. Копальня може мати два або більше стовбурів. їх кількість залежить від потужності підприємства, глибини розроблення корисних копалин, юзмірів копальняного поля тощо. Стовбури поділяють на ***головні*** скіпові, клітьові), ***вентиляційні та комбіновані***.

У ***головному стовбурі*** кліттю або скіпом (англ. «***зкір***», -буквально стрибок, - саморозвантажувальний короп (кліть) для сипких вантажів) піднімають на поверхню корисні копалини та породу.

Стовбури можуть мати відділення, оснащені клітьми, якими тільки спускають і вивозять з копальні людей. Крім скіпів і клітей у стовбурі розміщені труби для випомповування підземних вод, кабелі для подання електричної енергії та драбини для виходу людей на поверхню на випадок аварії.

Через ***вентиляційний стовбур*** потужними вентиляторами подають у копальню свіже повітря. Цим стовбуром можна опускати в копальню людей.

Під час проходження повітря по підземних виробках склад його змінюється внаслідок дихання людей, гниття деревини тощо. Крім того в підземну атмосферу надходить велика кількість природних газів і газів, які утворилися під час вибухових робіт. Усе це погіршує умови праці, а іноді спричиняє чисельні жертви.

Наявність у підземному повітрі метану та кам'яновугільного пилу (у процесі видобування вугілля) може спричинити пожежу та вибух.

Для дотримання нормальних умов праці необхідно, щоб склад повітря, яке є у копальні, наближався до атмосферного, тобто, щоб кисню було не менше як 20%, а

вуглекислого газу - не більше від 0,5%. Для цього у копальню безперервно подають очищене свіже повітря.

Після розкриття родовища та проведення підготівельних виробок, приступають до виконання очисних робіт.

Встановлений порядок і спосіб проведення підготівельних і очисних виробок у просторі та часі називають **системою розробки**.

Гірничі роботи виконують за трьома типами багатьох систем розробки: **суцільною, стовповою і комбінованою**.

У копальнях корисні копалини транспортують за допомогою конвеєрів або у вагонетках, які тягнуть електровози, потім у скіпах або клітках їх вивозять на поверхню, де перевантажують у залізничні вагони або автомобілі-самоскиди і відправляють до споживача чи на збагачувальну фабрику. Породу вивозять на поверхню і зсипають у звалища. У звалищах порода може самозайматися, горіти й забруднювати докільця. Останнім часом породу все частіше залишають під землею і закладають нею вибрані ділянки.

Підземні води збираються у відстійнику, звідси їх випомповують на поверхню потужними помпами.

### **Геотехнологічні способи добування корисних копалин**

Наземний і підземний способи добування корисних копалин мають певні **недоліки**, уникнути яких можна, використовуючи хемічні, фізико-хемічні, біохемічні та мікробіологічні способи добування корисних копалин, які об'єднані назвою геотехнологічні способи добування корисних копалин або **геотехнологія**.

Геотехнологічні способи добування корисних копалин полягають у добуванні корисних копалин без побудови копалень і кар'єрів.

В основі геотехнології лежить свердловинний спосіб добування корисних копалин.

Суть геотехнологічних способів добування корисних копалин полягає в тому, що у Земній корі напроти родовища бурять свердловину, в яку заливають спеціальні речовини.

Цими речовинами можуть бути холодна або гаряча вода, водяна пара, розчини кислот, лугів, бактерії тощо. Під дією цих речовин корисна копалина може перейти у пару, розчин, розплав або гідросуміш, яку випомповують з тих самих свердловин, або із свердловин розташованих поруч.

Геотехнологія охоплює багато способів добування корисних копалин. Назва кожного із них залежить від речовини, яку подають у свердловину.

Якщо цією речовиною є гаряча вода чи водяна пара, то спосіб називають **теплофізичним**. Таким способом можна видобувати сірку, важку нафту, бітум, озокерит тощо.

При **гідралічному** способі у свердловину під тиском подають йоду. Вода подрібнює мінеральні корисні копалини, які разом з водою нипомповують на поверхню. Таким чином добувають золотоносні піски та фосфорити.

Якщо родовище під землею обробляють розчином лугу, кислоти і отримані продукти реакції випомповують із свердловини, то спосіб добування корисних копалин називають **гідрохемічним**. Так добувають уран, мідь.

Деякі бактерії здатні прискорювати процес вилучення хемічних елементів з мінералів і нагромаджувати їх на своїй поверхні. За допомогою бактерій навчилися вилучати нікель, ванадій, золото тощо. До розчину, в якому міститься потрібний хемічний елемент, додають бактерії-рудокони. За наявності бактерій руда розчиняється в кілька разів швидше.

Бактерії всмоктують золото з розчину так швидко й інтенсивно, що за день повністю

вкриваються позолотою. Ефективність цього процесу така велика, що за 15-20 год. в осад випадає майже все золото з розчину. Цей спосіб добування золота розробив академік АН України Ф.Д. Овчаренко спільно з науковим колективом фізико-хімічного інституту. Це єдиний у Світі спосіб вилучення золота з гірського піску за допомогою мікроорганізмів. Він не має шкідливого впливу на довкілля.

### 3. Технологічні процеси очищення та збагачення

Кожний вид сировини перш ніж з нього почнуть виготовляти продукцію потребує відповідного підготовлення. Так, тверду мінеральну сировину насамперед подрібнюють, потім отримані куски сортують за розмірами та збагачують, а в разі потреби укрупнюють (агломерують або грудкують).

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

Перед тим як подати нафту на перероблення, з неї вилучають гази, воду, мінеральні солі, механічні домішки та сірку.

Гази відділяють у резервуарах з пониженим тиском. Відділені гази спрямовують на перероблення, внаслідок чого отримують газовий бензин, етан, пропан, бутан. Потім з нафти вилучають пісок і глину. Для цього до нафти додають *деемюльгатори*. Знесолюють нафту за допомогою електричного струму. Сірку та сірководень вилучають за допомогою розчинів лугів або амоніаку.

Очищену від домішок нафту переробляють, для отримання пального, мастил, розчинників, окремих вуглеводнів тощо.

**Очистка та збагачення кам'яного вугілля.** Вугілля, яке щойно було видобуто піддається переробці з метою його збагачення. Переважно це стосується коксівного вугілля, яке широко використовується в металургійному виробництві. Переробку кам'яного вугілля називають *коксування*. Це фізичний процес сухої перегонки вугілля при його нагріванні. В результаті коксування з вугілля отримують пористу масу, яка отримала назву *кокс*, а також велику кількість коксового газу, який при охолодженні утворює кам'яновугільну смолу і бензол.

Кам'яновугільна смола містить близько 300 хімічних з'єднань. Вона є сировиною для подальшої переробки в пластмасу, волокна, гуму та інші матеріали.

## ТЕМА 4. ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

### План

1. Загальні відомості про метали і металургію.
2. Способи виробництва металів і сплавів.
3. Технологія доменного процесу.
4. Продукція доменного виробництва
5. Технологічні процеси виробництва сталі.
6. Технологічні процеси виробництва кольорових металів.

### Література

- 1 *Безимьянский В.И. и др.* Конверторные процессы производства стали /Под ред. Безимьянского. –К.; Донецк: -1984.
- 2 *Власов Н.Н. и др.* Розливка чёрных металлов: Справочник. –М.: -1987.
- 3 *Городничий Н.И.* Литейное производство цветных металлов и сплавов. –М.: -1989.
- 4 Доменное производство: справочник, в 2т./ Под ред.Е.Ф.Вегмана. –М.: -1989.
5. *Ермаков С.С., Вязников Н.Ф.* Порошковые стали и изделия. Л.: -1990.
6. *Металлургия стали.* /Под ред. В.И. Явойского. –М.: -1983.
7. *Металлургия чугуна* /Е.Ф. Вегман и др. –М.: -1989.

## 1. Загальні відомості про метали і металургію

Більшість елементів таблиці Менделєєва – метали. Деякі метали вико-ристовуються в технічно чистому виді. Наприклад: залізо, алюміній, мідь – в електротехніці, радіотехніці, електроніці, гальванотехніці.

Деякі з них, такі як тантал, ніобій, гафній, цирконій використовуються в надчистому вигляді – в приладобудуванні, атомній енергетиці, обчислю-вальній техніці.

Але більш поширене застосування мають металеві сплави, яких налічується десятки тисяч марок. Найбільшого промислового застосування набули сплави заліза. Їх називають чорними металами. До них належать: чавун, сталь і феросплави.

Чорні метали є головними конструкційними матеріалами в машино-будуванні та будівельній індустрії.

Усі інші метали і сплави відносять до групи кольорових. Їх виробляє кольорова металургія.

Кольорові метали прийнято поділяти на легкі (щільність до  $3\text{г/см}^3$ ) і важкі. Виділяють також благородні (золото, платина) і рідкоземельні метали (ніобій, гафній). Серед кольорових металів велике промислове значення набули мідь, алюміній, магній, свинець, цинк, олово, титан.

Вартість кольорових металів значно вища (в середньому на порядок) ніж вартість чорних металів.

Як чорна, так і кольорова металургія обіймає деякі види підготовки сировини (іноді збагачення руд), процеси отримання металів, очищення їх (рафінування), виготовлення сплавів, виробництво прокату.

Залежно від виду енергії, яка використовується в основних процесах, розрізняють **пірометалургію і гідрометалургію**.

В пірометалургії метали і сплави отримують і рафінують при високих температурах за рахунок згоряння палива або електронагрівання.

В гідрометалургії метали отримують із руд шляхом вилужування і виділення із розчинів без нагрівання до високих температур.

**Основними вихідними матеріалами чорної металургії є чавун і сталь.** Це сплави заліза з вуглецем з незначними домішками марганцю, кремнію, фосфору і сірки. Найбільший вплив на властивості чорних металів має вуглець. Сплав, що містить до 2,14% вуглецю називають сталлю, сплав з більшим вмістом вуглецю, називають чавуном.

На сучасних комбінатах чорної металургії застосовується трьохстадійна схема виробництва сталі:

- перша стадія – виробництво чавуну (доменний цех);

- друга – переплавка чавуну в сталь (сталеплавильний цех);
- третя – виробництво сталюного прокату (прокатний цех).

Сталеплавильних і прокатних цехів на металургійному комбінаті може бути декілька. Деякі комбінати мають у своїй структурі цехи по виготовленню феросплавів, які використовують як добавки при виплавці легованих чавунів і сталей.

## 2. Способи виробництва металів і сплавів

Метали та сплави отримують різними способами. Найчастіше використовують пірометалургійний (від грецьк. «*піро*» - вогонь і металургія).

1. **Пірометалургійний спосіб.** За цим способом виробництво металів і сплавів ґрунтується на використанні теплової енергії, яка виділяється в процесі згоряння палива або протікання хемічних реакцій у сировині. Під час згоряння палива виділяється тепла енергія й утворюється *СО*. Теплову енергію використовують для розігрівання і розплавлення сировини, а *СО* - для відновлення металів із їх сполук (оксидів). Пірометалургійним способом отримують чавуни у домнових печах, сталі у мартенівських печах тощо.

2. **Електрометалургійний спосіб.** У процесі електрометалургійного способу метали та сплави отримують у дугових, індукційних та інших типах електричних печей. В електричних печах сировину нагрівають до вищих температур, ніж у ході пірометалургійного способу. Сировина плавиться дуже швидко.

3. **Плазмовий спосіб.** Суть плазмової металургії полягає в тому, що за температури 10000°С оксиди металу перетворюються на плазму з певним ступенем йонізації. Оскільки енергія йонізації атомів металів менша від енергії йонізації атомів кисню, то в такій плазмі атоми металу йонізуються, а атоми кисню залишаються нейтральними. З отриманої суміші за допомогою магнетного поля вилучають йони металу. У плазмових печах отримують вольфрам, молібден, синтезують карбіди титану тощо. Цей спосіб використовують для отримання дуже якісних металів і сплавів.

4. **Хеміко-металургійний спосіб.** Цей спосіб поєднує хемічні і металургійні процеси. Таким способом виробляють титан: з титанової руди отримують чотирехлористий титан (*TiCl<sub>4</sub>*), який відновлюють за допомогою магнію (*Mg*).

5. **Гідрометалургійний спосіб.** За цим способом метали з руд, концентратів і відходів виробництва вилучають за допомогою розчинників. Потім з цих розчинів електролізом отримують метали. Так виробляють і рафінують кольорові метали: мідь, цинк, нікель, кобальт, хром, срібло, золото тощо.

Виробництво металів гідрометалургійним способом складається з таких стадій: підготовки руди до розчинення; розчинення руди або концентрату у розчиннику; очищення отриманого розчину від шкідливих для електролізу домішок; електроліз.

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

7. **Космічна металургія.** Виробництво металів і сплавів у космосі називають *космічною металургією*. Оскільки в космосі не діють сили тяжіння, то плавлення металів і отримання сплавів проводять без тиглів (нім. «*Tiegel*» від грецьк. - сковорода, каструля). Під дією сили поверхневого натягу розплав набуває форми кулі й вільно зависає в просторі. Використовуючи електромагнетне поле, розплав можна надати довільної форми.

За умов космосу компоненти сплавів добре перемішуються. У разі невагомості газу

добре розчиняються в розплавах, а після кристалізації отримані сплави мають вигляд «губки» з рівномірно розподіленими комірками заповненими газом. Такі сплави називають **металогазами**. Ці сплави надзвичайно легкі, наприклад сплав, який складається з 87% газу та 13% сталі, плаває на воді як коркове дерево. Металогازی дуже перспективні для літако- та ракетобудування, а також для космічної техніки.

Заслугує на увагу також технологія отримання композиційних волокнистих матеріалів і виробів литтям. За земних умов отримати якісні вироби з цих матеріалів неможливо.

Великі можливості відкриває космічна металургія для отримання надчистих сплавів з рівномірним (наперед заданим) розподілом домішок, що важливо в процесі виробництва напівпровідникових матеріалів. Отримані напівпровідникові матеріали можуть бути використані також у процесі розв'язання проблеми енергетики.

Крім описаних способів отримання металів і сплавів існує електро-променевиий спосіб та інші.

### 3. Технологія доменного процесу.

**Вихідні матеріали доменного процесу.** Найбільш поширеними вихідними матеріалами при виробництві чавуну є руди, паливо і флюси.

1. У чорній металургії застосовують такі рудні матеріали: звичайний залізняк  $Fe_2O_3$  містить 50-66% заліза. Його супроводжують пусті породи, найчастіше кварцит  $SiO_2$ . Чистий гематит (після збагачення) вміщує 70% заліза; магнітний залізняк  $Fe_3O_4$  – 50-70% заліза; бурий залізняк  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  – 30-50% заліза; шпатовий залізняк  $FeCO_3$  – 30-40% заліза. У невеликих кількостях використовують також марганцеві руди  $MnO_3$ ,  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ .

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

2. **Паливо.** Звичайне кам'яне вугілля добре горить при відсутності протягів. А в доменній печі завжди існують протяги, бо там застосовують повітряне або кисневе дуття. Тому для доменного виробництва кам'яне вугілля не придатне. У якості палива у доменному виробництві застосовують кокс, який отримують на коксохімічних заводах у вигляді міцних пористих кусків, що мають високу питому теплоту горіння і не згасають навіть при великих протягах. Для зменшення витрат коксу в доменну піч вдувають також природний газ, мазут, вугільний пил.

3. **Флюси.** Флюси – це речовини мінерального походження, які вводяться в доменний процес з метою полегшення відділення пустої породи від металу, сплавлення пустих порід і шкідливих домішок і утворення шлаку. Основним флюсом доменного процесу є вапняк  $CaCO_3$ .

Вихідні продукти у певному процентному співвідношенні, що призначені для завантаження у піч, називають *шихтою*. Шихту завантажують у піч періодично, порціями, які називають колошами. Приблизне співвідношення компонентів в одній колоші таке: три вагонетки рудного металу плюс дві вагонетки палива плюс одна вагонетка флюсу.

Колошу завантажують у піч через колошник, який розташований у верхній її частині.

Чавун варять у печах-домнах, які є складовою частиною одного з елементів технологічної системи виробництва чавуну.

Технологічна система, схему якої зображено на рис. 1, складається з шести елементів.

В агрегаті кожного елемента відбуваються певні фізико-механічні або фізико-хімічні процеси, внаслідок яких сировина перетворюється на чавун.

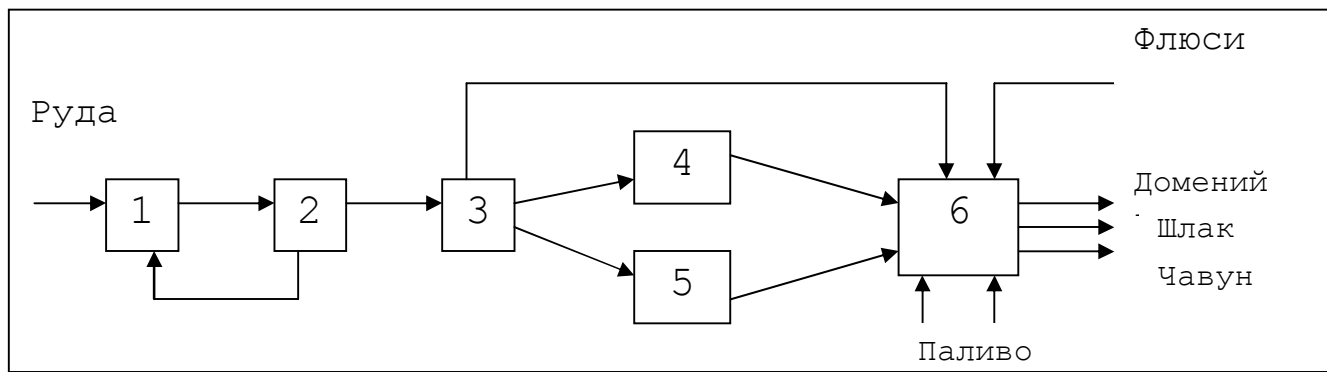
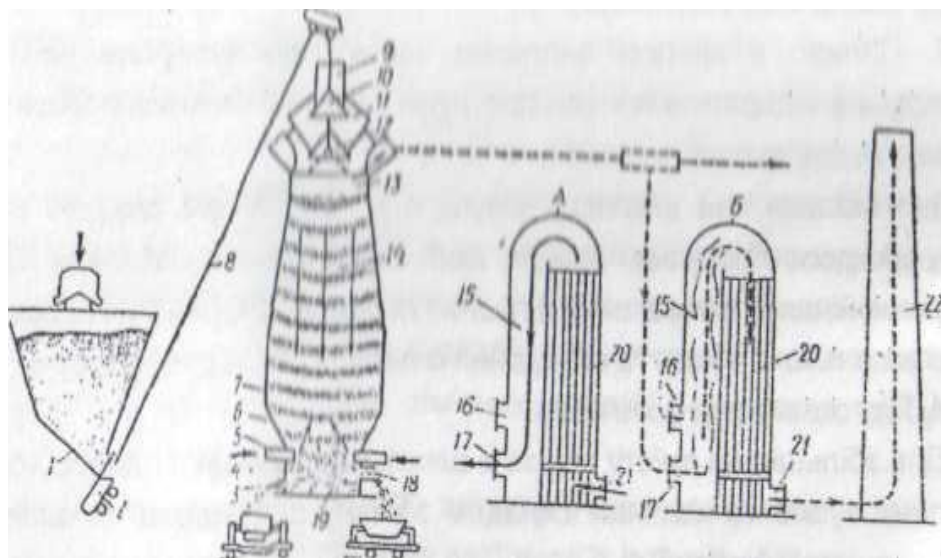


Рис. 1. Спрощена схема технологічної системи виробництва чавуну: 1 – подрібнення руди вальцями або у млинах, 2 - сортування руди за розмірами на решетах і ситах, 3 – збагачення руди промиванням водою, гравітацією, магнетациєю, флотацією у спеціальних машинах-сепараторах, 4 - грудкування на грануляторах, 5 - виготовлення офлюсованого агломерату на агломераційних машинах, 6 – плавка чавуну

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



**Рис. 2. Схема роботи доменної печі**

1 – вагонетка для подачі колош із бункера, 3 - льотка для випускання чавуну, 4 – горн, 5 - фурма для вдування повітря під тиском, 6 – заплічки, 7 – розпар, 9 – приймальна воронка засипного апарату, 10 - малий конус, 11 – чаша, 12 - великий конус, 13 – колошник, 14 - шахта печі, 18 - льотка для випускання шлаку,

Домна працює за принципом зустрічних потоків: шихта рухається згори вниз, а гарячі потоки газу, який утворився внаслідок згоряння палива, - назустріч, тобто знизу вгору.

Чавун випускають із горна через чавунну льотку через кожні 4-8 годин, шлак через



шлакову лютку – через 30-40 хвилин.

Доменна піч працює безперервно протягом 5-6 років. Потім вона зупиняється на капітальний ремонт, при якому повністю замінюється футерівка. Для цього необхідно 4-6 місяців. Після ремонту піч просушують і задувають за спеціальною технологією.

Період безперервної роботи печі називають кампанією. В період кампанії за її температурним режимом стежать радіоактивні датчики.

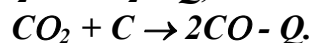
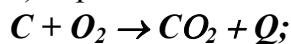
Доменне виробництво – високоавтоматизоване.

Найпотужнішу у світі доменну піч протягом доби обслуговує 4 бригади по 25 чоловік. Тривалість робочої зміни однієї бригади – 6 годин. Керує роботою печі диспетчер, який знаходиться за пультом управління, прилади на пульті (близько 400) висвітлюють усі показники роботи печі.

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

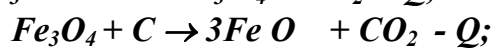
**Основні процеси, що відбуваються в доменній печі.** В доменній печі відбуваються такі процеси:

а) горіння палива:

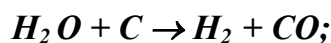


б) відновлення заліза:

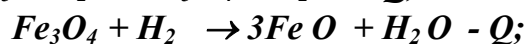
1) окисом вуглецю:



2) воднем:

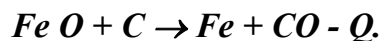


(вода є у складі мінералів і в повітрі дуття)



Окисом вуглецю і воднем відновлюється 60-80% заліза. Таке відновлення називають **непрямим відновленням**.

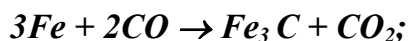
Решта заліза відновлюється твердим вуглецем в зоні розпару при температурі 1700° С.



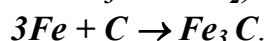
Відновлення за такою реакцією називають **прямим**.

Доменна піч працює найбільш ефективно, якщо відбувається, як пряме, так і непряме відновлення, а це в значній мірі залежить від температури повітря, що вдувається в доменну піч.

в) насичення заліза вуглецем:

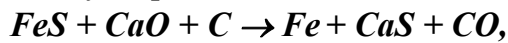


або



Карбід заліза  $Fe_3C$  може розчинятись у залізі. В розчинному стані можуть також знаходитись у незначних кількостях марганець, кремній, фосфор та сірка. Уся ця суміш і називається чавуном.

г) шлакоутворення



$CaS$  – це і є шлак.

#### 4. Продукція доменного виробництва

**1. Переробний чавун**, тобто такий, що йде на переробку в сталь. Марки П1 і П2. Це так звані білі чавуни, тому що на зламі вони мають сріблясто-білий колір. У білому чавуні весь вуглець знаходиться в складі карбиду заліза  $Fe_3C$ .

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

Ливарні чавуни називають ще сірими. На зламі сірі чавуни мають сірий колір. Сірий чавун відрізняється від білого підвищеним вмістом кремнію і меншим вмістом сірки. Окрім того у сірому чавуні більша частина вуглецю знаходиться у вигляді графіту. Завдяки цьому ливарні чавуни мають високі ливарні якості.

**3. Феросплави.** Феросплави – це чавуни з підвищеним (більше 10%) вмістом одного або декількох легуючих елементів. Наприклад: марганцю, кремнію, хрому та ін.

На Україні виробляють феромарганець, який у вигляді чушок поставляють на машинобудівні заводи, а також продають за кордон.

Металургія України випускає: переробного чавуну – 85-90%, ливарного – 9-12%. Феросплави складають менше 1%.

**4. Доменний газ.** Містить у собі  $CO$ ,  $H_2$ ,  $N$ ,  $CO_2$ . Він має високу теплоту згорання. Використовується в нагрівачах повітря, яке вдувають у доменну піч, а також для нагрівання коксових батарей у якості палива.

Перед застосуванням доменний газ очищують від пилу, який потім застосовують при виготовленні агломерату.

**5. Шлак.** Шлак із доменної печі по жолобу стікає в ківш. Потім його гранулюють струмом повітря або пари над водяним басейном.

Шлак потім використовують у будівництві для виготовлення цементу, шлакобетону, шлакової цегли, шлаковати та ін.

#### 5. Технологічні процеси виробництва сталі.

**Сировина для виробництва сталі.** Сировиною для виробництва сталі є переробний чавун, скрап, флюси, окиснювачі та легуючі елементи (у процесі виробництва легованих сталей).

Основу шихти складають чавун (80%) і скрап. Вони становлять понад 90% шихти.

**Джерелом теплової енергії**, необхідної для розплавлення шихти, є паливо (мазут, природний, домновий і коксовий газ, кам'яновугільний пил тощо). Для отримання теплової енергії крім палива використовують також хімічну, електричну та інші види енергії.

Вибір сировини, її підготовки до плавлення, а також вибір сталеварного агрегату, з яким пов'язано спосіб отримання сталі, істотно впливають на якість і собівартість сталі.

Основне призначення переробки чавуну в сталь – це зниження вмісту в ньому вуглецю, кремнію, марганцю і фосфору шляхом окислення і переведення їх у шлак або газу. Вуглець чавуну, з'єднуючись з киснем, перетворюється на газ  $CO$  і звільнюється. Інші домішки перетворюються у шлак. **Існує три основних способи отримання сталі:**

конверторний, мартенівський і електроспосіб.

**Конверторний спосіб отримання сталі.** Виплавка сталі, яка здійснюється в спеціальних печах-коверторах отримала назву конверторної технології (рис. 3).

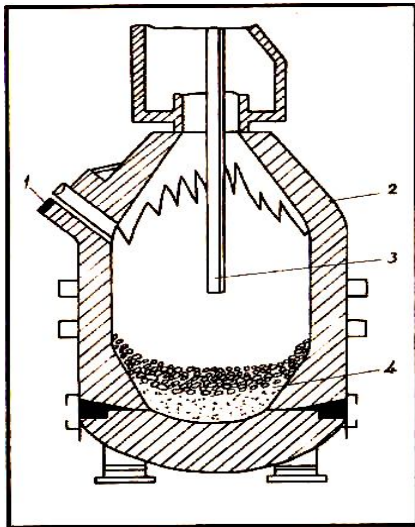


Рис. 3. Схема кисневого

Схема кисневого конвертера: 1- лійка для виливання сталі, 2 - вогнетривка доломітова цегла, 3 – фурми для подачі кисню, 4 – шихта.

В конвертор спочатку завантажують скрап (металевий лом), потім заливають рідкий чавун (при температурі  $1300\text{C}^0$ ), засипають вапно, залізну руду і окалину. Потім здійснюють продувку технічним киснем під тиском  $1,6 - 1,8\text{ МПа}$ . Під час продувки кисень окислює домішки. Реакції окислення протікають дуже швидко, з виділенням великої кількості теплоти. Температура в конверторі підвищується до  $2500\text{C}^0$ . Після продувки сталь готова. Її випускають.

На 1 т розплаву протягом 1 хв. витрачається  $1,8-4\text{ м}^3$  кисню. Залежно від об'єму конвертера час продування киснем становить  $1,5-25$  хв.

Завантаження печі триває 5 хвилин, продувка  $12...20$  хвилин, взяття проб – 6 хв., вилівка сталі і шлаку –  $5...10$  хв. На весь цикл витрачається  $35...40$  хв. Це найбільш продуктивний і найдешевший спосіб виплавки сталі. Але **якість сталі невисока**. Конверторна сталь йде в основному на невідповідальні будівельні конструкції.

Конверторним способом виплавляють біля 20% сталі.

### Виробництво сталі в мартенівських печах.

Спосіб виробництва сталі в мартенівських печах є універсальним з точки зору складу шихти. Але він менш продуктивний. Сталь - більш якісна, ніж конверторна. Використовується в основному у машинобудуванні.

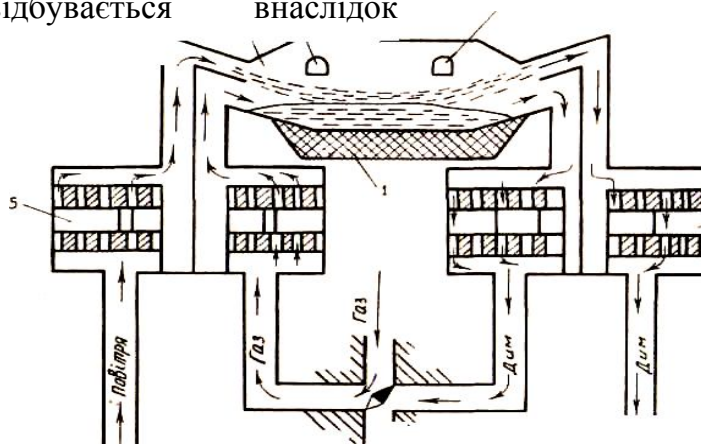
По виду вихідних матеріалів відрізняють декілька видів плавки:

- скрап процес – плавка на твердому чавуні і металевому ломі;
- рудний процес – плавка на рідкому чавуні з добавкою руди для окислення;
- скрапрудний процес – плавка на рідкому чавуні, скарпі і руді.

Усі ці процеси здійснюють у полум'яних печах.

Паливом для мартенівських печей є природний газ або мазут, які подаються у плавильний простір через паливні головки. При згоранні палива в печі виникає факел з температурою  $1800-1900\text{C}^0$ . При цьому тверді складові частини розплавляються. В цей час відбувається процес окислення домішок і вони переходять у шлак.

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



Тривалість однієї плавки –  $6-10$  годин.

Ємність мартенівських печей –  $180-600\text{ т}$ .

Мартенівським способом виплавляють близько 70% сталі.

*Схему однованної мартенівської печі: 1 – ванна, 2 – склепіння, 3 – плавильний простір, 4 – вікна ванни, 5 – регенератори для нагрівання повітря та палива.*

**Виробництво сталі в електропечах.** Цей процес найбільш досконалий. Він дозволяє отримувати сталь найвищої якості, яка використовується у машинобудуванні для особливо відповідальних деталей. Цим способом виплавляють близько 10% сталі. Разом з цим, цей спосіб найбільш дорогий.

Існує два види печей для плавки – *електродугові* та *індукційні*.

В *дугових печах* в якості шихти використовують металевий скрап (відходи металургійного, ковальського і прокатного виробництва, сталевий брухт) – 90%, рідинний чавун – 5-10%, окатиші – до 5%, вапно – 1-2%.

Між графітовими електродами і скрапом виникає електродуга. Температура у зоні дуги сягає 4000С<sup>0</sup>.

При електроплавці широко застосовують продування киснем (особливо при виплавці легованих сталей).

Тривалість плавки – 3-6 год., а з продувкою – 2-4 години.

Ємкість дугових печей коливається від 1,5 до 250т.

*Індукційні печі* мають ємкість від 60кг до 25т. Температура у цих печах підвищується завдяки дії індукційних струмів, що виникають навколо індуктора при проходженні змінного струму. В індукційних печах переробляють чисті шихтові матеріали точно заданого складу. При цьому способом переважно виробляють високоякісні леговані сталі, очищені від домішок. Але повністю позбавитись домішок практично неможливо. Тому для отримання очищених сталей застосовують вакуумування сталі, при якому сталь майже повністю звільняється від водню, азоту, сірки та фосфору.

**Розливка сталі.** Виплавлену в тих чи інших печах сталь випускають у ківш, із якого її розливають у виливниці для отримання зливків. Іноді розливку сталі здійснюють під вакуумом, при якому сталь дегазується і рафінується.

Розливку сталі у виливниці залежно від маси зливка здійснюють **зверху** або **знизу**. Крім того, використовують також **безперервну** розливку.

Виливниці виготовляють із жаростійкого чавуну. Маса зливка може коливатись від 10т до 100т.

Розливку сталі зверху використовують для отримання великих зливків. Це простий і дешевий спосіб, але якість зливка невисока.

Розливку знизу (сифонна розливка) використовують для отримання дріб-них і середніх за масою зливків. Для цього сталь випускають з ковша в центральний стояк, звідки вона по ливниковим каналам заповнює знизу одночасно декілька виливниць (від двох до восьми). Зливки у цьому випадку більш якісні, оскільки виливниці заповнюються повільно.

Найбільш прогресивним є спосіб безперервної розливки сталі, при якому зовсім немає потреби у виливницях. Струмись сталі при виході з ковша охолоджується, переходить у твердий стан, обтискається валками і одразу перетворюється в прокат.

Винахід цього способу належить СРСР. Але першими застосували його японці, потім американці і лише після цього – ми.

Але повернемося до зливків.

Зливок має певну будову. Він неоднорідний за якістю, бо застигання металу в ньому відбувається неодноразово.

Найбільш якісна сталь – на периферії зливку, де має місце дрібно-зерниста структура. У середині зливка – структура крупнозерниста. Можуть утворюватись пухкості, а у верхній частині – навіть усадочні раковини. Потім верхню частину зливка (~15 % за масою) відрізають автогеном і знову пускають у переплавку.

У подальшому гарячі зливки направляють у прокатний цех для виготовлення прокату. І лише 10% зливків охолоджують і направляють на машинобудівні заводи, де з них в ковальських цехах кують заготовки крупногабаритних деталей, або переплавляють для виготовлення сталевих лиття.

**Прокатка сталі.** Приблизно 90% всієї виплавленої на металургійних комбінатах сталі перетворюють у прокат.

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

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

В кінці потокової лінії листи обрізають до певних розмірів за стандартом. Профільний прокат розрізають на куски певної довжини, теж за стандартом. Частіш за все довжина профільного прокату дорівнює 6 метрам. Але можуть бути і інші довжини.

Існують також волочильні стани з допомогою яких виготовляють дріт різних діаметрів.

Штаби, стрічки і дріт закручують у рулони.

*Прокат поступає:*

- на машинобудівні підприємства для виготовлення з нього заготовок деталей машин і металевих конструкцій;
- на підприємства будівельної індустрії – для виготовлення різнома-нітних будівельних конструкцій і використання у якості арматури при виготовленні залізобетону.

## **6. Технології виробництва кольорових металів**

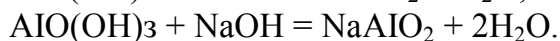
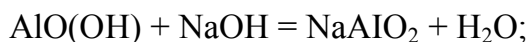
Вивчення цього питання необхідно розпочати з ознайомлення з електрохімічним методом відновлення металів. Після цього слід зупинитися на розгляді технологій електрохімічного добування алюмінію із алюмінієвих руд, міді з сульфідних руд, магнію з карналіту.

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

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

*На першому етапі* для з одержання глинозему застосовують технологію вилуговування. Для цього подрібнений боксит піддають дії концентрованим розчином

лугу NaOH:



При цьому добре розчинний алюмінат натрію  $\text{NaAlO}_2$  переходить у розчин, а домішки (оксиди заліза, титану тощо) випадають у осад. Потім алюмінат натрію  $\text{NaAlO}_2$  розкладають і одержують гідроксид алюмінію  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , при прожарюванні якого утворюється глинозем:



На другому етапі утворений глинозем розчиняють у криоліті - фториді алюмінію і натрію  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , і піддають електролізу в електролізерах (рис. 4.8), де при проходженні струму (4,0-4,5 В, 75-150 кА) електроліт нагрівається до температури  $950^\circ\text{C}$  і частково у вигляді кірки відкладається на стінках електролізера та навкруги анодів. На неї періодично насипають чергову порцію глинозему. При цьому катіон  $\text{Al}^{3+}$  розряджається на катоді - дні ванни - і утворює рідкий алюміній, а аніон  $\text{O}^{2-}$  - на аноді.

Дисоціація криоліту і глинозему проходить за такими реакціями:



При цьому вуглець аноду окислюється до  $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$ . Рідкий алюміній раз в 1-2 доби зливають за допомогою сифона або вакуум-ковша. Продуктивність електролізера - близько 350 кг алюмінію на добу. Щоб добути 1т алюмінію, треба витрати 15-17 тис. кВт/год електроенергії.

Далі слід розглянути схему електролізера для виробництва алюмінію зображену на рис. 4.8.

На третьому етапі відбувається процес одержання первинного алюмінію та його рафінування. Рафінування алюмінію полягає в продуванні рідкого металу хлором протягом 10-15 хв. Утворюваний при цьому пароподібний хлористий алюміній  $\text{AlCl}_3$  адсорбується на поверхні неметалевих домішок і вони спливають у вигляді шлаку. Хлор також сприяє видаленню розчинених газів ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ).

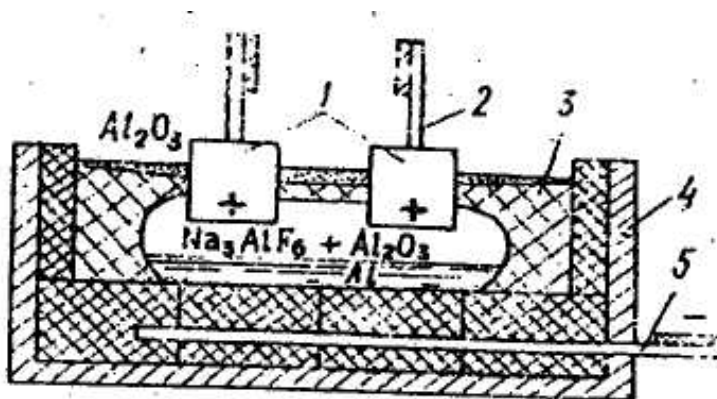


Рис. 3.6. Схема електролізера для виробництва алюмінію:

1 –аноди, 2 – шини, 3 – електроліт, 4 - сталевий кожух, 5 - катодна шина

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

Продовжуючи розгляд технологій виробництва кольорових металів, слід розглянути **технологію виробництва міді**. Сировиною для виплавки міді є мідні руди. Мідь в них знаходиться у вигляді сірчистих сполук  $\text{CuS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$  або  $\text{CuFeS}_2$ , оксидів  $\text{CuO}$  і  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,

карбонатів. Поряд з міддю ці руди часто містять нікель, цинк, свинець, золото, срібло та інші метали.

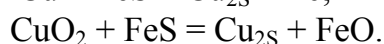
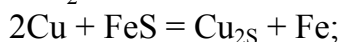
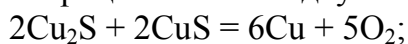
Добувають мідь з сульфідних руд пірометалургійним способом. Технологічний процес виплавляння міді складається з чотирьох етапів: збагачення, випалу руди, виплавка напівпродукту - штейну, одержання чорнової міді. Для очистки від домішок чорнову мідь рафінують.

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

2. Випалюють концентрат при 750-850°C в повітряній атмосфері з метою окислення сульфідів і зменшення вмісту сірки. Прогресивним є випал у "киплячому" шарі. Подрібнений концентрат завантажують у піч крізь вікно 3 (рис. 4.6). Знизу в піч каналом 2 через отвори в піддоні 1 поступає повітря. Тиск повітря встановлюється таким, щоб частинки концентрату знаходились в завислому ("киплячому") стані. Випалений концентрат "переливається" через поріг печі 5 у вигляді недогарка. Сірчисті гази, що відходять, очищають в циклонах 4 і направляють у сірчаноокислотне виробництво.

3. Штейн виплавляють із концентрату в полум'яних відбивних печах. Такі печі будують завдовжки 40 м і місткістю до 100 т шихти. Опалюють піч мазутом, пилом вугілля або газом. Максимальна температура в головній частині печі 1550°C поступово зменшується до хвостової частини до 1250 - 1300°C. Шихту завантажують вагонеткою крізь отвір в склепінні печі.

У процесі плавки відбуваються такі реакції:



У результаті цих реакцій на піддоні печі скупчується розплавлений мідний штейн - сплав сульфідів  $\text{Cu}_2\text{S}$  і  $\text{FeS}$ , який містить 20-60% Cu, 10-60% Fe і до 25% S. Силікати заліза, що утворюються при плавці, розчиняють інші оксиди та спливають у вигляді шлаку.

4. Чорнова мідь утворюється при продуванні розплавленого штейну повітрям у конвертері (рис. 4.7) - горизонтально розташованій посудині з листової сталі завдовжки 5 - 10 м і діаметром 3 - 4 м, футерованій магнезитовою цеглою. Повітряне дуття підводиться трубами 3 і подається всередину конвертера 2 крізь 40 - 50 фурм 4, розміщених по його твірній.

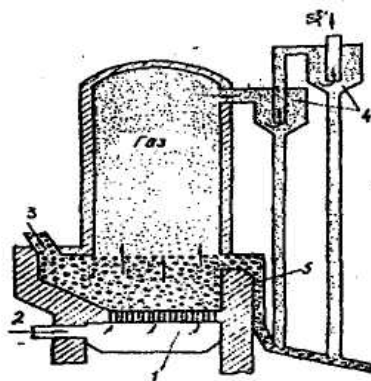
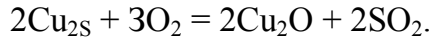


Рис. 3.7. Випалювання рудного концентрату

Для заливання штейну в горловину 1 і виливання продуктів плавлення конвертер повертають на роликах 5. Конвертування проходить за два періоди. У першому періоді (5 - 25 год) окислюються сульфіди заліза і міді:



Оксид заліза  $\text{FeO}$  зв'язується флюсом - кремнеземом  $\text{SiO}_2$  і виділяється в шлак  $2\text{FeO}_2$   $\text{SiO}_2$ .

У другому періоді (2-3 год) окислюються сульфіди міді та відновлюється мідь:

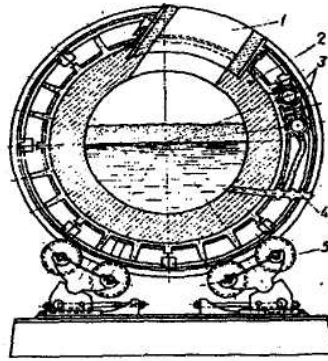
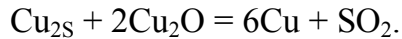
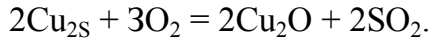
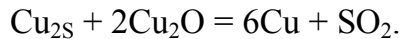
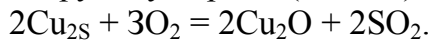


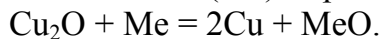
Рис. 3.8. Конвертер для одержання чорної міді.

У другому періоді (2-3 год) окислюються сульфіди міді та відновлюється мідь:

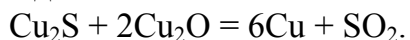


Виплавлену мідь називають чорною тому, що вона містить до 1,5% домішок. Для очистки від домішок чорнову мідь піддають вогневому й електролітичному рафінуванню. При цьому слід звернути увагу на те, що рафінування міді здійснюється двома методами: *вогневе та електролітичне рафінування*.

*Вогневе рафінування* полягає в окисненні домішок у відбивних печах при продуванні чорної міді повітрям. При цьому кисень повітря сполучається з міддю й утворює оксид  $\text{Cu}_2\text{O}$ , який потім реагує з домішками металів (Me) за реакцією



Одночасно окислюється і сірка:



Після цього мідь розкислюють - відновлюють  $\text{Cu}_2\text{O}$ , перемішуючи дерев'яними жердинами. Бурхливе виділення парів води та вуглеводів сприяє видаленню газів і відновленню міді:



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

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



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

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

## **Тема 5. Сутність і техніко-економічний аналіз технологій механічної обробки різанням та складального виробництва.**

### **План**

1. Технології обробки поверхонь різанням.
2. Аналіз і економічна оцінка технологій механічної обробки різанням.
3. Сутність процесу складання. Його види.
4. Техніко-економічні показники процесу складання.

### **Література**

1. Збожна О.М. Основы технологий. Учебное пособие, 2001. – 385 с.
2. Остапчук М.В., Рибак А.І. Системи технологій (за видами діяльності): Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2003. – 888 с.
3. Системи технологій: Методичні вказівки / Уклад. Г.І.Андрєєва. – Суми: УАБС, 2004. – 36 с.
4. Системи технологій: Учебное пособ. /Под ред. Проф. П.Д. Дудка. – Х.: ООО «Издательство «Бурун Книга», 2003 –336с.
5. Бурцев В.М. Технология машиностроения: В 2-х т. – М.: МГТУ им Н.Є. Баумана, 2001. – 564 с.
6. Гавриш А.П., Ямпольский Л.С. Гибкие робототехнические системы, Учебник. - К.: Высшая школа, 1989. – 185 с
7. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционньх материалов. Ученик. – СПб.: Политехника, 2000. – 382 с.

### **1. Технології обробки поверхонь різанням**

Машинобудування є провідною галуззю промисловості. Від рівня розвитку машинобудування залежить технічний прогрес усіх інших галузей. Основними галузями машинобудування є важке машинобудування, верстатобудування, енергетичне, сільськогосподарське, медичне, автотранспортне тощо.

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

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

*У машинобудуванні важливе значення належить технології виготовлення*

### **окремих деталей і складанню їх у вузли, механізми та вироби.**

Виготовлення деталей, машин і виробів з конструкційних матеріалів полягає в наданні їм певної форми, точності розмірів і шорсткості поверхні. Під час складання деталі закріплюють, щоб забезпечити відповідне положення, встановлене кресленням, та якість спряжень.

Для виготовлення деталей і складання машин, механізмів, приладів тощо конструкційні матеріали обробляють на машино- та приладобудівних заводах.

Завод як система складається з окремих елементів, які називають цехами, службами та господарствами. Цехи заводу поділяють на основні, допоміжні та побічні.

**Основні цехи** призначені для виготовлення промислової продукції. Їх поділяють на заготівельні, обробні та складальні.

До **заготівельних цехів** належать ливарні, ковальсько-пресові, до **обробних** - механічні, термічні. У складальних цехах складають і випробовують готові вироби (машини, прилади тощо).

**Допоміжні цехи** обслуговують основні цехи. До допоміжних належать ремонтний, інструментальний та інші цехи.

**Побічні цехи** здійснюють утилізацію відходів, які утворилися в процесі виготовлення продукції.

Кожне підприємство має свої **служби** та **господарства**, які поділяють на енергетичні, транспортні, санітарно-технічні, загальнозаводські та ін.

Кожна служба має своє призначення. Так, енергетична служба забезпечує підприємство енергією. До неї входять електростанція тощо.

Санітарно-технічна служба відає опаленням, вентиляцією, каналізацією, забезпечує підприємство водою тощо. До загальнозаводських служб належать лабораторії, заводоуправління, медичні пункти.

Важливими завданнями машинобудування є поліпшення технічного рівня якості продукції, підвищення її довговічності, надійності та технологічності і разом з тим зниження її собівартості, матеріало- й енергомісткості.

Для виконання цих завдань потрібно мати:

- якісні та відносно дешеві конструкційні матеріали;
- нові та вдосконалені старі способи виготовлення заготовок і деталей;
- системи автоматизованого проектування, багатоопераційні верстати з програмним керуванням, робототехнічні комплекси тощо.

### **Технології виготовлення окремих деталей**

Одним із перших технологічних процесів у машинобудуванні є технології виготовлення окремих деталей.

Основною складовою цього процесу являється **технологія різання** яка полягає в наданні заготівці певної форми, розмірів і шорсткості поверхні за (допомогою спеціальних інструментів).

Різання проводять на верстатах за допомогою різальних інструментів, а також використовують нові способи: електроіскровий, анодно-механічний, хеміко-механічний, електрохемічний, ультразвуковий тощо.

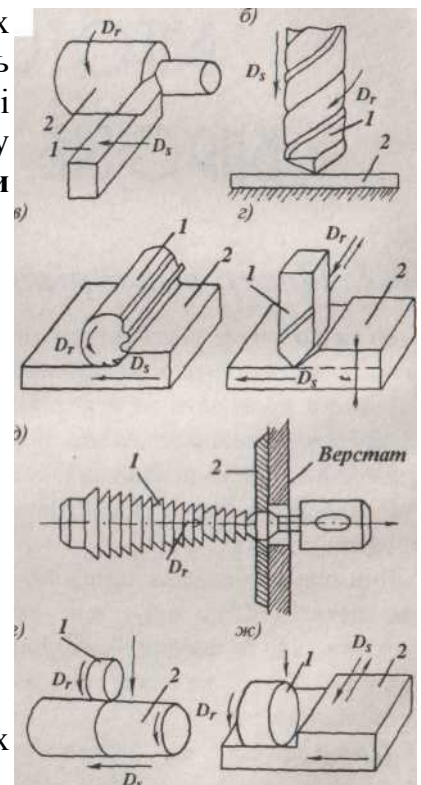
У процесі різання із заготівки зрізують шар матеріалу у вигляді стружки.

Чим більша кількість матеріалу зрізається із заготівки, тим дорожчою стає деталь. Саме тому для виготовлення деталей використовують заготівки, які за формою нагадують деталі та мають малий припуск на різання. Такі заготівки отримують способами точного лиття, штампування тощо.

Незважаючи на те, що способи отримання заготовок і їх різання за допомогою інструментів, постійно вдосконалюють, трудомісткість верстатних робіт у машинобудуванні становить 30-50% загальної трудомісткості виготовлення машин.

**Основні способи різання.** Поверхні майбутніх деталей можуть бути плоскими, циліндричними, а можуть мати і складну криволінійну форму. Для утворення поверхні потрібної форми, а також (у разі потреби) отворів у майбутній деталі використовують такі **основні способи різання**:

- точіння,
- свердління,
- фрезкування,
- стругання,
- протягування,
- шліфування (рис. 5).



**Фрезкування** має місце тоді, коли заготовку подають у напрямі обертання фрези. При цьому кожний зубець фрези зрізує стружку, товщина якої зменшується від найбільшої до нуля. Цей спосіб забезпечує більшу стійкість фрези, меншу шорсткість поверхні та затрати енергії (рис. 94, б).

**Струганням** називають спосіб оброблення плоских поверхонь заготовки за допомогою різця.

Головним рухом у разі цього способу (рис. 93,г) є зворотнопоступальне переміщення інструмента або заготовки.

**Протягуванням** називають спосіб оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовки за допомогою протяжки.

Рис. 5. Схеми основних способів різання

Це дуже продуктивний спосіб різання, який забезпечує високу точність розміру та малу шорсткість обробленої поверхні (рис. 93,д). Головним рухом є поздовжнє переміщення інструмента, а рух подачі відсутній.

**Шліфуванням** називають спосіб оброблення поверхонь заготовки за допомогою шліфувальних кругів з метою досягнення точніших розмірів і зменшення шорсткості поверхні.

Найпоширеніші способи шліфування: *кругле зовнішнє* (рис. 93,є), *кругле внутрішнє*/для оброблення отворів і *плоске* (рис. 93,ж) для оброблення площин.

Головним рухом у ході шліфування є обертання інструмента.

Рух подання переважно комбінований і складається з кількох рухів.

Наприклад, у процесі круглого зовнішнього шліфування - це обертання заготовки навколо своєї осі, поздовжнє переміщення заготовки відносно інструмента та поперечне переміщення інструмента відносно заготовки.

Різання проводять на верстатах за допомогою спеціальних інструментів, які поділяють на одно- та багатолезові.

**1. Однолезові інструменти.** Вони мають по одному різальному лезу. Такі інструменти застосовують у процесі точіння та стругання. Їх називають **різцями**.

**Токарні різці** залежно від виду роботи, яку вони виконують, поділяють на прохідні (для чорнової та чистової роботи), підрізні, відрізні, розточні, різьові (для нарізання зовнішньої та внутрішньої різі) та фасонні.

За напрямом подання токарні різці поділяють на праві та ліві.

**2. Багатолезові інструменти.** Вони мають більше одного різального леза - це свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, фрези, протяжки, шліфувальні круги тощо.

**Нові способи різання.** У сучасному машинобудуванні та інших галузях промисловості широко використовують тверді сталі та надтверді сплави, напівпровідникові матеріали, скло, кварц, рубіни, алмази тощо. Виготовляти вироби (деталі) з цих матеріалів механічним різанням дуже важко, а іноді неможливо внаслідок їх великої твердості та крихкості. Для виготовлення деталей з цих матеріалів використовують хемічні, електричні, ультразвуковий, плазмовий, лазерний та інші способи різання. Ці способи різання ґрунтуються на використанні електричної, хемічної, звукової, світлової та інших видів енергії. У разі застосування цих способів різання інструмент не тисне на заготовку, а це дуже важливо в процесі оброблення крихких матеріалів. Крім того, їх легко автоматизувати. Ці способи використовують у процесі виробництва штампів, прес-форм, лопатей турбін, електронної апаратури, отворів у волоках тощо.

**Хімічні способи різання** ґрунтуються на використанні хімічної енергії.

Перед обробленням заготовки різанням визначають, які поверхні необхідно обробити. На всі інші поверхні наносять стійкі покриття для захисту їх від дії хемічного середовища. Це можуть бути покриття лаками, фарбами, емульсіями тощо.

Підготовлену заготовку занурюють у хемічно активне середовище, яким можуть бути розчини кислот, лугів. Взаємодію матеріалу заготовки із середовищем називають **травленням**. Концентрацією розчинів (травників) підтримують незмінною, щоб забезпечити постійну швидкість травлення.

Хемічним способом оброблюють поверхні, труднодоступні для різальних інструментів, зазори тощо. На початку розвитку мікро-електроніки цей спосіб різання застосовували у ході виробництва інтегральних мікросхем.

**Електричні способи різання.** У процесі електричних способів різання електрична енергія перетворюється на теплову, хемічну та інші види енергії. Ці перетворення відбуваються безпосередньо у процесі зрізання шару конструкційного матеріалу певної товщини. Згідно з таким перетворенням електричної енергії ці способи різання поділяють на електрохемічні та електроерозійні.

**1. Електрохемічні способи різання.** В основі цих способів лежить анодне розчинення металу в разі пропускання через розчин електроліту постійного електричного струму.

Електрохемічні способи різання застосовують під час шліфування, полірування, очищення поверхні металів від оксидів, іржі тощо.

Продуктивність електрохемічного різання залежить в основному від властивостей електроліту, матеріалу, з якого виготовлена заготовка та густини струму.

**Електрохемічне травлення** використовують для очищення поверхонь металів від масних плям, оксидів тощо.

В електролізерну ванну, заповнену електролітом, поміщають заготовку, поверхню якої треба очистити. Заготовка підімкнена до анода. Катоди розміщені з обох боків заготовки-анода. Електролітом є розчини лугів, кислот. Температура електроліту – 60 - 80°C.

**Електрохемічне полірування** застосовують для полірування заготовок, виготовлених із чорних і кольорових металів і сплавів. Цей спосіб різання зменшує шорсткість поверхні виробів, підвищує їх корозієстійкість та втомну міцність.

Електрохемічне полірування (рис. 97) проводять у ванні 1, заповненій електролітом. Оброблювану заготовку 2 підмикають до анода. Катод 3 виготовляють із свинцю, молибдену або сталі. Електроліт 4 підігрівають до температури 60-80°C.

У разі пропускання струму заготовка-анод розчиняється. Розчинення починається з

мікровиступів 5 унаслідок великої густини струму на їх вершинах. Продукти розчинення 6 осідають у западинах і захищають їх від дії струму. Внаслідок більшої швидкості розчинення мікровиступів, ніж западин, шорсткість поверхні зменшується і вона стає дзеркальною. Після закінчення оброблення виріб промивають у воді й висушують. Швидкість полірування становить  $5\text{-}10^8\text{-}1,6\cdot 10^7\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Електрохімічне полірування підвищує корозієстійкість виробів. Цим способом очищають поверхні виробів перед нанесенням на них гальванічних покриттів, виготовляють фольгу.

**2. Електроерозійні способи різання.** Такі способи різання застосовують для оброблення матеріалів, які проводять електричний струм. В основі електроерозійних способів різання лежить явище ерозії (від лат. «*егозіо*» - роз'їдання, руйнування) поверхонь оброблюваних матеріалів під дією електричних розрядів.

У зоні різання енергія розрядів, які виникають між анодом (інструментом) і катодом (заготівкою), перетворюється

на теплову енергію. Температура досягає  $10000\text{-}12000^\circ\text{C}$ , що спричинює оплавлення та випаровування окремих ділянок оброблюваної поверхні. На електроді-заготівці відтворюється форма електрода-інструменту.

Це дає змогу ефективно обробляти вироби складної форми (штампи, ливарні форми, прес-форми, різної форми отвори тощо).

Електроерозійне різання проводять у рідинному діелектричному середовищі. Це може бути гас, мінеральне мастило тощо.

**3. Електроіскровий спосіб різання.** У процесі електроіскрового способу різання використовують імпульсні іскрові розряди, які виникають між електродами, одним з яких є заготівка (виконує роль анода), а другий - інструмент (катода).

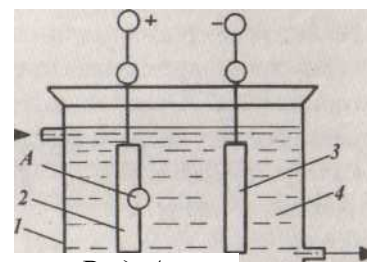
За допомогою електроіскрового різання можна отримати наскрізні та глухі отвори різної форми, пази тощо. Цей спосіб різання широко використовують під час виготовлення штампів, ливарних прес-форм, філь'єр тощо.

На рис. 98 зображено схему електроіскрового верстата.

Заготівка 3 та інструмент / підімкнені до джерела постійного струму. Якщо інструмент наблизити до заготівки на відстань близько  $0,05\text{ мм}$ , то між ними проходить іскровий розряд енергії, нагромадженої в конденсаторі С. Іскровий розряд триває  $< 0,0001\text{ с}$  і супроводжується відриванням від анода електроіскрового верстата (заготівки) частинок металу. Розряджений конденсатор заряджається і нагромаджена енергія знову перетворюється на іскровий розряд і т. д. У місці пробую виділяється велика кількість теплоти, внаслідок чого плавиться і випаровується матеріал заготівки. Щоб запобігти перенесенню частинок металу, вирваного із

заготівки на поверхню інструмента, і зміні його форми, заготівку з інструментом поміщають у ванну 2, заповнену діелектричною рідиною 4. Рідина (гас або мінеральне мастило) зупиняє політ частинок металу і вимиває їх із зони різання.

Під дією багаторазових розрядів у заготівці утворюється заглибина, яка відображує відбиток торця електрода-інструмента.



Вид А  
збільшено

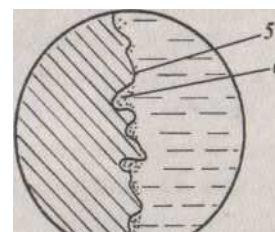


Рис. 97. Схема

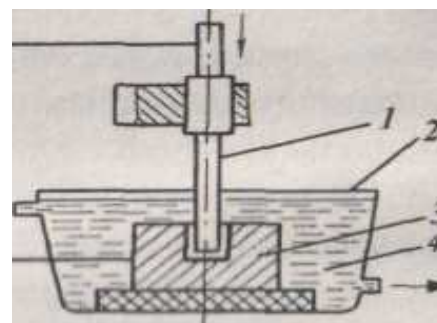


Рис. 98. Схема

Верстати для електроіскрового різання мають програмне керування, яке підтримує постійний зазор між заготовкою та інструментом, переміщення інструмента та регулювання подачі. Оптимальний режим роботи верстата встановлюється за допомогою змінного опору R.

Продуктивність роботи верстата залежить від частоти імпульсів, енергії розряду, властивостей матеріалу заготовки та Інструмента. Із збільшенням сили струму продуктивність верстата зростає, проте разом із тим погіршується якість утворених поверхонь. Сила струму коливається в межах 0,2-300 А. Електроди-інструменти виготовляють з міді, латуні тощо.

Цей спосіб різання не позбавлений *недоліків*: відносно мала продуктивність, недостатня точність форми і розмірів майбутньої деталі.

4. **Анодно-механічний спосіб різання.** В основі цього способу різання лежать процеси, які спричинюють руйнування металів і сплавів. Це *розчинення*, яке спостерігається в разі електрохімічного способу різання, *електроерозія*, яка супроводжує електроерозійний спосіб різання, та *механічна дія інструмента*, який очищає оброблюваний матеріал від оксидної плівки та розплавленого металу.

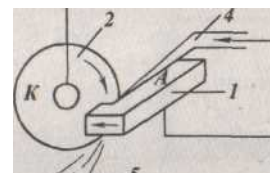


Рис. 99. Схема

анодно-механічного різання застосовують для розрізання заготовок на частини, прорізання пазів, шліфування поверхонь, заточування різальних інструментів тощо; цим способом анодно-механічного обробляють матеріали, які проводять електричний струм.

Анодно-механічний верстат (рис. 99) працює на постійному струмі невеликої напруги.

Оброблювана заготовка / та інструмент 2 підімкнено до джерела постійного струму 3. Заготовка виконує роль анода, а інструмент у вигляді диска - роль катода. У проміжок між електродами (заготовкою та інструментом) безпосередньо подають рідину (електроліт) 4. Це може бути водний розчин рідинного скла в процесі первинного оброблення заготовок та розчин сірчаноокислого натрію або хлористого натрію в процесі кінцевого оброблення. Під час різання інструмент (диск) обертається, а заготовка подається на нього. Інструмент обертається і викидає із зони різання продукти різання, здирає з оброблюваної поверхні оксидну плівку та поступово заглиблюється в заготовку. Інструмент-диск обертається зі швидкістю 8-20 м·с<sup>-1</sup>.

Густина струму впливає на процеси різання. За малих густин струму (1—2·10<sup>4</sup> А·м<sup>-2</sup>) розігрівання заготовки незначне. На оброблюваній поверхні заготовки утворюється оксидна плівка. Процес анодного розчинення заготовки припиняється. Щоб відновити розчинення, плівку здирають за допомогою інструмента. Диск-інструмент, обертаючись безперервно, виносить продукти електрохімічного розчинення заготовки 5. На місце зрізу надходить свіжа рідина.

За великих густин струму поверхня заготовки розігрівається, оплавляється і частинки, вирвані з неї, переміщуючись до катода, відкидаються відцентровою силою обертового диска-інструмента. На поверхні заготовки залишається западина. На цьому місці розряд припиняється, а відновлюється в іншому.

Густина струму впливає на продуктивність різання. Чим більша густина струму, тим більша продуктивність. Саме тому первинне оброблення заготовок проводять за великих густин струму. Закінчують оброблення за малих густин струму незважаючи на малу продуктивність. Шорсткість обробленої поверхні відповідає 8-10-му класу.

Анодно-механічне різання проводять на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК). У програму закладено керування швидкістю руху заготовки та інструмента, відстань між заготовкою та інструментом, параметри електричного режиму під час переходу з первинного оброблення на кінцеве тощо.

**Ультразвуковий спосіб різання** матеріалів є різновидом механічного різання. Він ґрунтується на руйнуванні оброблюваного матеріалу завислими в рідині частинками абразиву, які набувають великих швидкостей від вібратора, що коливається з ультразвуковою частотою. Для ультразвукового різання використовують частоту 16-30 кГц. Інструмент, за допомогою якого ріжуть матеріали, отримує коливання від магнетострикційного вібратора. На рис. 100 показано схему ультразвукового верстата. Заготівку 3 ставлять під інструмент 4 у ванну 1, заповнену абразивною суспензією 2. Інструмент за допомогою хвилеводу 5 з'єднаний із магнетострикційним вібратором 7, який охолоджують водою 6. Із ультразвукового генератора 8, який живиться від джерела струму звичайної частоти 9, струм ультразвукової частоти подають до обмотки магнетострикційного вібратора, в якому електромагнетні коливання перетворюються на механічні. Амплітуда механічних коливань може досягти 0,10-0,12 мм. Інструмент дотикається до заготівки. Сила, з якою притискається інструмент, не повинна гасити його коливання. Енергія коливання інструменту передається абразивним частинкам, які набувають швидкості 40-50 м·с<sup>-1</sup>. Вдаряючись об поверхню заготівки, частинки абразиву зрізають (сколюють) частинки оброблюваної поверхні заготівки. Із бака 12 за допомогою помпи // патрубком 10 до зони різання подають суспензію. Оскільки подача інструмента збігається з напрямом коливань його торця, то цим способом можна виготовляти отвори й обробляти порожнину будь-якого профілю. Крім того, можна розрізати заготівки на частини, нарізати різь, робити напис тощо.

Інструменти для викінчування отворів діаметром 0,5-20 мм виготовляють суцільними, а для отворів діаметром 20-100 мм - порожнистими. Інструменти виготовляють із твердих матеріалів.

До складу суспензії входять порошки різних абразивних матеріалів: електрокорунд, карборунд, карбід бору, алмаз тощо. Вибір абразивного порошку залежить від твердості та міцності оброблюваного матеріалу.

Продуктивність ультразвукового різання залежить від багатьох чинників. Так, вона зростає в разі збільшення амплітуди коливань. Якщо амплітуда коливань дорівнює

0,12 мм то швидкість різання твердих сплавів становить близько 7 – 10 м·с<sup>-1</sup>, а кераміки 140\*10<sup>6</sup> м·с<sup>-1</sup>, а кераміки - 140-10<sup>6</sup> м·с<sup>-1</sup>. У разі зменшення амплітуди коливань швидкість зменшується відповідно до 0,51\*10<sup>6</sup> - 0,61\*10<sup>6</sup> м·с<sup>-1</sup> і 2,63 \*10<sup>6</sup> - 38,5\*10<sup>6</sup> м·с<sup>-1</sup>.

На швидкість різання впливають розміри абразивних порошоків та їх твердість. Оскільки абразивні частинки є різальним інструментом, то їх твердість має дорівнювати або перевищувати твердість оброблюваного матеріалу. Найбільша швидкість різання досягається в разі використання порошку карбіду бору. Для м'якших матеріалів застосовують м'якші абразиви, але швидкість різання буде меншою, ніж у разі використання карбіду бору.

Швидкість різання залежить від концентрації абразивних порошоків у суспензії. Максимальна швидкість різання спостерігається за концентрації абразиву 50%. Важливо, щоб абразив у зоні різання увесь час

змінювався, обновлювався. Особливі вимоги ставляться також до рідини, яку використовують для виготовлення суспензії. Вона повинна добре змочувати інструмент і абразив, мати велику густину та теплопровідність, незначну в'язкість. Найкраще для цього підходить вода.

Точність розмірів і шорсткість поверхні залежать від розміру абразивних частинок:

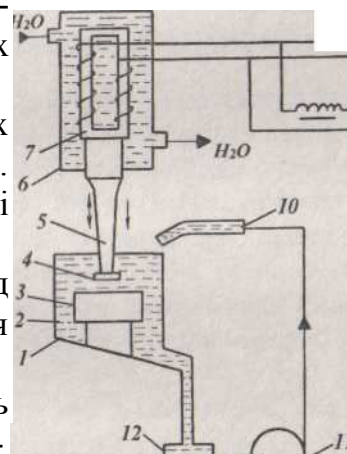


Рис. 100. Схема ультразвукового верстата

чим більший розмір частинок, тим більша шорсткість і навпаки, чим менший розмір частинок абразиву, тим менші параметри шорсткості матиме оброблена поверхня.

### 3. Техніко-економічне оцінювання технологічних процесів

Для порівняння та визначення техніко-економічної оцінки декількох запроєктованих технологічних процесів і вибору *оптимального* варіанта використовують *техніко-економічні показники*. До найхарактерніших із них належать такі:

1. Собівартість деталі що визначається витратами на матеріал  $M$ , основною заробітною платою робітників  $P$  і цехови-накладними витратами  $Я$ :
2. Собівартість обробки деталі:
3. Норми часу (штучного і штучно-калькуляційного) на повну обробку деталі:

де  $t_{шт}$  — штучний час на виконання всіх операцій обробки окремої деталі;

$t_{шт}^*$  — штучний час однієї операції;

$T_k$  — штучно-калькуляційний час на виконання всіх операцій обробки окремої деталі;

$t_k^*$  — штучно-калькуляційний час однієї операції обробки.

4. Основний (технологічний) час  $T_o$  за всіма операціями окремої деталі:

де  $B_a$  — основний технологічний час однієї операції обробки.

5. Коефіцієнт використання верстата за основним часом, що дорівнює відношенню основного часу до штучного або штучно-калькуляційного (залежно від виду виробництва):

або

Чим більший цей показник, тим більшою є частка в нормі машинного часу.

6. Коефіцієнт завантаження обладнання за часом, що визначається відношенням розрахункової кількості верстатів  $C$  до фактичної (прийнятої) їх кількості  $C'$ :

### 3. Поняття про складання машин

Складання є кінцевим технологічним процесом у виробництві машин. У процесі складання виконують слюсарні, складальні, випробувальні та малярні роботи. Якість складальних робіт значною мірою відбивається на продуктивності, надійності та довговічності машин. Роботи пов'язані із складанням машин, проводять у складальних, частково механічних, цехах, які визначають темп і напрямок роботи всіх оброблювальних і заготівельних цехів заводу, особливо в потоковому і автоматизованому виробництві. Робота всіх виробничих підрозділів заводу має бути синхронізована згідно із тактом випуску машин на складанні. Ще в процесі проектування визначають послідовність складання.

Основним напрямком у процесі конструювання машин є побудова машини з окремих вузлів, які можна ставити на базову деталь і знімати незалежно від інших вузлів.

Усі деталі сучасних машин виготовляють у межах заданих допусків. Розміри виготовлених деталей різні. Причиною цього є ряд чинників, які впливають на точність розмірів деталі у процесі їх виготовлення. Якщо в процесі конструювання цього не врахувати, то під час складання будуть такі *недоліки*:

- *розміри вузла будуть більшими, від розмірів місця, де він має бути встановлений у процесі складання. Цей недолік вимагає додаткових коштів на виконання слюсарних робіт, які полягають у зменшенні розмірів вузла (шліфуванням, поліруванням і навіть*



точінням тощо);

- *розміри вузла будуть меншими* за розміри місця, де він має бути встановлений у процесі складання. Знову додаткові великі витрати: треба виготовляти нові деталі для вузла;

- *розміри вузла незначно* (на величину допуску) *відрізнятимуться* від розмірів місця, де він має бути встановлений у процесі складання. Такі вузли придатні для складання та ремонту машин без додаткових витрат.

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

#### **4. Техніко-економічні показники процесу складання.**

Основні техніко-економічні показники процесу складання машин:

1. *Продуктивність* — кількість продукції, виготовленої за одиницю часу. Для підвищення продуктивності потрібно максимально використати технічні характеристики машини — потужність, надійність у роботі, системи управління та ін. Від продуктивності машини залежить продуктивність праці пращника, який її обслуговує, ефективність процесу. ;

2. *Довговічність* машини — термін її служби, який визна--ється моральним і фізичним зношуванням.

3. *Коефіцієнт корисної дії (ККД)* — відношення корисної оти до всієї затраченої; може бути виражений у відсотках. КД впливає на продуктивність машини, її економічність.

4. *Економічністьматияи* — кількість енергії, потужності, боти, що витрачає машина на одиницю виготовленої проекції.

5. *Ступінь автоматизації* машини — відношення автоматизованих циклів роботи машини до загальної кількості робочих циклів. Від ступеня автоматизації залежать продуктивність машини, її економічність.

6. *Надійність* машини — здатність зберігати протягом тривалого часу у відповідних межах значення експлуатаційних параметрів. Має бути надійність в обслуговуванні та роботі.

7. *Технологічність конструкції* — відповідність конструкції машини до вимог економічної технології її виготовлення.

8. *Придатність до ремонту* машини — можливості до виявлення і попередження технічних несправностей, пошкоджень, їх своєчасного і якісного усунення.

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

### **ТЕМА 6. Техніка, технологія і продукція хімічної та нафтохімічної промисловості**

#### **Питання**

1. Загальні відомості про хімічне виробництво і продукцію неорганічної хімії.
2. Виробництво кислот.

3. Виробництво добрив.
4. Виробництво пластмас.
5. Виробництво хімічних волокон.
6. Виробництво каучуку і гумми.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ХІМІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО І ПРОДУКЦІЮ НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Хімія, як наука почала розвиватися лише в 17 столітті, але розвиток її був дуже повільним. У 20 столітті розвиток хімічної промисловості набрав великих обертів, особливо починаючи з 50-тих років. Все сучасне хімічне виробництво утворене у другій половині 20-го століття. В наш час ще продовжується його бурхливий розвиток.

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

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

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

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

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

Деякі галузі хімічного виробництва настільки розвинулись, що набули статусу самостійних галузей, наприклад: паливна та нафтопереробна галузі, гумотехнічна галузь, виробництво синтетичних волокон, виробництво мінеральних добрив та інші.

У кожній з цих галузей існує своя сировина, своя техніка і своя технологія, які дуже відрізняються. Отже, у промисловості існують десятки тисяч різноманітних технологій, які неможливо навіть перелічити в нашому курсі. Тому наше завдання полягатиме лише в тому, щоб ознайомити майбутнього менеджера з основними продуктами, що їх виробляє хімічна промисловість, і шляхами їх подальшого використання у виробництві, або у побуті. І лише в деяких випадках ми познайомимось з технологією виготовлення найбільш поширених продуктів хімічної промисловості. Сучасна хімічна промисловість продовжує розвиватися у напрямках: збільшення кількості, підвищення якості та розширення асортименту виробів.

**Класифікація продуктів хімічного виробництва.** Згідно з класифікатором продукти хімічної промисловості поділяються на 7 класів, кожний клас – на підкласи. Усього налічується 52 підкласа.

Перелічимо лише класи:

1. Продукція неорганічної хімії і гірничо-хімічна сировина (мінерали і первісні продукти їх переробки).

2. Полімери (пластмаси, синтетичні каучуки, хімічні волокна).

3. Лако-фарбові матеріали і продукти.

4. Синтетичні барвники і органічні напівпродукти.

5. Продукти органічного синтезу (нафтопродукти, продукти коксо- і лісохімії).

6. Хімічні реактиви і особливо чисті речовини.

7. Медикаменти і хіміо-фармацевтична продукція.

З перелічених класів продуктів ми вже частково познайомились з продуктами

органічного синтезу у паливній промисловості. У цьому модулі нам належить познайомитись ще з деякими продуктами, що належать до першим двох класів.

## 2. Виробництво кислот

Хімічна промисловість випускає тисячі хімічних продуктів, один з яких - сірчана кислота - відіграє важливу роль. Завдячуючи її властивостям, а також у зв'язку з тим що вона значно дешевша інших кислот, сірчану кислоту широко використовують як в хімічній промисловості, так і в металообробній, нафтопереробній та в інших галузях промисловості (виробництво мінеральних добрив, синтез барвників і лікарських речовин, металургія, виробництво солей та кислот та ін.). Сірчану кислоту справедливо називають фундаментом хімічної промисловості.

Сірчана кислота реагує з багатьма органічними сполуками. Цю властивість використовують для очищення бензину і гасу від шкідливих домішок, які утворюють з сірчаною кислотою сполуки, які не розчинюються в нафтопродуктах. Сірчану кислоту широко використовують в виробництві багатьох хімічних волокон, миючих засобів, вибухових речовин, барвників, її використовують для сушки газів, для очищення поверхні металів від окислів металів перед нікелюванням та іншими подібними процесами.

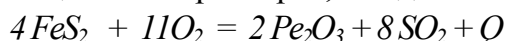
Протягом двохсот років, які промайнули від початку промислового виробництва сірчаної кислоти, область її застосування змінилась. Обсяги виробництва сірчаної кислоти безперервно зростають.

**Виробництво сірчаної кислоти.** Сировиною для виробництва сірчаної кислоти є сірка, сірковий колчедан та сірководень, спалюючи які одержують оксид сірки (IV)  $SO_2$ . Сировиною служать відходи (оксид сірки) виробництва багатьох відомих металів, коксу (коксовий газ) та інші. Таким чином поряд з природною сировиною для виробництва сірчаної кислоти можливе використання також різних відходів інших виробництв. Формула сірчаної кислоти  $H_2SO_4$

### Технологія:

**Перша стадія** виробництва сірчаної кислоти — *отримання окису сірки (IV)*

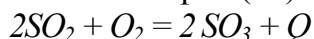
Сірчаний колчедан подають стрічковим конвейером до бункера, а потім до печі, в яку безперервно вдувається повітря. Температура в печі повинна бути на менш ніж  $800\text{ }^\circ\text{C}$ . так як при більш високій температурі частинки твердого матеріалу починають спікатися і утворюють грудочки. Температуру регулюють, проводячи реакцію з деяким надлишком повітря. Окрім того поміщають в реакційний апарат трубки парового котла. Утворена водяна пара використовується для виробництва електроенергії, або для інших цілей.



Сучасні потужні установки обладнані автоматично діючими і записуючими контрольно — вимірювальними апаратами, через які можна отримати всі необхідні дані. Оптимальний режим підтримується на основі даних цих приборів, автоматичними засобами, які, наприклад, можуть знизити температуру в зоні реакції, збільшити подачу повітря.

**Друга стадія** — *окислення оксиду сірки (IV)*

Оксид сірки (IV) потрібно окислити в окис сірки (VI):



Окислення здійснюється при  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . при цьому може окислюватись максимально  $99,2\%$  окису сірки (IV), при  $600\text{ }^\circ\text{C}$  — лише  $73\%$ . Для збільшення швидкості цієї реакції використовують в якості каталізатора (найбільш ефективного) окис ванадію (V).

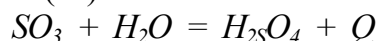
При обпалюванні ванадію отримують газову суміш, яка насичена пилом та отруйними

речовинами. Цю газову суміш очищують циклотроном і електрофільтром. В циклотроні частинки пилу видаляються із газової суміші під дією відцентрової сили.

Осушують газову суміш шляхом взаємодії з концентрованою  $H_2SO_4$  в спеціальних сушильних вежах. В такій башті рідина і газ рухаються протитечійно. Кислота зв'язується з водою і тому ступінь сушіння газу високий. Очищений газ нагрівають до температури початку реакції. Доцільно використовувати теплоту окислення окису сірки (IV). Таке підігрівання газу відбувається в трубчастому теплообміннику.

Окис сірки (VI), який утворився в контактному апараті потрібно витягнути із газової суміші в якій об'ємна доля складає 7%, і отримати концентровану  $H_2SO_4$  або розчин окису сірки (VI) в сірчаній кислоті — олеум.

$H_2SO_4$  утворюється з окису сірки (VI):



Реакція відбувається при температурі 300 °С. В якості реакційного апарату використовують башту з насадкою із з протитечійним рухом газової суміші і поглинаючою окис сірки (VI) рідиною. При цьому миттєво утворюється пара сірчаної кислоти. Газова суміш виявляється перенасиченою пароподібною  $H_2SO_4$

### 3. Виробництво добрив

**Мінеральними добривами** називають солі, які містять елементи, необхідні для нормального росту рослин (азот, фосфор, калій) і важливі для життєдіяльності мікроелементи (мідь, бор, марганець і ін.). Їх підрозділяють на прості (одинарні, однобічні, однокомпонентні) і комплексні. Прості мінеральні добрива містять тільки одні з головних елементів живлення. До них відносяться азотні, фосфорні, калійні добрива і мікродобрива. Комплексні добрива містять не менш двох головних живильних елементів. У свою чергу, комплексні мінеральні добрива поділяють на складні, складні-змішані і змішані.

За агрегатним станом. Усі добрива поділяються на рідинні та тверді.

**Сировина для виробництва мінеральних добрив** - природні мінерали (фосфатів, солей калію, атмосферний азот тощо), відходи хімічної та металургійної промисловості.

**Азотні добрива.** Виробництво азотних добрив базується на синтезі аміаку з молекулярного азоту і водню. Азот одержують з повітря, а водень із природного газу, нафтових і коксових газів. Азотні добрива уявляють собою білий чи жовтуватий кристалічний порошок (крім ціанаміду калію і рідких добрив), добре розчинні у воді, поглинаються чи слабо поглинаються ґрунтом. Тому азотні добрива легко вимиваються, що обмежує їхнє застосування восени як основне добриво. Більшість з них має високу гігроскопічність і вимагає особливого упакування і збереження. За випуском і використанням в сільському господарстві найголовніші з цієї групи - аміачна селітра і сечовина, що складають близько 60% всіх азотних добрив. Азотні добрива використовують під усі сільськогосподарські культури.

**Фосфорні добрива.** Фосфор - один з найважливіших елементів живлення рослин, тому що входить до складу білків. Якщо азот у ґрунті може поповнюватися фіксацією його з повітря, то фосфати - тільки внесенням у ґрунт у виді добрив.

**Головні джерела фосфору** - фосфорити, апатити, вівіаніти і відходи металургійної промисловості - томашлак, фосфат-шлак. Усі фосфорні добрива - аморфні речовини, білувато-сірого чи жовтуватого кольору. Основні з них - суперфосфат і фосфоритне борошно.

Фосфоритне борошно - тонко розмелений природний фосфорит, з'єднання якого важкодоступні рослинам. Це добриво застосовують на кислих підзолистих, торф'яних, сірих лісових ґрунтах, а також на деградованих і вилужених чорноземах і червоноземах.

**Калійні добрива.** Калій - необхідний елемент для рослин. В основному він

знаходиться в молодих зростаючих органах, клітинному соку рослин і сприяє швидкому нагромадженню вуглеводів.

Багато калійних добрив уявляють собою природні калійні солі, що використовуються в сільському господарстві в розмеленому виді. Значні розробки їх знаходяться в Західній Україні.

Калійні добрива підрозділяються на три групи:

1) Концентровані, що є продуктами заводської переробки калійних руд - хлористий калій, сірчаноокислий калій, калійно-магнієвий концентрат, сульфат калію-магнію (калімагнезія);

2) Сирі калійні солі, що являють собою розмелені природні калійні руди - каїніт, сильвініт;

3) Калійні солі, що одержані змішуванням сирих калійних солей з концентрованими, звичайно з хлористим калієм - 30-ти і 40%-ні калійні солі.

**Комплексні добрива.** їх підрозділяють **за складом**: подвійні (азотно-фосфорні, азотно-калійні, фосфорно-калійні) і потрійні (азотно-фосфорно-калійні); **за способом виробництва**: складні складно-змішані (комбіновані) і змішані добрива. До складних добрив промислового виробництва відносять (калієва селітра амофос, діамфос). їх одержують при хімічній взаємодії вихідних компонентів, складно-змішані (нітрофос, нітрофоска, нітроамо-фос, нітроамофоска, фосфорно-калійні, рідкі комплексні й ін.) - у єдиному технологічному процесі з простих чи складних добрив. Змішані добрива одержують змішуванням простих.

Складні і складно-змішані добрива характеризуються високою концентрацією живильних речовин, тому застосування таких добрив забезпечує значне скорочення витрат господарств на їхнє транспортування, змішування, збереження і внесення.

До числа недоліків комплексних добрив відноситься те, щі пропорції у вмісті NPK у них варіюють у незначних межах. Томе при внесенні, наприклад, необхідної кількості азоту, інших живильних елементів вноситься менше чи більше, ніж потрібно.

У незначній кількості застосовують і багатофункціональні добрива, що містять, крім основних живильних елементів, мікроелементи і біостимулятори, що специфічно впливають на ґрунт і рослини.

#### 4. ВИРОБНИЦТВО ПЛАСТМАС

**Пластмасами називають** матеріали, основу яких складають синтетичні чи природні високомолекулярні сполуки (високо-полімери), які здатні під впливом нагрівання та тиску формуватися і при охолодженні зберігати заздалегідь придбану форму. Пластмаси є найважливішим конструкційним матеріалом, вони широко застосовуються в народному господарстві, у тому числі у всіх галузях машинобудування і приладобудування, в будівництві, побуті, тощо.

Пластмаси за своїми властивостями дуже різноманітні, в тому числі високоміцні, напівпровідникові, струмопровідні, магнітні, фрікційні, антифрикційні та ін. Ці матеріали замінюють у ряді випадків метали, які здебільшого дорожчають. Крім того, багато пластмас є унікальними за своїми властивостями. В останні роки виробництво пластмас бурхливо розвивається.

Вихідним матеріалом при виготовленні пластичних мас, а також плівок, волокон, каучуків, клеїв, лаків і т.ін, є *полімери*.

**Загальні відомості про полімери.** Продукти з'єднання однакових молекул у вигляді повторюваних ланок називаються *полімерами*. Отже полімери складаються з

макромолекул, до яких входять від двох до декількох тисяч простих молекул.

У залежності від величини молекули змінюються властивості речовини. Наприклад, якщо молекула складається з двох елементарних ланок  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ , то речовина являє собою безбарвний газ (*етилен*). Якщо в молекулі 20 таких елементарних ланок, то утвориться рідина; якщо ланок буде 1500...2000, вийде еластичний гнучкий пластик — *поліетилен*, з якого роблять плівки, м'які труби; якщо ж число ланок збільшується до 5000...6000, то утвориться жорсткий, твердий поліетилен.

Змінюючи сполуку вихідних речовин і послідовність чергування атомів у ланцюгах, можна змінювати властивості полімерів і одержувати з них вироби пружні і гнучкі чи тверді. А саме від виду ланцюга полімеру залежать такі властивості, як розчинність, пластичність, здатність при нагріванні переходити у в'язкотекучий стан, адгезійна здатність.

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

Залежно від поведінки при нагріванні полімери поділяються на *термопластичні і термореактивні*.

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

Синтетичні полімери отримують *полімерізацією* або *поліконденсацією*.

**Полімерізація** — 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 полімерізації 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.

У виробництві пластмас використовуються наповнювачі, які сполуками поділяють на органічні і неорганічні, а за структурою — на волокнисті і зернисті (іноді порошкові).

У якості наповнювачів при виробництві пластмас застосовують деревне борошно, целюлозу, деревну шпону (тонкі аркуші), бавовняні очоси, бавовняні тканини, тканини із синтетичних волокон, органічні наповнювачі; азбестове волокно і тканину, скляне волокно, склотканину, коротко волокнистий азбест (як порошок наповнювач), каолін, слюду, кварцове борошно, тальк, вапно, кізельгур і інші — неорганічні наповнювачі.

Наповнювачі в складі пластмас поліпшують їхні механічні властивості, крім того, вони відносно дешеві, і відповідно знижують вартість виробів.

Органічні наповнювачі добре просочуються полімерами. Волокнисті наповнювачі укріплюють вироби на розривання і ударний вигин. Неорганічні порошкові наповнювачі поліпшують водостійкість, теплостійкість і твердість виробів, зменшують їхню шпаруватість, гігроскопічність.

✓ **Пластифікатори.** Пластифікатори, що додаються до термопластичних смол, знижують температуру їхнього розм'якшення, а це сприяє їхньому формуванню. Як пластифікатори застосовують найчастіше низькомолекулярні висококиплячі рідини: складні ефіри, хлоровані вуглеводи, тощо. При поглинанні пластифікаторів полімери набухають, при цьому молекулярні шари пластифікатора розташовуються навколо ланцюгових макромолекул і послабляють зв'язки між ними. Цим з'ясовується зниження температури розм'якшення і

твердіння полімеру, тобто переходу зі склоподібно-о стану в в'язкотекуче при нагріванні і навпаки при охолодженні.

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 вцілому. Наповнювачі лише надають виробу певних властивостей: колір, міцність, твердість, теплопровідність і т.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 (теплоізолятори);
- високі антифрикційні властивості (низький коефіцієнт тертя);
- можливість зміни властивостей у широкому діапазоні (за рахунок наповнювачів);
- простота формоутворення складних за формою заготовок при порівняно низьких температурах;
- відмінна оброблюваність різанням.

У багатьох випадках пластмаси можуть замінити метали, але прогнози 50-х років про те, що пластмаси майже повністю витіснять метали, не збулися через їх недоліки:

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

**Техніка і технологія виготовлення деталей з пластмас.** Специфічні фізичні і технологічні властивості полімерів визначають своєрідні методи їхньої переробки у виробі і напівфабрикати. Основними методами переробки полімерів є *екструзія, звичайне лиття, лиття під тиском, звичайне пресування, литьове пресування, вакуумне і пневматичне формування, вальцювання, спінювання, зварювання, гаряче напилювання, стругання в аркуші, а також обробка на верстатах зняттям стружки.*

Існує кілька методів виготовлення пластмасових виробів. Усі вони потребують спеціального дорогого оснащення. Розглянемо найбільш поширені методи.

**1. Лиття під тиском.** Це найпродуктивніший метод. Використовується у масовому виробництві. Виконується на спеціальних машинах, призначених для розплавлення матеріалу і подавання його під поршнем (тиск  $50-250\text{МПа}$ ) в закриті охолоджувану пресформу, при розкритті якої виріб автоматично виштовхується. Пресформа 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 пресформу.

**2. Пресування.** Пресування полягає в тому, що вихідний матеріал у вигляді гранул або волокон укладається у пресформу, підогріту до температури  $130-180^\circ\text{C}$ . Потім укладена маса стискається пуансоном на гідравлічних пресах зусиллям від 10 до 1000т. Пластмаса при цьому сплющується і стає однорідним матеріалом, який повністю заповнює порожнину пресформи. Після відходу пуансону деталь виштовхується, оскільки вона розігріта але тверда. Ливника у цьому випадку немає, тобто матеріал використовується

більш економно, ніж при виготовленні деталі литтям під тиском.

**3. Пневматичне формування.** Здійснюється на спеціальних машинах, які можуть утворювати повітряний тиск або вакуум. Застосовується для виготовлення деталей із листового матеріалу, який підіргівають до пластичного стану. Товщина листа 1,5-4 мм. Підогрів матеріалу теж здійснює машина. Формування заготовки відбувається в пресформі під дією стислого повітря. Після формування заготовку обрізають по контуру у обрізному штампі під пресом. Отже у цьому випадку окрім пресформи необхіден ще й штамп.

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

У якості армуючого наповнювача застосовують найчастіше склотканину і скловолокно, у якості сполучника — фенольні, епоксидні і насичені поліефірні смоли.

Окрім перелічених методів із листової пластмаси товщиною до 6,5 мм можна одержувати заготовки штампуванням, гнуттям, пробиванням, відбортуванням 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.

Лиття під тиском і пресування дозволяють виготовляти заготовки, армовані металевими елементами, які підвищують міцність деталей, але пресформа і технологія при цьому ускладнюється.

## 7. Виробництво хімічних волокон.

**Загальні відомості про волокна та їх властивості.** Волокнами називаються еластичні тіла, довжина яких в багато разів перевищує розмір їх поперчного перерізу.

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).

Натуральні органічні волокна використовують у легкій промисловості для виготовлення тканин, а потім одягу. Неорганічні волокна (азбест) використовують у технічних цілях.

Хімічні волокна мають ряд суттєвих переваг над натуральними:

- виробництво хімічних волокон потребує значно менше затрат праці;
- виробництво хімічних волокон не залежить від природних, географічних і кліматичних умов і може швидко нарощувати свої потужності.

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.

Волокна мають такі показники якості: лінійна щільність; міцність на розрив; крутка ниток; подовження в сухому і мокрому стані; еластичність; гігроскопічність, стійкість проти стирання; стійкість до високих і низьких температур; стійкість до світла; хімічна стійкість та інші спеціальні якості.

Але найважливішою характеристикою волокон є міцність на розрив. Це довжина, при якій волокно розривається від своєї ваги. Ось показники міцності деяких волоко:



шерсть – 12 км, бавовна – 35 км, віскоза – 40 км, капрон і нейлон – 72 км.

Синтетичні волокна найбільш дешеві. При їх виготовленні відсутнє прядильне виробництво.

Наведемо трудомісткість виготовлення 1 т 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.

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 нерозчинюваних часток та бульбашок повітря. На цій стадії відбувається також забарвлення розчинів та розплавів.

**Третя стадія** – формування волокна. Це основна і найбільш відпові-дальна 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 мікромолекул. Часто для підвищення ступеню орієнтації молекул ще не зовсім затверділі волокна піддають витягуванню шляхом багаторазового перемотування при певному натяжінні.

Існує два способи формування волокна: мокрий і сухий.

Мокрий спосіб використовується у випадку прядіння волокна із розчину, який подається прядильним насосом, проходить через фільтр, продавлю-ється через отвори філь'єри і потрапляє в розчин, що знаходиться в осадовій ванні. Далі утворені нитки намотуються на бабину.

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°C 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.

## 8. ВИРОБНИЦТВО КАУЧУКУ І ГУМИ

**Загальні відомості.** Каучуки і гуми – це полімери. Їх молекули налічують десятки 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% (у 10 разів). Після зняття розтягуючої сили, молекули скручуються і виріб знову набуває первісної форми.

Каучуки і гуми нашли дуже широке застосування у промисловості. Сучасна

гумовотехнічна промисловість виготовляє з гуми приблизно 40 тисяч найменувань виробів.

Найбільш поширена галузь гумового виробництва – шинне виробництво. 2/3 каучуку йде на виготовлення шин. Окрім шин з гуми виготовляють транспортувальні стрічки, привідні ремені, муфти зчеплення, баки, трубопроводи, шланги, ущільнювачі. А ще – гумо-технічні вироби, сантехніку, штучну шкіру, деякі будівельні матеріали, дорожні покриття, облицювальні матеріали для меблів, матраців, сидінь, кабелів, взуття, спецодяг, паперу, клеї, фарби тощо.

Каучуки бувають натуральні і синтетичні.

**Натуральний каучук.** Натуральний каучук (НК) виготовляють із латексу – молочного соку дерева гевеї, яке росте в Бразилії, В'єтнамі, Індонезії та на Цейлоні.

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 сорту гуми вводять 2-3%, в еластичні – до 8% сірки. Якщо кількість сірки перевищує 15 %, то отримують твердий матеріал – ебоніт, який використовується як ізолятор.

Натурального каучуку у світі дуже мало. Його недостатньо, щоб задовольнити і трьох відсотків потреб промисловості. Тому величезне значення для усього людства мало відкриття у 1932 році синтетичного каучуку (академік Лебедев).

**Синтетичний каучук.** Синтетичний каучук (СК) – це високополімерний матеріал, який отримують із етилового спирту або з нафтопродуктів – етилену, пропилену, бутілену, бензолу. В наш час уже відпрацьовані технології отримання каучуку із газових продуктів – ацетилену, бутану, пентану, ізобутану. Найбільш дешеві каучуки саме ті, які виробляють з газу. Вони у 2-3 рази дешевші ніж ті, які свого часу отримав Лебедев із етилового спирту.

Виробництво синтетичних каучуків складається із двох стадій: отримання мономера і отримання полімеру.

Усі каучуки поділяються на каучуки загального і спеціального призначення.

Каучуки у чистому вигляді майже ніде не використовуються. Вони є сировиною для виготовлення гуми.

**Різновиди гуми.** Згідно з загальноприйнятою класифікацією гумотехнічна галузь промисловості випускає такі види гуми:

- загального призначення (температура експлуатації  $-50...+150^{\circ}\text{C}$  - шини автомобільні, взуття, ремені, амортизатори);
- термостійкі (температура експлуатації більше  $150^{\circ}\text{C}$  - шини літаків, деталі ракет, електродвигунів);
- морозостійкі (деталі, що постійно працюють при мінусовій температурі);
- маслостійкі (для деталей, які працюють з дотиком до бензину, керосину, нафти та нафтопродуктів);
- хімічностійкі (для деталей, які працюють з дотиком до луг, кислот, солей);
- газонаповнені (для теплоізоляційних деталей);
- радіостійкі (рентгенгума);
- діелектричні (ізоляція кабелю, захисні килимки, рукавиці, чоботи).

Той чи інший вид гуми отримують в основному за рахунок відповідних інгредієнтів, а також за рахунок технологічних особливостей.

**Технологія виготовлення гумових виробів.** Гумові вироби виготовляють із гумових сумішей. Гумові суміші отримують шляхом змішування каучуків з інгредієнтами.

У якості інгредієнтів використовують різні наповнювачі, пластифікатори, прискорювачі пластифікації, вулканізатори, прискорювачі вулканізації, фарбники.

Конкретно – це 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.

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 пресформах для штучних виробів);
- вулканізація – завершальна і дуже відповідальна операція, яка може відбуватися в пресах, котлах і автоклавах при температурі **130-160°C** і тиску **18-20 МПа**, але може відбуватись і при тиску **3-6 МПа**.

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

**Наповнювачі** підвищують твердість і міцність гумових виробів. До них відносяться сажа, окис цинку, крейда, каолін і ін., а також рукавні тканини, кордові тканини (бавовняні, віскозні, капронові, найлонові), застосовується також корд зі сталевих дротиків.

Для виготовлення м'якої гуми (автомобільні камери, м'ячі й ін.) у каучук вводиться (1...3)% сірки; при вмісті сірки (4...7)% виходить тверда гумма.

**Протистарителі** (парафін, вазелін і ін.) уповільнюють процес окислювання каучуку, підвищують стійкість і подовжують терміни служби гумових виробів.

## ЛЕКЦІЯ 8. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА ДЕЯКИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### План

1. Загальні відомості про будівельну індустрію.
2. Види будівельних матеріалів.
3. Технології виробництва керамічних виробів.
4. Зв'язувальні будівельні речовини, технології їх виробництва.
5. Технології виробництва скла.
6. Металеві матеріали і конструкції.

### 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДІВЕЛЬНУ ІНДУСТРІЮ.

Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування всієї системи господарювання в країні. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити наступним чином:

капітальне будівництво, напевне, як ніяка інша галузь економіки, створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох галузей народного господарства. Економічний ефект від розвитку цієї галузі полягає у мультиплікаційному ефекті коштів, вкладених у будівництво. Адже з розвитком будівельної галузі розвиваються: виробництво будівельних матеріалів і відповідного обладнання, машинобудівна галузь, металургія і металообробка, нафтохімія, виробництво скла, деревообробна і фарфоро-фаянсова промисловість, транспорт, енергетика тощо. І, вочевидь, як ніяка інша галузь економіки, будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і ремонтних роботах, на виробництві та встановленні вбудованих меблів і т. ін.

Отже, розвиток будівельної галузі неминуче викликає економічне зростання у країні і виникнення необхідних умов для вирішення багатьох соціальних проблем. Але на сучасному етапі її розвитку говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі не є можливим. Якщо на регіональному рівні чітко простежується тенденція верховенства будівельних організацій центральних районів та великих міст-мільйонерів у зв'язку з їх значними потужностями і інвестиційною привабливістю, то на глобальному рівні будівельна галузь України програє через брак необхідних фінансових та організаційних перетворень.

Сьогодні в Україні будівництво перебуває в стані незначного зростання: основні фонди зношені, у середньому на одну родину вони втричі менші, ніж в Росії, і вчетверо — ніж у Литві.

Нині на ринку будівельних робіт працює близько семи тисяч будівельних організацій, в яких зайнято 764 тис. працівників,

46 % будівельних організацій об'єднані в корпорації та концерни, інші працюють на ринку самостійно, 86,4 % підрядних організацій мають недержавну форму власності.

У даний час і в найближчій перспективі (10—15 років) будівництво нових виробничих об'єктів буде вестися в незначних обсягах. Основними пріоритетами структурної реорганізації промислового будівництва буде розширення, реконструкція, перепрофілювання і технічне переоснащення існуючих промислових об'єктів. На жаль, сьогодні не приділяється належної уваги промислому будівництву через підвищення витрат на соціальну сферу, обсяг бюджетних інвестицій у капітальне будівництво зменшився.

Зберігається тенденція скорочення обсягів будівництва житла державними підприємствами та організаціями. У цілому по Україні їх питома вага становить 16,7 %.

Окрім колективи в останні роки суттєво нарощують обсяги робіт. Перш за все це ХК «Київміськбуд», ПТ «Познякижилбуд», концерн «Укрмонолітспецбуд» та ЗАТ «Аеробуд» корпорації «Укрбуд», АТ «Консоль» (АР Крим).

Досить складна ситуація спостерігається у незавершеному будівництві.

За даними обстеження Держкомстату, у 2000 році у незавершеному будівництві за всіма формами власності налічувалося 2,2 тис. будов та 12,4 тис. окремих об'єктів виробничого і 23,4 тис. об'єктів невиробничого призначення (за винятком об'єктів індивідуального житлового будівництва). На жаль, на сьогодні ситуація щодо незавершеного будівництва залишається складною.

Більше двох третин будов та окремих об'єктів незавершеного будівництва тимчасово припинені або законсервовані.

Близько половини тимчасово припинених або законсервованих будов та об'єктів мають досить високий рівень будівельної готовності, а в деяких випадках будівництво припинено на майже закінчених будовах та об'єктах.

Через відсутність фінансування не будується 95 % будов та 96 % об'єктів, а решта — через невідповідність проекту екологічним вимогам, відсутність сировини для

виробництва запроектованої до випуску продукції, не укладання контрактів тощо.

Отже, виходячи з вищенаведених даних щодо стану будівельної галузі, можна окреслити коло таких проблем:

- Недостатні джерела фінансування будівництва (значне скорочення обсягів державних централізованих капітальних вкладень, зменшення інвестиційних можливостей домінуючої частини суб'єктів господарювання, низький життєвий рівень значної кількості населення).
- Високий ступінь зносу основних фондів, їх занедбаність через відсутність інвестиційної привабливості.
- Практична ліквідація великих будівельних підрозділів, здатних виконувати багатомільйонні проекти (неможливість конкурувати з такими крупними структурами, як французькі компанії «ШМЕ8 ОТМ» чи «В0ЦУОШ8»).
- Недосконала система ціноутворення.
- Бюрократичні перешкоди на шляху реалізації інвестиційних проектів.
- Відсутність рівних правових умов діяльності для всіх учасників інвестиційного процесу.
- Недосконала система механізмів нормативно-правового регулювання економічних, соціальних і правових відносин у житловій сфері (наприклад, законодавчо врегульованого механізму майнової відповідальності за порушення умов договору підряду).

Але першочерговою проблемою, яка постає перед будівельною галуззю на даному етапі, є питання створення сприятливого інвестиційного клімату в Україні, реальних фінансово-кредитних механізмів для стимулювання промислового та житлового будівництва з метою підвищення конкурентоспроможності галузі через те, що ринкові умови господарювання вимагають формування нових засад взаємовідносин учасників інвестиційного процесу у капітальному будівництві.

На сьогодні існує кілька можливих способів залучення ресурсів для кредитування будівництва і придбання житла. Джерелами цих ресурсів зокрема можуть виступати:

- фінансові інвестори;
- населення, яке потребує поліпшення житлових умов;
- підприємства, що бажають вирішити житлові проблеми своїх співробітників;
- державні органи управління і місцеві адміністрації.

Будівельна індустрія – це індустрія монтажу будівельних виробів і конструкцій, які виготовляються на спеціалізованих підприємствах. Отже будівельна індустрія поділяється на дві стадії: виробництво будівельних матеріалів і виробів і безпосередньо будівництво.

## **2. ВИДИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.**

Усі будівельні матеріали поділяються на природні і штучні. При цьому природні матеріали можуть бути як у вигляді матеріалів (цемент), так і у вигляді конкретних виробів (бетонна балка, цегла, черепиця, шифер, металоконструкція).

**Природні будівельні матеріали.** До природних будівельних матеріалів належать деревина, каміння, глина, пісок тощо.

За походженням природні будівельні матеріали поділяють на рослинні та мінеральні.

**1. Рослинні будівельні матеріали.** До них належить деревина, солома, очерет тощо. У будівництві, в основному, використовують деревину хвойних порід: сосну, ялину, модрина, ялицю тощо. Із листяних порід використовують дуб, бук, ясен та інші менш цінні породи дерев. З деревини виготовляють колоди, бруси, дошки тощо.

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

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 – бруски та дошки. Дошки поділяються на обрізані, необрізані і горбилі.

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

Природні неорганічні матеріали при необхідності проходять операцію подрібнення, грохочення та сортування.

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

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

*Саман* (тюрк. - солома) - це стіновий будівельний матеріал, його виготовляють із суміші глини, соломи, піску та інших речовин.

Саман може бути монолітним або у вигляді цеглин, з яких, після висихання на повітрі, кладуть стіни будинків.

*Будівельні розчини* виготовляють з глини, піску, вапна, цементу, води тощо у відповідному співвідношенні. їх використовують для зв'язування цегли, каменів, для тинькування та білення стін тощо.

*Бетон* виготовляють із суміші зв'язувальної речовини (цементу), води і різних наповнювачів (піску, гравію або щебеню). Бетони використовують для виготовлення монолітних будівель і споруд.

*Залізобетон* - це поєднання сталевих арматур і бетону. Для підвищення міцності бетону його армують сталевими стрижнями, сіткою або каркасом.

Сталеві стрижні, сітку тощо називають *арматурою*.

Залізо-бетони використовують для виготовлення монолітних або збірних будівель і споруд.

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

### 3. Технології виробництва керамічних виробів.

Сюди належать такі штучні матеріали як цегла, керамічні блоки, черепиця, керамічні каналізаційні труби, унітази, раковини та ін.

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

Недолік – неможливість виготовлення деталей великих розмірів. Наприклад,

розміри звичайної червоної цеглини 250x120x65, полуторної 250x120x88 мм. Маса – 2,75-3 кг.

**Цегла.** На підприємствах промисловості будівельних матеріалів виробляють кілька видів цегли: червону будівельну, вогнетривку, кислото- та лугостійку тощо. Ці види цегли мають різне призначення. За міцністю цегла поділяється на такі марки: 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300.

Вогнетривкою цеглою футерують печі, ковші та інші металургійні агрегати. Луго- та кислотостійкі цегли використовують для футерування апаратів та агрегатів хімічної промисловості.

2. **Плитки.** Виробляють плитки з поливою і без поливи. Плитками лицюють зовнішні та внутрішні стіни будівель, викладають підлогу.

3. **Черепиця.** Черепицею покривають будівлі.

4. **Тонка кераміка.** До неї належать порцелянові та фаянсові вироби.

5. **Керамічні труби** – для будівлі каналізаційних мереж.

6. **Унітази і раковини** – у житловому та промисловому будівництві.

**Технології виробництва керамічних виробів.** Виготовлення керамічних виробів - тривалий процес. Він складається з таких стадій:

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

2. *Формування виробів.* Здійснюють це по-різному залежно від способу формування. При виготовленні керамічних виробів використовують пластичний, напівсухий та сухий способи формування. У ході **пластичного** формування виробів подрібнені компоненти сировини змішують, зволожують і розмішують до вигляду тіста.

Для **напівсухого** формування компоненти сировини підсушують до вологості, що становить 8 - 16 %, а для **сухого** - до повного зневоднення вологи. У сучасних способах формування вміст вологи у глиняній масі становить 4- 40 %. Вироби формують на формувальних пресах (механічних або гідравлічних). Тонку та спеціальну кераміку формують литтям (глиняну масу заливають у спеціальні форми).

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

4. *Випалювання.* Це - найважливіша складова технології виготовлення керамічних виробів. Під час випалювання відбуваються складні фізико-хімічні процеси, внаслідок яких глиняна маса перетворюється на монолітний твердий черепок. Випалювання проводять за різних температур. Вибір температури випалювання залежить від виду керамічних виробів. Так, будівельну цеглу випалюють за температури 1050-1100°C, вогнетривку - за температури > 1350°C.

Керамічні вироби випалюють у печах періодичної або безперервної дії. Найчастіше використовують тунельні та кільцеві печі безперервної дії. Довжина тунельної печі 100 м, усередині її прокладено вузькоколіяку, по якій рухаються вагонетки з виробами. Внутрішню частину печі поділено на три зони: нагрівання, випалювання й охолодження. Сировинні (вагонетки з виробами) і теплові потоки (димові гази, які утворились під час згоряння палива) рухаються назустріч один одному. Під час зустрічі димові гази віддають теплоту виробам і по спеціальних каналах виходять із печі.

5. *Охолодження.* Випалені вироби охолоджують спочатку в печі (в охолодній зоні), а потім на повітрі.

На деякі вироби наносять рисунок або поливу.

Далі слід зупинитися на розгляді **технології виробництва червоної будівельної цегли**

#### 4. Зв'язувальні будівельні речовини, технології їх виробництва.

В'язучі матеріали за походженням бувають мінеральними і органічними.

**Мінеральні** – це порошкові неорганічні речовини, які у суміші з водою утворюють в'язкопластичне тісто, що з часом затвердіє, втрачаючи пластичність.

Сюди належить вапно, рідинне скло, глина, силікатний клей, замазки - що затвердіють на повітрі і ті, що затвердівають на повітрі і в воді - це цемент, який виготовляють на основі портландцементного клінкеру або глиземного 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 хвилин починає схвачуватись (затвердівати). Повне затвердіння настає через 12 годин. Після цього цемент продовжує набирати міцність ще 28 днів. При чому міцність зростає при поливанні водою.

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

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

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

Технологія виготовлення портландцементу складається з трьох основних стадій:

1. Підготовки вапняку, глини, а потім їх суміші;
2. Випалювання суміші для отримання цементного клінкеру;
3. Подрібнення цементного клінкеру на порошок і додавання добавок.

**Підготовка сировини** до випалювання проводять двома способами: сухим і мокрим. Відповідно способи виробництва портландцементу поділяють на *сухий і мокрий*.

У ході *сухого способу* сировину (вапняк та глину) вологістю до 10% після попереднього подрібнення на вальцях решетують на решетах і розмелюють у кульових млинах. Отримані порошки ретельно перемішують у змішувачі і після відстоювання у відстійниках для вирівнювання хімічного складу подають у піч для випалювання.

У ході *мокрого способу* подрібнену глину (3-5 мм) перемішують із водою в залізобетонних резервуарах для отримання суспензії. Глиняну суспензію та подрібнений вапняк (3-5 мм) подають у трубний млин, де за допомогою сталевих куль суміш розмелюють і перемішують. Трубові млини безперервної дії. Розмелена суміш надходить до відстійника для відстоювання (вирівнювання хімічного складу суміші). Після відстоювання суміш подають до печі для випалювання.

*Випалюють вапняково-глиняні суміші в обертових печах безперервної дії.*

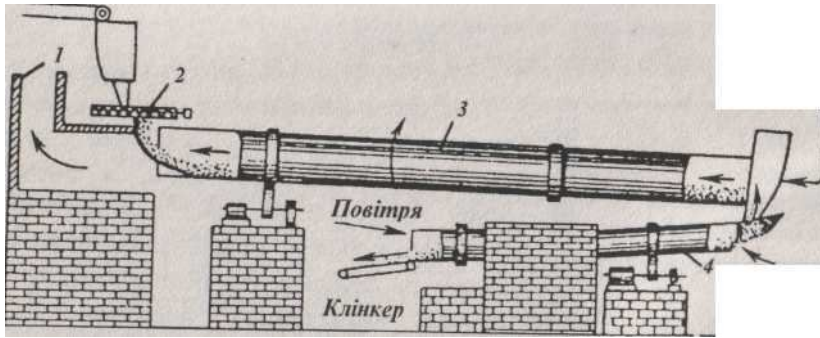
**Паливо**

**на розмелювання**

Рис. 105. Схема обертової печі для випалювання цементного клінкеру: 1- димохід; 2- шнек; 3- піч; 4- холодильник



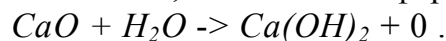
Довжина печей - 95, 185, 230 м, діаметр - 5-7 м. Піч встановлена з невеликим нахилом і обертається зі швидкістю **0,016 с**.



Сировину подають у трохи підняту частину печі, паливо спалюють в опущеній частині печі. Газові речовини, які утворилися у процесі горіння палива, і випалювальна вапняково-глиняна суміш рухаються назустріч одна одній. Під час зустрічі цих потоків спочатку випаровується полога і висушується сировина. Потім розкладаються гідрати, карбонати й утворюються оксиди. Ці реакції відбуваються в зоні печі, нагрітій до температури 700-1100°C. За цих умов вапняк розкладається.

У тій самій зоні печі глинисті мінерали розкладаються на оксиди  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , які вступають у реакцію з  $CaO$  за температур 1100-1300°C і утворюються мінерали:  $2CaO \cdot SiO_2$ ,  $3CaO \cdot Al_2O_3$ ,  $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$  - I, нарешті, за температури 1300-1450°C утворюється основний мінерал майбутнього цементу - *алім* ( $3CaO \cdot SiO_2$ ).

У процесі спікання мінералів утворюється *клинкер* у вигляді кульок розміром 15 мм, які викочуються з печі в її опущеній частині і надходять до холодильника для охолодження, а звідти - на склад для вилежування. На складі клинкер вилежується протягом двох тижнів. За цей час надвишок вапна ( $CaO$ ), яке міститься в клинкері, гаситься вологою, яка є в атмосфері складу:



У процесі гасіння виділяється велика кількість теплоти ( $O$ ), клинкер стає рихлим, що полегшує його розмелювання.

Розмелюють клинкер разом з допоміжною сировиною в кульових млинах. Готовий портландцемент зсипають у залізобетонні силоси-сховища для охолодження. Потім його фасують у тару. Транспортують цемент у закритій тарі, зберігають у сухих складах.

Необхідно пам'ятати, що активність цементу з часом зменшується. Так, за три місяці зберігання вона зменшується майже на 20%, за півроку - на 30%, за рік - на 40%.

Затрати на сировину становлять 25% собівартості цементу. Використання відходів і побічної продукції промислових підприємств (жухелиці, шлаків тощо) зменшує собівартість цементу на 35-40%.

Виробництво цементу енергомістке. На виготовлення 1 т цементу витрачається 240 кг твердого палива. 40% електроенергії, яку витрачають на цементному заводі, йде на розмелювання клинкеру.

**Силікатні (автоклавні) матеріали.** До силікатних матеріалів належить силікатний бетон і силікатна цегла. Силікатну масу виготовляють шляхом перемішування вапна, кварцевого піску і води шляхом формування з наступною термічною обробкою в автоклавах при температурі 175 - 200°C 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.

Силікатну цеглу виготовляють двома способами: барабанним і силосним.

Силікатна цегла (біла) дешевша керамічної (червоної). Але показники водостійкості і морозостійкості у силікатної цегли нижчі, ніж у керамічної. Окрім того, силікатна цегла менш довговічна, особливо у вологому середовищі.

**Азбоцементні матеріали.** *Азбоцемент* – це цемент, зміцнений азбестовим волокном. Він легкий, вогнестійкий, атмосферостійкий, легко формується. Міцність – вища ніж у бетону.

Вироби із азбоцементу: труби, плити, шифер. Виробництво цих виробів дозволяє економити метали. Окрім того вироби з азбоцементу дешевші ніж вироби із металу і більш довговічні. Останнє особливо торкається труб.

## 5. Технології виробництва скла.

Скло виготовляють на скловарних заводах із спеціальних кварцових пісків.

Технологія скловаріння складається з 5-ти стадій: шлакоутворення, склоутворення, просвітлення, виготовлення виробу і вистигання. Продукцією скловарних заводів є: скло віконне та вітринне, склоблоки, склопакети, склопрофіліти, плитки облицювальні, скловолокно, піноскло, труби, хімічний та побутовий посуд.

Позитивні якості скла: прозорість, хімічна стійкість, висока міцність при стисканні, низька теплопровідність.

Останнім часом набули широкої популярності склометалеві 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.

Негативні якості скла: низька міцність при згинанні.

Основні процеси виготовлення скляних виробів складаються з таких операцій:

1. Сирі матеріали подрібнюються, просіюються та змішуються у визначених для кожного сорту скла вагових співвідношеннях.
2. Ця суміш (шихта) засипається у спеціальні скловарні печі і при високій (близько 1450) піддається плавленню.
3. Отримана розплавлена скломаса, очищена від сторонніх домішок, набуває в'язкості при певній температурі,
4. виготовлення виробів. Виготовлення скла відбувається або за допомогою склоробних машин, або за ручним способом.
5. Охолодження виробів. Здійснюється в спеціальних охолоджуючих печах. Завдяки цьому вони стають стійкими до змінення температури і менш крихкими. Після охолодження деякі вироби і снові для використання, інші ж підлягають хімічній та механічній обробці.

**Основними сирими матеріалами для скла є** кварцовий пісок з високим вмістом кремнезему, кальцинована сода, сульфат, поташ, крейда, вапняний камінь, доломіт, доломітові вапняки. Для того, щоб надати склу спеціальних якостей додають окис свинцю, окис цинку, барит або вуглекислий барій, фосфорну кислоту або її солі.

Для отримання фарбованого скла використовують марганець, хром, кобальт, мідь, золото та ін., а також деякі рідкі елементи.

Для освітлення скломаси до шихти домішують селітру, кухонну сіль, а також миш'як. Для отримання непрозорого, так званого молочного скла у шихту домішують кріоліт, фтористий натрій, або кальцій і деякі інші матеріали.

Приблизне співвідношення сирих матеріалів для отримання віконного скла при

машинному виробництві таке: пісок — 100 вагових частин, сода — 36, сульфат — 4, крейда — 25 вагових частин.

*Скловаріння.* Конструкції скловарних печей досить різноманітні. Печі бувають періодично та безперервно працюючі.

До перших відносяться так звані горщиківі печі. Кількість скловарних горщиків, які встановлені у таких печах коливається від 1 до 16, при місткості горщика від 0,1 до 1 тонни рідкої скломаси. У періодично працюючих печах процес плавлення шихт постійно чергується з процесом вироблення продукції.

У безперервно працюючих печах плавлення шихти, очищення скломаси та вироблення продукції відбувається одночасно та безперервно. Басейни таких ванних печей за об'ємом дуже різноманітні. Об'єм середньої печі у Європі складає 200 квадратних метрів, з добовою продуктивністю (55...65) тонн.

Опалення скловарних печей здійснюють за допомогою генераторного газу (отриманого з торфу, вугілля та дров), а також нафтою. Зараз плавлення скла здійснюють в електричних печах.

## **6. Металеві матеріали і конструкції.**

Сучасне будівництво широко застосовує у якості матеріалів різні метали. Так біля 20 % чорних металів і 4% кольорових металів використовується при виготовленні залізобетонних конструкцій (арматура) та металевих конструкцій та споруд (металеві мости, металеві кріплення \тоне лей, лінії електромереж, залізниці та інше). Серед чорних металів найбільше поширення у будівництві набули мало вуглецеві конструкційні сталі, які мають гарну зварюваність. Іноді застосовують також високо вуглецеві сталі (рельси).

Особливого значення останнім часом набули кольорові метали при виготовленні житлових та адміністративних будівель, які розташовані в зонах з теплим кліматом. Це так звані скло металеві будівлі, які в 2-3 рази легші за традиційні цегляні та бетонні будівлі і потребують набагато менших витрат на спорудження фундаментів. Серед кольорових металів найчастіше застосовують прокатні профілі з алюмінію, міді, та латуні.

## **7. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ОСНОВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ РОБ**

До основних будівельних робіт відносяться земляні, кам'яні, бетонні і монтажні.

*Земляні роботи* пов'язані з розробкою, переміщенням ґрунтів. Розробку ґрунту ведуть механічним, гідромеханічним, вибуховим або комбінованим способами. При механічному способі ґрунти розробляють екскаваторами (одно- або багатоковшовими) і землерийно-транспортними машинами (скреперами, бульдозерами, грейдерами). Більше 80% обсягу земельних робіт виконуються за допомогою таких способів.

Гідромеханічний спосіб розробки полягає в руйнації земляного шару струменем води з гідромоніторної установки, а пульпа, що утворюється, відсмоктується землесосним снарядом і по напірних проводах транспортується у відвал. Цей засіб доцільний при ґрунтах, що легко розмиваються, і наявності джерела води.

Вибуховий спосіб розробки полягає в руйнації земляного матеріалу і переміщенні зруйнованої породи за рахунок енергії вибуху. Цей спосіб застосовується при устрої котлованів і траншей у скельних і мерзлих ґрунтах, при руйнації старих будинків і споруджень.

*Кам'яні роботи* ведуть при влаштуванні фундаментів, стін і т.п. В залежності від матеріалів кам'яні кладки розділяють на бутову (з природних каменів неправильної форми), тесову (із природних саманних або пиляних каменів), цегельну (із глиняної або

силікатної цегли), дрібноблочну (із дрібних керамічних і бетонних блоків), облочну (із крупних керамічних і бетонних блоків). Кладку ведуть рядами, зв'язуючи камені розчином. Зазори з суміжними каменями, заповнені розчином, називають швами, процес кладки складається з основних операцій (подача, розкладка каменів, розрівнювання розчину, укладка каменів) і допоміжних (установка порядовок - рейок із різноманітними по висоті мітками кладки, причалок - шнура між двома порядовками, переливання розчину, перевірка правильності кладки за рівнем і відвісом). Кам'яну кладку виконує ланка мулярів (2-6 чол.) або бригада (при великому фронті робіт).

*Бетонні роботи* проводяться при влаштуванні бетонних і залізобетонних (збірних і монолітних) конструкцій. Процес зведення будинків і споруджень із монолітного залізобетону складається з взаємозалежних заготівельних (виготовлення опалубки, арматурних каркасів, готування бетонної суміші) і будівельних процесів (установка опалубки, монтаж арматури, транспортування, укладка й ущільнення бетонної суміші, догляд за бетоном, розбирання опалубки). Опалубка (форма) повинна відповідати проектним обрисам фундаменту, що бетонується. Вона буває дерев'яною, металевою, дерев'яно-металічною, залізобетонною й ін. За конструктивно-функціональними ознаками опалубку розділяють на розбірно-переставну, підйомно-переставну, блоки-форми, невилучну.

*Арматурні виробы* (сітки, плоскі і просторові каркаси) виготовляють на спеціалізованих заводах або в арматурних цехах заводів збірного залізобетону і збирають у каркаси безпосередньо на будівельному майданчику, а потім за допомогою кранів встановлюють у конструкцію. Бетонну суміш виготовляють на бетонних заводах, транспортують до місця укладки автосамоскидами або автобетоновозами і вивантажують безпосередньо на місце укладки або в особливих пристосуваннях (бадді), що подаються кранами до місця укладання. В даний час для подачі бетону до місця укладки застосовують бетононасоси.

Ущільнення бетонної суміші виконується шарами шланговими вібраторами протягом 30-40 с до появи на поверхні цементного молока. Забетоновану конструкцію необхідно якийсь час охороняти від впливу вітру і прямих сонячних променів, укривати мішковиною, тирсою, систематично поливати, підтримуючи поверхню вологою.

*Монтажні роботи* - це індустріальний механізований комплексний процес зведення будинків і споруджень із готових бетонних, залізобетонних, азбестоцементних, дерев'яних, металевих конструкцій, блоків або об'ємних елементів. Удосконалення монтажних процесів пов'язано з застосуванням нових прогресивних конструкцій (трьохшарових стінових і покрівельних, сталевих і алюмінієвих панелей з ефективними утеплювачами, трубчастих конструкційних покриттів, нових синтетичних герметиків для замазування стиків), а також із підвищенням рівня їхньої технологічності.

Технологічний процес монтажу будинків і споруджень складається з транспортних (доставка і завантаження, складування конструкцій), підготовчих (перевірка якості конструкцій, такелажних засобів і пристосувань, збільшувальне складання конструкцій і підготування їх до монтажу) і власне монтажних процесів (строповка, підйом, установка, закріплення конструкцій і замазування стиків). Засоби монтажу залежать від проектних рішень, типу і вантажопідйомності монтажних машин і ступеня технологічності будівельних конструкцій.

Розрізняють такі засоби монтажу: дрібноелементний (конструкцію збирають з окремих елементів); поелементний (складання ведуть із конструктивних елементів); блоковий (складання ведуть із плоских і просторових блоків). Широке застосування одержали засоби блокового і поелементного монтажу.

Устаткування для монтажних робіт підрозділяють на такелажне (стропи, траверси й інші захватні пристосування, талі, домкрани; лебідки) і кранове (баштові, козлові, стрілові, самохідні і інші.).

## **Тема 7. Перспективи розвитку технологічних процесів. Нові прогресивні технології. Нанотехнології.**

### **План**

1. Перспективи розвитку технологічних процесів.
2. Нові прогресивні технології.
3. Нанотехнології.

### **1. Перспективи розвитку технологічних процесів.**

Сучасні досягнення науки, рівень розвитку техніки і створення принципово нових її зразків забезпечують можливість розробки і широкого впровадження у виробництво найновіших технологій: електронно-променевих, плазмових, імпульсних, біологічних, радіаційних, мембранних, хімічних тощо. Такі технології дають можливість багаторазово підвищити продуктивність праці, підняти ефективність використання ресурсів і знизити енерго- і матеріалоемність виробництва.

У розвитку сучасних технологій і на перспективу серед великої їх різноманітності виділяють чотири основних напрями.

*Перший напрям* передбачає повсюдний перехід від періодичних до безперервних технологічних процесів.

Як відомо, періодичні процеси характеризуються надмірними матеріало-, енерго- і трудовитратами, простоями або періодичним зниженням продуктивності обладнання, вони також погано пристосовані для комплексної автоматизації та застосування ЕОМ. Ось чому поступова ліквідація періодичних процесів із заміною їх безперервними - головна тенденція в удосконаленні технології сучасного промислового виробництва.

Характерними прикладами безперервних процесів є розливання сталі, видалення соку з цукрових буряків, варіння целюлози та напівцелюлози тощо.

*Другим напрямом* розвитку технологічних процесів є застосування замкнених циркуляційних схем і перехід до безвідходної технології, яка забезпечує комплексне використання сировини.

Замкнені циркуляційні процеси і побудовані на них технологічні схеми уможливають повторне використання сировини, допоміжних матеріалів та енергії. Наприклад, відходи переробки термопластичних полімерів, брухт і стружка металів унаслідок повторної переплавки перетворюються на вихідні промислові матеріали; відходи деревообробної промисловості можуть стати як технологічною сировиною, так і основною для створення конструкційних матеріалів; відпрацьовані мастила після регенерації стають високоякісними.

*Третім напрямом* розвитку технологічних процесів є освоєння нових методів дії на речовини і матеріали за рахунок застосування нейтронного і лазерного опромінювання, надвисоких температур і тисків, дії плазми тощо. Результатом цього може стати отримання нових матеріалів із наперед заданими властивостями, які раніше були недосяжними.

*Четвертий напрям* передбачає заміну багатостадійних і енергоємних процесів одностадійними. Це один зі шляхів створення малоопераційної технології, яка забезпечує

економію ресурсів виробництва. До нових методів такої технології належить, наприклад, прогресивний спосіб видобування металу з руд, який виключає доменний процес.

## 2. Новітні прогресивні технології

Досягнення сучасної науки сприяли появі багатьох прогресивних технологій, покликаних суттєво вплинути на ефективність багатьох галузей виробництва. До найбільш вагомих із них відносять технології, які, володіючи сукупністю основних ознак (наукоємність, системність, фізичне і математичне моделювання з метою структурно-параметричної оптимізації, комп'ютерне технологічне середовище і автоматизація всіх етапів розробки і реалізації, стійкість і надійність, екологічна чистота) при відповідному технічному і кадровому забезпеченні (прецизійне устаткування, оснащення і інструмент, певний характер робочого технологічного середовища, система діагностики, комп'ютерна мережа управління і спеціалізована підготовка персонажа), гарантують отримання виробів, що володіють новим рівнем функціональних, естетичних і екологічних властивостей. Всі ці технології об'єктивно є складовими єдиного, самостійного напрямку в рамках новітніх наукових знань, суть яких більш повно відображається в понятті високі технології.

**Високі технології (ВТ)** (англ. *high technology, high tech, hi-tech*) - найновіші і найпрогресивніші технології сучасності. Це - технології, які розроблені на основі новітніх наукових знань, за своїм технічним рівнем перевищують кращі вітчизняні та іноземні аналоги і спроможні забезпечити передові позиції на світовому ринку наукомісткої продукції.

Головною ознакою високих технологій, безумовно, є *робочий процес*. Він домінує у всій технологічній системі і повинен відповідати найрізноманітнішим вимогам, але, головне, бути потенційно здатним забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробу. Тут багатими можливостями володіють ті стійкі і надійні робочі процеси, в яких ефективно використовуються фізичні, хімічні, електрохімічні і інші явища в поєднанні із спеціальними властивостями інструменту, технологічного середовища, наприклад криогенне різання, дифузійне формоутворення виробів з алмазів і т.п.

Поза сумнівом, *істотною ознакою ВТ є автоматизація, що базується на комп'ютерному управлінні всіма процесами* проектування, виготовлення і складки, на фізичному, геометричному і математичному моделюванні, всесторонньому аналізі моделей процесу або його складових.

До високих технологій належать найбільш наукоємні галузі промисловості такі, як:

- мікроелектроніка,
- інформаційні технології,
- обчислювальна техніка,
- програмування,
- робототехніка,
- нанотехнології,
- атомна енергетика,
- космічна техніка,
- біотехнології,
- генна інженерія.

Зупинимося на розгляді деяких високих технологій.

**Системи космічних технологій.** Досягнення космонавтики відкрили перед людством великі можливості не тільки для наукового пізнання навколишнього світу, але і для багатьох практичних завдань. Використання штучних супутників Землі для зв'язку, телебачення, метеорології, картографії, навігації, сільського і лісового господарств,

розвідки рибних ресурсів міцно увійшло до повсякденної діяльності людства.

Використання космічного простору дозволяє вирішувати задачі зняття екологічних, сировинних і енергетичних обмежень, накладених в даний час на земне виробництво.

Безперервне вдосконалення космічних апаратів відкриває все нові і нові можливості їх застосування в науці і виробництві.

Одним з перспективних напрямів розвитку космонавтики є космічна технологія.

Завдання технології як науки - виявлення фізичних, хімічних, механічних і інших закономірностей з метою їх використання у виробництві продукції.

Змістом космічної технології є сукупність науково-технічних знань про реалізацію технологічних процесів в умовах космічного простору.

Передумовою розвитку космічної технології можна вважати успіхи, досягнуті в області космічної науки і техніки.

Неминучість виникнення космічної технології можна пояснити наступним:

1. Космічний простір володіє унікальними властивостями, такими, як тривала невагомість, глибокий вакуум, високі і низькі температури, потоки проникаючої радіації і ін. Вакуум, високі і наднизькі температури, могутня радіаційна техніка широко використовуються в земному виробництві. Проте необхідно відзначити, що використання цих екстремальних технологій в наземних умовах надзвичайно дорого і дуже часто лімітовано часом. Комплексні пристрої, реалізуючі декілька чинників космічного простору, завжди є унікальними розробками.

2. Маса і габаритні розміри об'єктів, що виводяться в космос, обмежені зараз і будуть обмежені надалі технічними можливостями ракет-носіїв і їх впливом на екологію Землі. Проте є тенденція до укрупнення створюваних і експлуатованих в космосі об'єктів. Наприклад, перспективна міжнародна космічна станція «Альфа» повинна мати масу декілька сотень тонн. Створення таких об'єктів на орбіті вимагає організації складальних, монтажних, випробувальних і контрольних технологічних робіт, які можуть здійснюватися в незвичайних для Землі умовах.

3. Час безперервної експлуатації космічних об'єктів досягає зараз вже десятків років, наприклад російський орбітальний комплекс «Мир» експлуатується в даний час більше одинадцяти років. Таке тривале технічне використання об'єктів вимагає добре розвинутої і матеріально забезпеченої системи проведення регламентних, ремонтних і відновних робіт.

4. В процесі розвитку суспільства виникає необхідність винесення в космос, наприклад на орбіти штучних супутників Землі, частини технологічних комплексів, що мають велике значення. Це космічні системи зв'язку, метеорології, навігації, геодезії, вивчення природних ресурсів Землі, моніторингу її поверхні і ін.

В даний час в космічній технології сформувалися два актуальні напрями досліджень, дві області додатку результатів досліджень і розробок в практиці.

Перший напрям - це дослідження і розробки технологічних процесів на користь експлуатації космічних літальних апаратів, що реалізуються безпосередньо в умовах польоту силами і засобами екіпажа. Цей напрям іменують «технологічна діяльність космонавта» (ТДК).

Другий напрям — це дослідження і розробки в цілях отримання речовин і матеріалів з використанням унікальних властивостей космічного простору, організація економічно виправданого їх промислового виготовлення, яке отримало найменування «космічне виробництво».

Виходячи із загальної спрямованості прогресу космонавтики відкриваються широкі можливості і для розвитку космічних технологій. Так, наприклад, на пілотованих космічних станціях вже тривалий час проводяться експерименти з метою одержання в космосі нових матеріалів і таких технологічних процесів, що принципово неможливі на

Землі (створення надчистих металів, багатокомпонентних напівпровідникових матеріалів, наприклад композицій кадмій – ртуть і телур, спеціальних сплавів, вивчення процесів дифузії й кристалізації в умовах мікрогравітації). Причому це вдається робити не тільки в присутності космонавтів, а й в автономному режимі польоту.

В умовах космічної мікрогравітації проведені експерименти з одержання пінометалів, зокрема піноалюмінію. Причому характеристики пінометалів помітно відрізняються від земних, що дає змогу сподіватися на появу виробів із високою питомою стійкістю, хорошими демпферними параметрами (властивостями, які зменшують коливання) і більш низькою теплопровідністю, ніж у звичайних металів.

В умовах мікрогравітації вдається також одержувати скло з особливими властивостями, які потрібні для створення волоконно-оптичних ліній зв'язку, а також високоактивовані лазерні та поліпшені фотохромні та магнітооптичні види скла. Можливе також створення двофазних композиційних оптичних матеріалів.

Вивчаючи дану тему зверніть увагу на використання космічних технологій для дистанційного вивчення природних явищ і процесів, що відбуваються на земній кулі. Наприклад, використання системи метеорологічних супутників, картографування та дистанційного зондування різноманітних районів Землі з космосу з метою розробки проектів раціонального використання земель, запобігання ерозії ґрунтів, осушення боліт, обводнення полів, виявлення пасовищних угідь тощо.

Космічні технології стали надійними помічниками геологів. Супутникова інформація внаслідок свого багатоцільового характеру спроможна стати основою, на базі якої можна проводити комплексні взаємоузгоджені дослідження, що стосуються геології, сільського, лісового, водного господарства, стану навколишнього середовища. Кінцева мета таких досліджень - виявлення додаткових ресурсів, природно-економічного потенціалу й екосистеми певного регіону України, а також вирішення подібних проблем у масштабах планети.

В найближчому майбутньому слід чекати освоєння і реалізації в умовах польоту складних технологічних процесів, пов'язаних з створенням унікальних матеріалів і виробництвом принципово нових приладів або апаратів для радіотехнічної, приладобудівної, авіаційної, космічної і медичної промисловості.

**Генна інженерія.** Іншим дуже перспективним напрямом у технології вважають використання здійсненого у 1953 році Д.Д. Уотсоном і Ф.Х. Кріком відкриття структури дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) та розшифрування у 1963 році М. Ніренбергом генетичного коду, що ознаменувалось виникненням нової генетичної, або генної інженерії, метою якої стало керування генетичною основою живих організмів шляхом введення або вилучення із ДНК специфічних генів.

Так була започаткована генна інженерія - спрямоване конструювання генетичних систем. З'явилася можливість створювати організми з потрібними людині ознаками, наприклад мікроорганізми, що мають рекордну продуктивність. Ними і стали продуценти антибіотиків або кормового білка з поліпшеним амінокислотним складом. Для рослинництва це означало одержання принципово нових гібридів із високою врожайністю і максимальною стійкістю до несприятливих чинників середовища. З'явилася можливість ліквідації спадкових дефектів у тварин і людини.

При розкритті даного питання зверніть увагу на прикладне використання генної інженерії, особливо на виникнення так званої генної індустрії ДНК - виробництва фізіологічно активних речовин білкової й іншої природи для медичних і сільськогосподарських потреб. Нині в активі нової галузі є низка унікальних досягнень, в першу чергу, одержання промислових партій ефективного медичного препарату інтерферону - природного противірусного агента, що виробляється організмом у відповідь на зараження вірусом. Цей лікарський препарат одержували донедавна тільки з лейкоцитів



донорської крові. Але для лікування людей, що страждають вірусними інфекціями, потрібно стільки інтерферону, що його виготовлення таким методом не є можливим.

Далі ознайомтесь з використанням досягнень генної інженерії у виробництві інсулінових препаратів, створенні і промислового використанні гормону росту (наприклад, для лікування опіків і кісткових переломів).

Дуже плідне застосування ідей і методів клітинної інженерії в рослинництві. Річ у тім, що рослини мають чудову властивість: одна клітина у певних умовах може розвинути так, що починає давати біомасу. Традиційним методом з однієї рослини одержують 50-100 нових, а ґрунтуючись на клітинній технології - до мільйона. Це дає змогу істотно прискорити селекційний процес і створювати нові високоврожайні та стійкі до хвороб і шкідників сорти. Застосовуючи методи клітинної технології вже вирощують женьшень й інші лікарські рослини, створюють міжвидові гібриди сільськогосподарських рослин, наприклад, картоплі й томату, які неможливо одержати традиційним шляхом. Велике майбутнє обіцяє розшифрування і пересадка генів азотфіксації. Як відомо, цю здатність мають тільки мікроорганізми, що живуть у ґрунті або є в бульбах бобових рослин. Дуже привабливо підсилити процес азотфіксації або надати таких властивостей рослинам, що не мають подібної особливості, наприклад соняшнику або буряку. Це дозволить швидко підвищити врожайність деяких сільськогосподарських культур.

Таким чином, можна зазначити, що генна інженерія - розділ молекулярної генетики, що дозволяє створювати генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах, змінювати їх генетичну програму та здійснювати синтез сполук з певними заданими властивостями. Як наука вона виникла на основі досягнень біохімії, молекулярної біології, мікробіології та інших наук.

Суть генної інженерних досліджень полягає в такому:

- одержання методом хімічного або ферментативного синтезу відповідного гена, фрагмента ДНК, на якому закодовано первинну структуру певного біополімера;
- одержання рекомбінатної ДНК шляхом введення та сполучення даного гена з векторною молекулою, яка здатна забезпечити реплікацію його в клітині реципієнта;
- введення рекомбінатних молекул ДНК у відповідне середовище;
- клонування генів - розмноження та відбір однорідного генетичного матеріалу, який забезпечує синтез необхідних речовин.

Генна інженерія створює основи пізнання шляхів і способів «конструювання» нових або спрямованої зміни існуючих організмів, сприяє розв'язку проблеми добування біологічно активних сполук, лікарських препаратів. Генна інженерія, разом з клітинною інженерією, є основою сучасної біотехнології.

Незважаючи на різні інструменти (електронні мікроскопи в нанотехнологіях, ферменти в генній інженерії), у них одна спільна мета - «конструювання» нових речовин і рослин з новими властивостями із існуючих нативних речовин.

**Біотехнології.** Біотехнологічний процес - це технічне застосування біохімічних процесів, які відбуваються у живій клітині.

Більшість біохімічних реакцій в організмі є каталітичними. Процеси в живих клітинах відбуваються не в оптимальних умовах, тобто за відсутності високих температур, тисків тощо. Щоб біохімічні реакції в організмі відбувалися з більшою (необхідною) швидкістю, потрібні біологічні каталізатори. Такі каталізатори характеризуються високою активністю й ефективністю, великою швидкістю перетворень, порівняно низькою температурою протікання процесів (20 - 40 °С) в умовах атмосферного тиску. Застосування у промислових масштабах принципів біологічного каталізу, який здійснюється природою, дає можливість абсолютно по-новому перебудувати цілі галузі промисловості. При цьому нові промислові технології, що ґрунтуються на біокаталізі, стають практично безвідходними й екологічно чистими.

На сьогодні у промисловості біологічні процеси здійснюються в основному за допомогою мікроорганізмів. Унаслідок цього використовується активність не ізольованих ферментів, а ферментів, які є у складі живих клітин мікроорганізмів.

Ефективність технологічних процесів, що ґрунтуються на використанні мікроорганізмів як технічних каталізаторів, досить висока. Наприклад, за добу з кожного 1 м<sup>3</sup> апарата (біохімічного реактора) отримують 30 кг білків. Щоб одержати за добу таку саму кількість тваринних білків, потрібно утримувати 100 корів, а для виробництва такої маси рослинних білків треба було б 18 га посівів, наприклад, гороху.

Мікробіологічні процеси набувають поширення у виробництві лікарських препаратів, органічних кислот, спиртів, розчинників тощо.

Так, у фармакології з'являється можливість з її допомогою створювати велику кількість нових, ще не існуючих ліків. У хімічній промисловості, за деякими оцінками, за рахунок застосування біотехнології, можна виробляти значну частину всієї продукції. Вже нині за допомогою біотехнологічних процесів одержують 10 - 12 % органічної сировини. Створення нових мікроорганізмів дозволить організувати масштабне виробництво пластмас із природних цукрів, збагачувати руди цінних металів, перетворювати азот повітря в сполуки, що засвоюватимуться рослинами.

У сільськогосподарському виробництві перспективним є генетичне поліпшення рослин, що значно підвищить врожайність. Згідно з прогнозами, у найближчі 10-20 років за допомогою генної інженерії вироблятиметься понад тисячу найменувань різноманітних продуктів.

Розбудова сучасної біотехнології - яскравий приклад того, як багато дають людству відкриття фундаментальних наук і теоретичні дослідження.

**Нанотехнологія.** *Нанотехнологія*ми (рос. *нанотехнологии*, англ. *nanotechnologies*, нім. *Nanotechnologien f pl*) — в широкому значенні слова прийнято називати міждисциплінарну область фундаментальної і прикладної науки, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра (нанометр — це одна мільярдна частка метра або, що те ж саме, одна мільйонна частка міліметра (діаметр людської волосини становить близько 80 тис. нанометрів).

Вужче значення цього терміну прив'язує нанотехнології до розробки матеріалів, приладів і інших механічних і немеханічних пристроїв, в яких застосовуються подібні закономірності. Нанотехнології мають справу з процесами, які протікають в просторових областях нанометрових розмірів.

Тобто нанотехнології можна означити як технології, основані на маніпуляції окремими атомами і молекулами для побудови структур із наперед заданими властивостями.

Щоб краще зрозуміти сутність нанотехнологій, зупиніться на розгляді їх властивостей. Як відомо, властивості наносистем багато в чому відрізняються від властивостей крупніших об'єктів, що складаються з тих же самих атомів і молекул. Наприклад, наночастинки платини набагато ефективніше очищають автомобільні вихлопи від токсичних забруднювачів, ніж звичні платинові каталізатори. Одношарові і багатошарові графітні циліндри нанометрової товщини, так звані вуглецеві нанотрубки, прекрасно проводять електрику і тому можуть стати заміною мідним дротам. Нанотрубки також дозволяють створювати композитні матеріали виняткової міцності і принципово нові напівпровідникові і оптоелектронні пристрої. На сучасному етапі нанотехнології використовують під час виробництва особливих сортів скла, на яких не осідає бруд (застосовується в автомобіле- і авіабудуванні) і так далі.

Нанотехнології розвиваються за такими основними напрямками:

- створення матеріалів з ексклюзивними, наперед заданими властивостями шляхом оперування окремими молекулами;
- конструювання нанокомп'ютерів, які використовують замість звичайних мікросхем набори логічних елементів з окремих молекул;
- збирання нанороботів - систем, що саморозмножуються і призначені для ведення будівництва на молекулярному рівні.

Далі розгляньте перспективи використання нанотехнологій у різних галузях промисловості. Так, наприклад, застосування нанотехнології у гірничій промисловості дозволить, по-перше, створювати нові види ресурсів, які можна буде використовувати, а по-друге - здешевити процеси їх видобутку і перероблення. Також можна буде перетворювати одні ресурси на інші. Перехід деревини в кам'яне вугілля у природних умовах займає мільйони років.

Однак найуразливішим застосуванням нанотехнології в добувній промисловості стане освоєння автоматичними фабриками ресурсів Місяця.

Грандіозні перспективи нанотехнології в архітектурі. Розвиток виробництва нанотрубок і нанокомпозитів зробить реальними багатопверхові дороги і кілометрові хмарочоси. Матеріали, що самоочищаються, зроблять будь-яке місто чистішим, а тонкоплівкові сонячні батареї скоротять витрати на електроенергію. Електронний ніс почує щонайменші витіки газу, а оболонки трубопроводів, що самовідновлюються, звільнять місто від необхідності містити тисячі працівників жеку. Ультрагідрофобні покриття каналізаційних труб зроблять їх надслизькими, перешкоджаючи засміченню. Біодеградовані пластмаси зроблять огидні звалища надбаням історії.

Дешеві, легкі і міцні наноматеріали з часом витіснять більшість металів і пластмас. Вуглецеві нанотрубки у сто разів міцніше сталі притому, що вдсятеро легше за неї і в тисячі разів електропровідніше.

У медицині нанотехнології забезпечать прискорення розроблення нових ліків, створення нанопрепаратів і способів доставки лікарських засобів до уражених органів, нановипромінювачів для знищення злоякісних пухлин; наноматеріалів необхідних при лікуванні опіків і ран; у стоматології; у косметології. Широкі перспективи відкриваються і у сфері медичної техніки (розроблення засобів діагностики, проведення безболісних операцій, створення штучних органів). За прогнозами вчених вже в найближчому майбутньому з'являться медичні пристрої, розміром з поштову марку. Їх досить буде накласти на рану і цей пристрій самостійно проведе аналіз крові, визначить, які медикаменти необхідно використовувати і впродовж їх у кров.

Зверніть увагу на використання нанотехнологій в сільському господарстві. Як свідчать численні дослідження, нанотехнології спроможні зробити революцію в сільському господарстві. Молекулярні роботи здатні будуть готувати їжу, замінивши сільськогосподарські рослини і тварин. Приміром, теоретично можливо виробляти молоко безпосередньо з трави, минаючи проміжну ланку — корову. Таке "сільське господарство" не залежатиме від погодних умов і не потребуватиме важкої фізичної праці. А продуктивності його вистачить, щоб розв'язати продовольчу проблему раз і назавжди.

Нанотехнології здатні також стабілізувати екологію планети. По-перше, за рахунок насичення екосфери молекулярними роботами-санітарами, що перетворюють відходи діяльності людини в початкову сировину, а по-друге, за рахунок перекладу промисловості і сільського господарства на безвідходні нанотехнологічні методи.

Особливі надії на нанотехнології покладають фахівці у галузі електроніки і інформаційних технологій. Нанороботи здатні втілити в життя мрію фантастів про колонізацію інших планет — ці пристрої зможуть створити на них середовище, придатне для життя людини.

Ряд нанотехнологій використовується на практиці — приміром, при виготовленні

цифрових відеодисків (DVD).

Очікується, що вже 2025 року з'являться перші роботи, створені на основі нанотехнологій. Теоретично можливо, що вони зможуть конструювати з готових атомів будь-який предмет.

Вивчаючи дане питання, зверніть увагу на позитивні і негативні сторони нанотехнологій.

*Позитивні сторони:* нанотехнології дозволили розробити нанодвигун, який працює на хімічному пальному; створити ротаксан - молекулярну машину, яка дозволяє „обійти” другий закон термодинаміки; створити нові, стійкі до забруднень та ушкоджень матеріали; наділити інтелектом найзвичніші предмети побуту.

Новітні технології обіцяють подолати нові й поки що невиліковні хвороби. Передбачається, що наночастинки використовуватимуться для доставки до потрібних органів корисних речовин та ліків.

За оцінками експертів, уже до 2010 року 50% медикаментів вироблятимуться за допомогою нанотехнологій.

Люди носитимуть одяг, який змінює колір, обмінюватимуться візитівками з нанесеною на них відеорекламою, передаватимуть свої емоції за допомогою імплантатів, що відображають настрій.

Жінки милуватимуться собою у комп'ютеризованих дзеркалах, котрі коригуватимуть зображення до ідеального, а на своїх нігтях матимуть манікюр із запрограмованим кольором та візерунками.

Світ майбутнього буде різнобарвним, насиченим життям. Він перейде на наступний рівень, де багато сучасних проблем будуть розв'язані.

*Негативні сторони:* 1987 року американський вчений Ерік Деркслер висунув теорію „сірого слизу”. За його прогнозом у майбутньому з'являться нанороботи завбільшки з бактерію, здатні самостійно компонувати молекули в певних комбінаціях. Вихід таких систем з ладу - катастрофа. Самовідтворюючі роботи в разі програмного збою почнуть продукувати нові й нові організми, беручи за матеріал усю доступну біомасу. Внаслідок нанохаосу планету вкриє однорідний шар липких елементів.

Ще одна шокуюча оцінка перспектив нанотехнологій в тому, що використання нанороботів у медицині стане початком переходу людини з еволюційно-біологічної форми Homo Sapiens у технологічну істоту, що само розвивається - Nano Sapiens. Розумне життя на Землі завершить свій еволюційний етап і надалі розвиватиметься в наноформі, за законами саморегуляції. Можливості нанороботів, а також недовершеність людського тіла приведуть до його радикальної „перебудови”. Nano Sapiens будуть набагато пристосованішими до життя. У них не буде статі, статевого розмноження, інстинктів. Їм не потрібні будуть сьогоднішні технічні пристосування – частина з них буде інтегрована в їхні організми. Спільне у Nano Sapiens і людини лише одне – здатність мислити. У перспективі „людство”, що складається з індивідів Nano Sapiens, інтегруючись на інформаційному рівні, зіллється в єдину особистість - Megasapiens, „плоть” якої може бути загалом не визначене у просторі.

Також, проблемою є - складність розроблення наноречовин, мається на увазі те, що їхній вплив буде залежати більш ніж просто від хімії. Одна тільки мікроскопічна величина наночастинок могла б дозволяти їм легше проникати й вражати людські органи. Речовини наномасштабу можуть мати надзвичайні властивості - властивості, котрі не узгоджуються із «прописними» фізикою та хімією, – може являти собою потенційну загрозу.

Очікують, що нанотехнологія призведе до революційного зрушення в технології, якісної зміни існуючих виробництв, підвищення точності, надійності контролю і безпеки, а також значного зрушення в суспільстві

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

№	Бібліографічний опис	Кількість примірників	УДК
<i><b>Основна література</b></i>			
1.	Бажал Ю.М. Економічна теорія технологічних змін. – К.: Заповіт, 1996. – 240 с	52	338 Б 16
2.	Збожна О.М. Основы технологий. Учебное пособие, 2001. – 385 с.	15	658.5 З 41
3.	Маслов В.П. Інформаційні системи і технології в економіці: Навчальний посібник: Навчальне видання.- К.: Слово, 2003.- 264 с.	4	004 М31
4.	Остапчук М.В., Рибак А.БІ. Системи технологій (за видами діяльності): Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2003. – 888 с.	2	658.5 О 76
5.	<a href="#">Паничев М. Г.</a> , <a href="#">Мурадьян С.В.</a> Организация и технология отрасли: Учебное пособие.- Ростов н/Д: Феникс, 2001.- 448 с.-	3	658.8 П 16
6.	Системи технологій: Методичні вказівки / Уклад. Г.І.Андрєєва. – Суми: УАБС, 2004. – 36 с.	2	658.5 С 40
7.	Системы технологий: Учебное пособ. /Под ред. Проф. П.Д. Дудка. – Х.: ООО «Издательство «Бурун Книга», 2003 –336с.	18	658.5 С 40
<i><b>Додаткова література</b></i>			
8.	<a href="#">Белецкий Б.Ф.</a> Технология и механизация строительного производства: Учебник: Навчальне видання.- 2-е изд., перераб. и доп..- Ростов н/Д: Феникс, 2003.- 752 с.-	2	624 Б 43
9.	Братичак М. Технологія нафти та газу. Навч. Посібник.- К.: ЦУЛ, 2000. – 186 с.	1	658 Б 45
10	Бурцев В.М. Технология машиностроения: В 2-х т. – М.: МГТУ им Н.Є. Баумана, 2001. – 564 с.	3	621 Т 38
11	Васильева И.Н. Экономические основы технологического развития. Учеб. Пособие. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995.	38	338. В 19
12	Гавриш А.П., Ямпольский Л.С. Гибкие робототехнические системы, Учебник. - К.: Высшая школа, 1989. – 185 с	2	338 Г 15
13	Дубровин. Система технологий. Основные категории. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2001. – 254 с.	1	658 Д 16
14	Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов. Ученик. – СПб.: Политехника, 2000. – 382 с.	5	669.01 7 Н 62