

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.

Хімічна технологія—це наука про методи і процеси переробки сировини у предмети споживання і засоби виробництва.

Сукупність основних факторів (параметрів), які впливають на швидкість процесу, вихід і якість продукту називають технологічним режимом. Для більшості хіміко-технологічних процесів основними параметрами режиму є температура, тиск, застосування каталізаторів і їх активність, концентрація взаємодіючих речовин, спосіб і степінь перемішування реагентів.

Параметри технологічного режиму визначають принципи конструювання відповідних реакторів. Оптимальному значенню параметрів технологічного режиму відповідає максимальна продуктивність апаратів і продуктивність праці обслуговуючого персоналу. Тому характер і значення параметрів технологічного режиму покладені в основу класифікації хіміко-технологічних процесів. Однак параметрів дуже багато, тому вибирають ті, які мають вирішальний вплив. На конструкцію реакторів і швидкість процесів сильно впливають спосіб і степінь перемішування реагентів. В свою чергу спосіб і інтенсивність перемішування реагуючих мас залежить від агрегатного стану останніх. Власне агрегатний стан перероблюваних речовин визначає способи їх технологічної переробки і принципи конструювання апаратів. Тому при вивченні загальних закономірностей хімічної технології прийнято ділити процеси і відповідні їм реактори перш за все по агрегатному (фазовому) стану взаємодіючих речовин.

По цій ознаці всі системи взаємодіючих речовин і відповідні їм технологічні процеси діляться на однорідні, або гомогенні, і неоднорідні, або гетерогенні.

Гомогенними системами називаються такі системи, в яких всі реагуючі речовини знаходяться в одній якій-небудь фазі: газовій (Г), рідкій (Р), твердій (Т). В гомогенних системах взаємодіючих речовин реакції відбуваються, як правило, швидше ніж в гетерогенних, механізм всього технологічного процесу простіший і відповідно, керування процесом легше, тому технологи

на практиці часто прагнуть до гомогенних процесів, тобто переводять тверді реагуючі речовини, або по крайній мірі одну з них, в рідкий стан плавленням чи розчиненням; з цією метою проводять абсорбцію газів, або їх конденсацію.

Гетерогенні системи включають дві або більшу кількість фаз, які також можуть бути однорідними, або неоднорідними. Можна уявити наступні двох-фазні системи: газ-тверде тіло; рідина-рідина (незмішуючі); рідина-тверде тіло і тверде тіло-тверде тіло. У виробничій практиці найбільш часто зустрічаються системи Г-Т, Г-Р, Р-Т. Нерідко виробничі процеси протікають в багатофазних гетерогенних системах, наприклад, Г-Р-Т, Г-Т-Т, Р-Т-Т, Г-Р-Т-Т і т.п. Гетерогенні процеси більш розповсюджені в промисловій практиці, ніж гомогенні. При цьому, як правило, гетерогенний стан процесу (масопередача) має дифузійний характер, а хімічна реакція протікає гомогенно в газовім або рідкім середовищі. Однак в ряді виробництв протікають гетерогенні реакції на кордоні Г-Т, Г-Р, які і визначають загальну швидкість процесу. Гетерогенні реакції відбуваються, наприклад, при горінні (окисненні) твердих речовин і рідин, при розчиненні металів і мінералів у кислотах і лугах.

Послідовний опис всіх операцій, які відбуваються у відповідних апаратах і машинах, пов'язаних з виробництвом тієї чи іншої продукції називається технологічною схемою. Практика здійснення всіх операцій, пов'язаних з виробництвом певного продукту, називається технологічним процесом. За способом організації і механізмом перебігу основні процеси хімічної технології поділяються на періодичні, безперервні і напівбезперервні (комбіновані).

Періодичні процеси характеризуються тим, що всі стадії процесу відбуваються в одному апараті, а фізико-хімічні умови—концентрація реагуючих речовин, температура, тиск тощо—з часом змінюються, тобто періодичні процеси характеризуються єдністю місця здійснення всіх стадій процесу і зміною в часі його хімічних і фізичних умов. Після закінчення

процесу продукцію вивантажують, відповідним чином підготовляють апарат, завантажують нові порції реагентів і процес повторюють. Прикладом періодичного процесу може бути виробництво сталі в мартенівських і конвекторних печах.

Характерною рисою безперервного процесу є незмінність умов здійснення всіх стадій процесу з часом, при проведенні їх в різних апаратах, послідовно з'єднаних між собою, або в різних частинах того самого апарату. При безперервному процесі сировина надходить в апарат безперервно або періодично окремими порціями, в міру готовності її вивантажують, але в апараті всі стадії процесу відбуваються одночасно в різних зонах, а фізико-хімічні умови окремих стадій процесу залишаються незмінними.

Часто на виробництві вдаються до комбінованих—періодично-безперервних процесів, до яких можна віднести виплавку чавуну. При таких процесах завантаження сировини і випуск продукції проводяться періодично, через певні проміжки часу, а всі стадії в цілому відбуваються безперервно.

Безперервні процеси порівняно з періодичними мають ряд істотних переваг:

1. Створення сталого технологічного режиму;
2. Краще використання тепла реакції;
3. Механізація і автоматизація керування процесом;
4. Відсутність затрат часу на вивантаження і завантаження апаратури, на промивання апаратури, охолодження печі і т.п.

Все це створює кращі умови праці і сприяє підвищенню продуктивності праці і якості продукції, веде до зменшення об'єму апаратури, а також капіталовкладень.

В окремих випадках, в основному, при малих масштабах виробництва або при переробці дорогої сировини, безперервний процес може виявитися менш економічним, ніж періодичний.

Схеми руху матеріальних та енергетичних потоків.

За кратністю обробки сировини процеси можна поділити на процеси з відкритим ланцюгом і кругові, або циркуляційні процеси, в яких сировина, що не прореагувала за один цикл, разом з новою порцією сировини повертається в голову процесу.

Процес одноразової обробки сировини називається процесом з відкритим ланцюгом, або розімкненим. Прикладом одноразової обробки сировини можна назвати окислення SO_2 в SO_3 на поверхні твердого каталізатора під час проходження газової суміші через контактний апарат.

У круговому (циклічному) процесі частина сировини циркулює в замкненому циклі. Прикладом циклічного процесу може бути синтез NH_3 з H_2 і N_2 , коли азотоводнева суміш, яка не прореагувала при проходженні через контактний апарат, відокремлюється від NH_3 і знову направляється в контактний апарат для подальшого контактування.

Як розімкнуті, так і циркуляційні процеси можуть відбуватися при різних матеріальних і теплових напрямках потоків (Рис. 1.1)

Прямотечійні, або паралельнотечійні процеси характеризуються рухом матеріалів і теплових потоків в одному напрямку.

Протитечійні процеси, навпаки, відбуваються при протилежному русі реагентів або матеріалів і теплових потоків.

Якщо потоки реагентів або матеріалів і теплові потоки рухаються під кутом один до одного, то схему процесу називають перехресною.

Прямотечійний рух матеріалів і теплових газів створює велику різницю температур і концентрацій на вході в апарат і м'які умови на виході при закінченні процесу. Це дуже важливо, коли готова продукція не витримує високих температур.

Протитечійні схеми процесів у багатьох випадках мають значні переваги перед прямотечійними. Протитечійний напрям забезпечує більш повний перебіг процесу, наприклад при розчиненні, вилуговуванні, або промиванні

твердої речовини, при абсорбції газів рідиною і т.п. При цьому краще використовується тепло і полегшується автоматизація і механізація процесів.

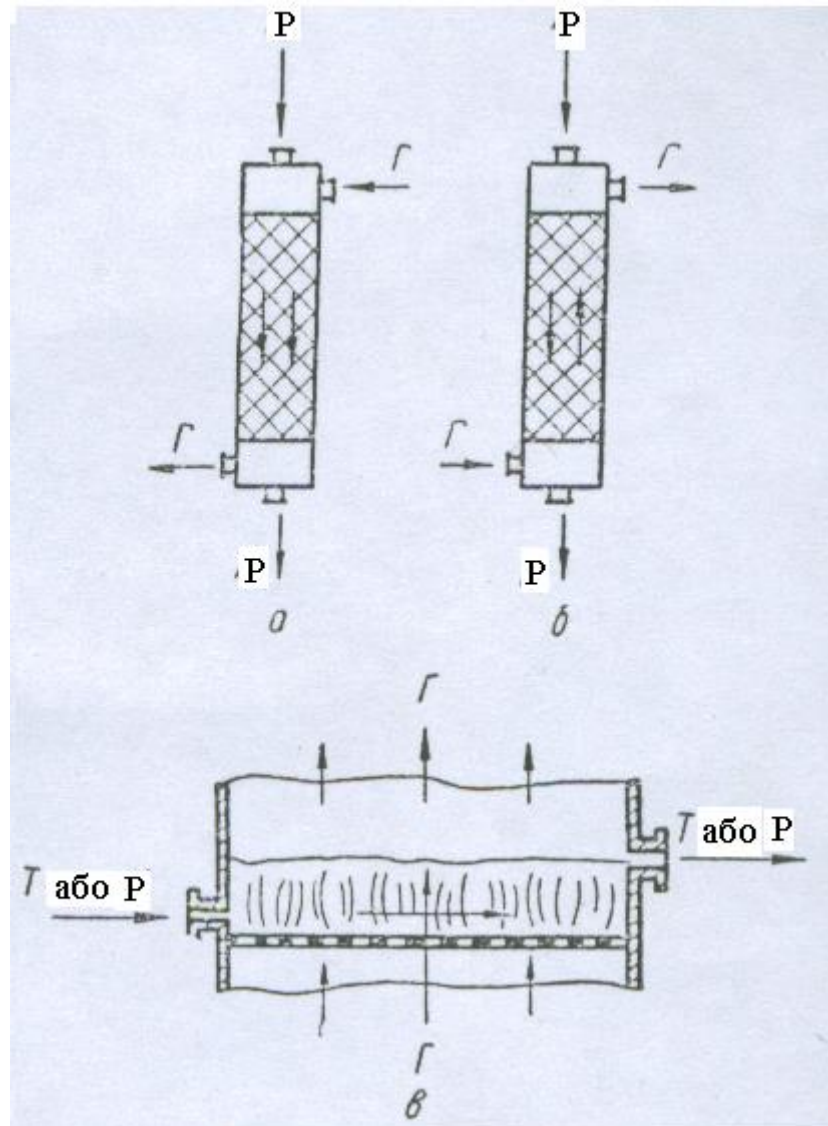


Рис. 1.1. Напрямок руху потоків у двофазній системі Г-Р:

- а) прямотечія у башті з насадкою; б) протитечія у башті з насадкою;
- в) перехресна течія на полиці апарату з завислим шаром рідини або твердого зернистого матеріалу у потоці газу.

Суть і методи складання і зображення матеріальних і енергетичних балансів.

Початок будь-якого нового виробництва пов'язаний з проектуванням як будівельної, так і технологічної схеми виробництва, з визначенням технологічного режиму кожної стадії виробництва. Для цього вибирають:

- а) типи основної апаратури і конструкційні матеріали;
- б) проводять матеріальний розрахунок;
- в) обчислюють матеріальний і енергетичний баланси;
- г) на основі розрахунків визначають розміри і кількість апаратів кожного типу.

Першою основною і обов'язковою частиною кожного технологічного проекту є матеріальний розрахунок кількісних співвідношень реагуючих мас, тобто визначення норм витрати сировини, виходу продуктів, напівпродуктів та відходів виробництва. Із загального курсу хімії відомо, що такі розрахунки проводять за стехіометричними рівняннями хімічних реакцій, Але при проектуванні виробничої технологічної схеми виникає багато ускладнень, яких не буває при лабораторних дослідженнях, а тим більше при теоретичних розрахунках. Стехіометричні розрахунки ускладнюються насамперед тому, що треба враховувати склад природної сировини, яка на відміну від хімічно – чистої речовини має велику кількість домішок. Треба враховувати також всі фактори, що впливають на швидкість процесу, ступінь використання робочого часу, змінність роботи, кількість робочих днів протягом року, продуктивність апаратури і її вузькі місця, які не дають можливості максимально використовувати цю апаратуру. В багатьох випадках розрахунки ускладнюються в зв'язку з необхідністю проведення окремо за стадіями безперервного складного процесу.

На виробництві широко використовуються наближені та емпіричні формули, таблиці, діаграми, а також інші способи скорочення і спрощення розрахунків. При розрахунках користуються не тільки хімічними і фізичними, а й технічними та економічними одиницями.

До найважливіших хіміко-технологічних розрахунків належать розрахунки технологічних балансів, під якими розуміють результати розрахунків, що відображають кількість введених і одержаних у виробничому процесі матеріалів і енергії (їх надходження і витрату). Основними технологічними балансами є матеріальні, енергетичні та економічні баланси.

Матеріальний баланс складають на основі матеріального розрахунку як при проектуванні, так і при аналізі роботи підприємства або якоїсь його частини. Складають матеріальний баланс за рівнянням основної сумарної реакції з урахуванням побічних процесів на підставі закону збереження маси речовини. За цим законом маса речовини, що надходить у вигляді самої речовини або сировини з різними добавками, повинна завжди дорівнювати масі речовин одержаних у вигляді продуктів, напівпродуктів і відходів виробництва.

У загальному вигляді матеріальний баланс можна виразити рівнянням

$$M_a + M_b + M_v + \dots = M_k + M_l + M_{ma} + M_{mb} + M_{mv} + M_{pb} + M_{vt}$$

де M_a, M_b, M_v – маси речовин, введених у виробничий процес (або водну з його стадій) чи в апарат;

M_k, M_l – маси речовин добутих внаслідок виробничих процесів;

M_{ma}, M_{mb}, M_{mv} – маси вихідних речовин, що не прореагували;

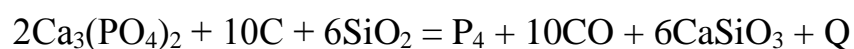
M_{pb} – маси побічних продуктів;

M_{vt} – втрати.

Для складання матеріального балансу треба знати хімічний склад і деякі фізичні та фізико-хімічні властивості вихідної сировини, напівпродуктів і кінцевих продуктів виробництва.

Після проведення стехіометричних розрахунків складають таблиці матеріальних балансів. Найчастіше розрахунки роблять за відношенням до 1000 або 100 кг продукції чи сировини.

Матеріальний баланс складають у вигляді рівнянь, таблиці або діаграм. Як приклад можна розглянути спрощений матеріальний баланс виробництва 1000 кг фосфору при електротермічному процесі (див. табл. 1.1.). Процес протікає по схемі:



Матеріальний баланс є основою контролю виробництва. Різниця (сальдо) між кількостями взятих і добутих речовин свідчить про неправильне ведення контролю або невраховані витрати, чи навіть зловживання.

На підприємствах баланси складають за даними технічної, аналітичної та матеріальної звітності.

Таблиця 1.1.

Матеріальний баланс виробництва фосфору (на 1000 кг фосфору)

Прихід	кг	%	Витрати	кг	%
Фосфоритна руда (28% P_2O_5)	10250	73,5	Фосфор	1000	7,2
Кокс (80% C)	1330	9,5	Ферофосфор	282	2,0
Пісок (95% SiO_2)	2370	17,0	Оксид вуглецю та інші гази	3668	26,3
			Шлак	9000	64,5
Всього	13950	100	Всього	13950	100

На рис.1.2. для прикладу показано матеріальний баланс у вигляді діаграми.

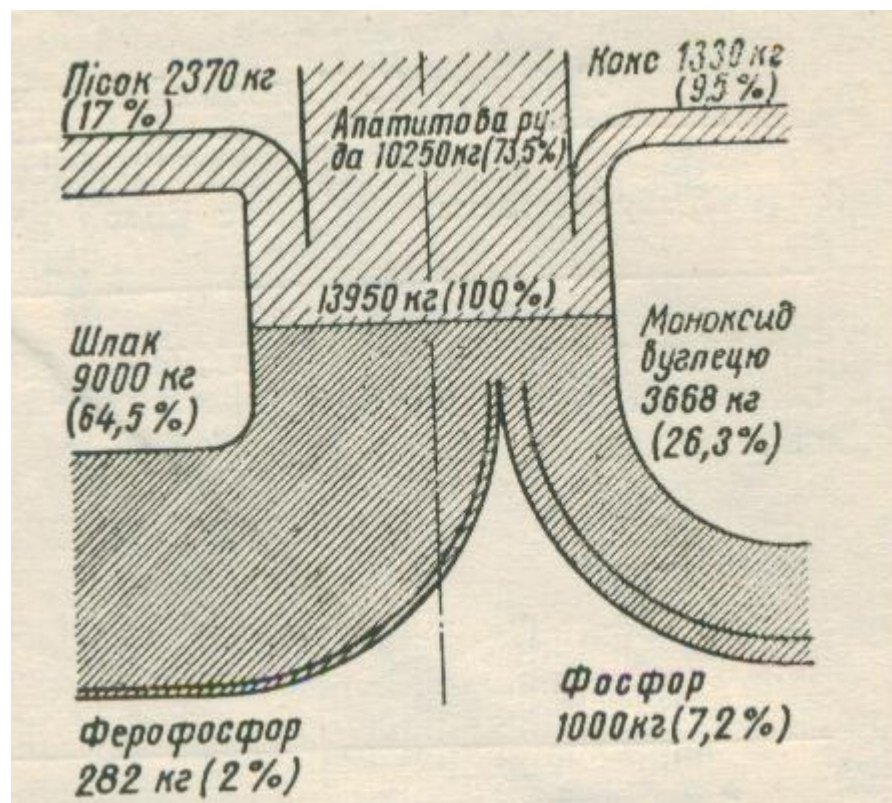


Рис.1.2. Діаграма матеріального балансу виробництва фосфору.

Енергетичний (тепловий) баланс складають майже так, як матеріальний баланс, на основі закону збереження енергії. У загальному вигляді його можна виразити таким рівнянням;

$$Q_{\phi} + Q_e + Q_v = Q'_{\phi} + Q_{vt}$$

де Q_{ϕ} – фізичне тепло введене в процес з вихідними речовинами;

Q_e – тепло екзотермічних реакцій і фізичних перетворень, яке виділяється під час процесу (якщо реакція ендотермічна, то тепло реакції з від'ємним знаком буде у правій частині рівняння);

Q_v – тепло введене в процес ззовні з горючими газами, паливом, водою та ін.;

Q'_{ϕ} – фізичне тепло виведене з продуктами процесу;

Q_{vt} – втрати тепла в навколишнє середовище.

Для складання енергетичного балансу треба мати дані про всі хімічні і фізичні процеси, які відбуваються в даному виробництві, а також дані про всі матеріальні показники процесу, що входять до матеріального балансу.

Ту складову частину балансу, яку не можна або важко розрахувати, визначають як невідому величину з рівняння енергетичного балансу.

Аналітичні дані сировини, готової продукції, напівпродуктів та інших матеріалів виробництва використовують для стехіометричних розрахунків, які кладуть в основу матеріальних балансів, а термохімічні і теплофізичні константи (теплоти утворення і розкладу, теплоти плавлення, розчинення, сублимації та інших процесів, теплоємності, енергетичні параметри тощо) використовують для складання енергетичних балансів.

Тепловий баланс також складають у вигляді рівнянь, таблиць або діаграм. Як приклад в табл. 1.2. приведемо спрощений тепловий баланс виробництва фосфору (на 1000 кг фосфору).

Таблиця 1.2

Тепловий баланс виробництва фосфору (на 1000 кг фосфору)

Прихід тепла	Тис. кДж	%	Витрати тепла	Тис. Кдж	%
Вноситься ззовні	65527,8	99,7	На відновлення фосфору (ендотермічна реакція)	26586,4	40,4
Вноситься реагуючими речовинами	205,1	0,3	На інші ендотермічні реакції	3943,9	6
			Виноситься зі шлаком і ферофосфором	21047	32
			Виноситься з газами	1955,2	3
			Втрати в атмосферу	12200,3	18,6
Всього	65732,9	100	Всього	65732,9	100

На рис.1.3. для прикладу показано тепловий баланс у вигляді діаграми.

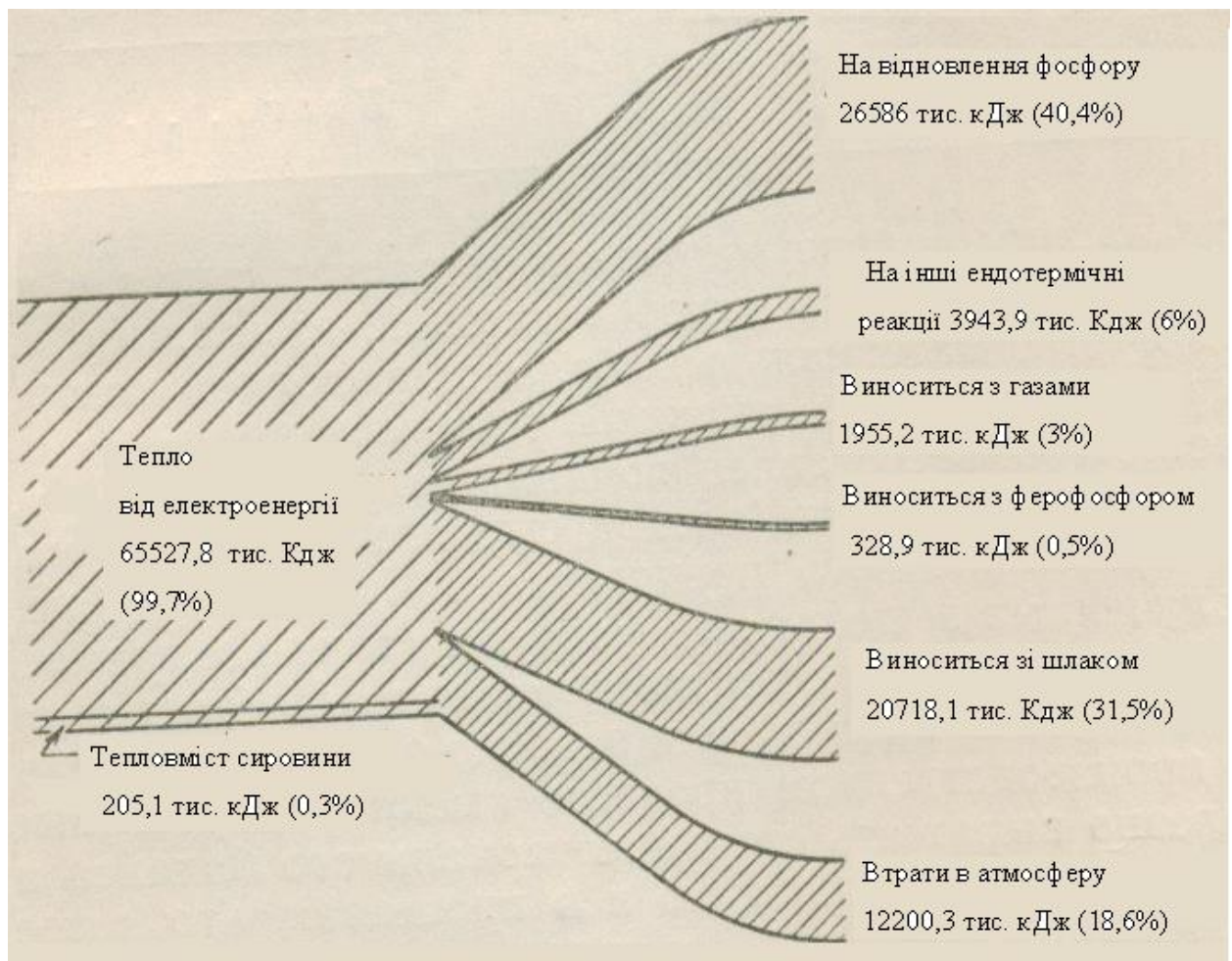


Рис. 1.3. Діаграма теплового балансу виробництва фосфору (на 1000 кг фосфору)

Матеріальні і енергетичні баланси мають велике значення для аналізу і оцінки раціональності та доцільності здійснення того чи іншого виробничого процесу в умовах промисловості. За їх допомогою встановлюють питому вагу виходів продукції; витрату і втрату сировини, палива, коефіцієнти використання енергії та ін. Баланси використовують для визначення розмірів апаратури, її потужності і продуктивності, інтенсивності процесів та ряду інших технічних показників виробництва.

Показники матеріального і енергетичного балансів в багатьох випадках виражають в грошових еквівалентах, на основі яких з допомогою деяких інших показників складають економічні баланси.

Вихід продукції.

Головним завданням матеріального розрахунку є визначення виходу продукції, або коефіцієнта використання сировини, тобто вираженого в % відношення кількості фактично одержаного продукту до теоретично можливого (максимального)

$$x = \frac{G_{\phi}}{G_{m}} \cdot 100$$

В енергетичнім, або тепловім балансі практичному виходу відповідає коефіцієнт корисного використання енергії

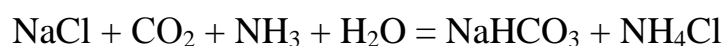
$$\eta_e = \frac{W_{mp}}{W_{np}} \cdot 100$$

де W_{np} – кількість енергії, яку теоретично необхідно затратити на одержання вагової (або об'ємної) одиниці продукту;

W – кількість практично затраченої енергії.

Вихід продукції відносять до одиниці затраченої сировини. Якщо у виробничому процесі бере участь кілька реагентів, говорячи про вихід по сировині, слід вказувати до якої саме сировини цей вихід відноситься.

Наприклад, у виробництві соди по аміачному способу на основі рівняння



розрізняють вихід соди по натрію, або по вуглекислому газу, або по аміаку. У деяких випадках визначають фазових вихід, тобто вихід твердої, рідкої чи газоподібної фаз.

Продуктивність і потужність апаратури і обладнання.

Матеріальний баланс виробничого процесу і технологічні розрахунки на його основі дозволяють підрахувати продуктивність відповідного апарату або обладнання.

Під продуктивністю розуміють кількість продукції фактично виробленої за одиницю часу. Максимально можливу продуктивність апарату чи обладнання при оптимальних умовах називають потужністю.

Інтенсивність процесу.

Залежно від характеру апарату продуктивність його можна віднести до одиниці об'єму, робочої поверхні апарату або поперечного перерізу його. Цю відносну величину називають зніманням. Вона характеризує інтенсивність апарату. Наприклад інтенсивність мартенівських печей визначають зніманням сталі з 1 м² поду печі.

Інтенсивність процесу визначають відношенням виходу продукції до часу перебування сировини в апараті. Отже інтенсивність процесу пропорційна швидкості реакції

$$I = \frac{x}{\tau}$$

Економічні вимоги до виробничого процесу.

Основними показниками якими характеризується техніко-економічна ефективність і доцільність кожного раціонального технологічного процесу є: витрата сировини і енергії на одиницю продукції, вихід і якість продукції, інтенсивність процесу, капітальні затрати на організацію виробництва і собівартість продукції.

Щоб обґрунтувати необхідність застосування нової техніки і технології, потрібно визначити ефект від її застосування і витрати пов'язані з цим.

Для оцінки нового технологічного процесу треба виявити його доцільність, порівнюючи такі основні техно - економічні показники:

- а) вихід готової продукції;
- б) кількість відходів взагалі і таких, що їх можна використати;
- в) витрату палива та електроенергії на одиницю продукції;
- г) трудомісткість процесу;
- д) рівень механізації і автоматизації;
- е) тривалість процесу;
- є) корозійні властивості і вимоги до апаратурного оформлення;
- ж) безпечність процесу.

Економічні вимоги, що ставляться до раціонального виробництва, тісно пов'язані і впливають із загальних тенденцій технічного процесу, тобто оскільки нова техніка та технологія збігаються з загальними тенденціями технічного прогресу в хімічній технології

- а) зростання швидкості реакції;
- б) збільшення потужностей машин і агрегатів;
- в) підвищення якості продукції;
- г) застосування нових матеріалів;
- д) використання нових методів при переробці сировини.

Основні завдання і стадії науково-дослідної, дослідно-виробничої і проектної роботи в хімічній промисловості.

Завдання перед хімічною наукою і виробництвом:

1. Розвивати синтез нових речовин і виробництво на їх основі матеріалів з наперед заданими властивостями;
2. Удосконалювати існуючі синтетичні речовини і матеріали, створювати такі способи добування речовин і матеріалів, на основі яких можна було б робити високо економічні промислові процеси.

Розробка технології будь-якого виробництва або удосконалення існуючого технологічного процесу здійснюється в науково-дослідних лабораторіях інститутів Академії наук, галузевих науково-дослідних

інститутах, вищих навчальних закладах та в лабораторіях підприємств. Випробовуються розроблені технологічні процеси в дослідних цехах на напівзаводських установках.

Проектування нових заводів і цехів, а також реконструкція діючих підприємств здійснюється проектними інститутами або іншими спеціалізованими проектними установами, проектними і конструкторськими відділами заводів. Так нові заводи проектують у три стадії:

1. Проектне завдання;
2. Технічний проект;
3. Робочі креслення.

До комплексу виробничого підприємства, як правило, входять такі об'єкти:

- виробничі цехи;
- склади сировини і готової продукції;
- загальнозаводські об'єкти контрольно-аналітичної служби і автоматики (центральна заводська лабораторія, відділ контрольно-вимірювальних приладів, відділ автоматичного керування і регулювання, електролабораторія, лабораторія відділу технічного контролю, водопостачання і охолодження оборотної води).
- енергопостачання;
- транспортне господарство і зв'язок (шляхи, автогаражі, радіо- і селекторний зв'язок, пожежна сигналізація, тощо).
- ремонтно-механічна служба заводу;
- об'єкти адміністративного і підсобного призначення, житлового будівництва, культурного і комунального обслуговування;
- тимчасові будівлі у період будівництва заводу.

При проектуванні розробляються проекти окремих споруд і заводу в цілому: технологічна, будівельна, санітарно-технічна, енергетична частини та генеральний план і транспортні споруди.

Вартість будівельно-монтажних робіт і обладнання визначається кошторисно-фінансовими розрахунками. Крім того складають техніко-економічну записку і проект організації робіт.

Основні технічні рішення за окремими частинами проекту приймають після порівняння і оцінки різних варіантів, внаслідок чого вибирають найбільш економічний і раціональний варіант.

Технічний проект підприємства, цеху або установки складають тільки в тих випадках, коли проектується нове виробництво або складний технологічний процес. При проектуванні вивчених виробництв використовують типові проекти аналогічних підприємств.

Робочі креслення при проектуванні виконуються на основі затвердженого проектного завдання і технічних даних по обладнанню.

При проектуванні велику увагу звертають на впровадження безперервних одно- або двохстадійних технологічних процесів, повне знезараження шкідливих відходів, максимальну комплексну механізацію трудомістких і важких робіт, на створення гігієнічних і безпечних умов праці.