

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА І МАТЕРІАЛЬНИХ БАЛАНСІВ

Мета та основні завдання роботи: вивчити методику розрахунку потужності підприємства і матеріальних балансів при проектуванні підприємств.

Основні теоретичні відомості

Всі кількісні розрахунки при розрахунку хімічних процесів основані на стехіометрії реакції. Кількості речовин при таких розрахунках зручніше виражати в молях, або похідних одиницях (кмоль, ммоль і т.д.).

Практичний матеріальний баланс враховує склад вихідної сировини й готової продукції, надлишок одного з компонентів сировини, ступінь перетворення реагентів, втрати сировини й готового продукту й т.д.

Вихідними даними для складання такого балансу є:

- технологічна схема, що відбиває вид і послідовність стадій виробництва;
- річна продуктивність за даним продуктом або даним спектром продуктів;
- виробнича рецептура завантаження компонентів на кожній технологічній стадії;
- втрати сировини й готового продукту на кожній технологічній стадії виробництва.

Всі ці величини визначаються за даними науково-дослідних розробок, за результатами розрахунків теоретичного матеріального балансу або ж за даними, отриманими при обстеженні аналогічних виробництв під час виробничої практики.

Залежно від характеру вимог, матеріальний баланс періодичних процесів може складатися в трьох варіантах: 1 – виходячи з добової продуктивності речовини; 2 – на одиницю маси готового продукту (найчастіше на 1 т); 3 – на кількість готового продукту, отриманого за один цикл роботи. У цьому випадку найбільш доцільний добовий матеріальний баланс.

Для безперервних процесів матеріальний баланс складається з врахуванням продуктивності (т/рік, т/добу, т/год., кг/год., кг/хв., кг/с і т.д.).

У кожному разі баланс ділиться на дві основні частини – це загальний і поопераційний (постадійний) матеріальний баланс.

При загальному балансі матеріальні розрахунки пов'язані з визначенням витрат всіх видів сировини. У більшості випадків такі розрахунки завершуються визначенням витратних коефіцієнтів всіх компонентів процесу на одиницю маси готового продукту (наприклад, на 1 т) і порівнянням їх з витратними коефіцієнтами аналогічного існуючого виробництва (за матеріалами виробничої практики).

Стехіометричне рівняння для простої реакції має наступний вигляд:

$$v_A A + v_B B = v_R R + v_S S.$$

Однак зручніше записувати стехіометричне рівняння у вигляді алгебраїчного, приймаючи при цьому, що стехіометричні коефіцієнти реагентів – від’ємні, а продуктів реакції – додатні:

$$-v_A A - v_B B + v_R R + v_S S = 0.$$

Тоді для кожної простої реакції можна записати наступні рівняння:

$$n = \frac{N_A - N_{A_0}}{v_A} = \frac{N_B - N_{B_0}}{v_B} = \frac{N_R - N_{R_0}}{v_R} = \frac{N_S - N_{S_0}}{v_S};$$

$$w = \frac{W_A - W_{A_0}}{v_A} = \frac{W_B - W_{B_0}}{v_B} = \frac{W_R - W_{R_0}}{v_R} = \frac{W_S - W_{S_0}}{v_S}.$$

Індекс «0» відноситься до початкової кількості компоненту. Ці рівності дають підставу отримати наступні рівняння матеріального балансу за компонентом для простої реакції:

$$N_i = N_{i0} + v_i \cdot n; \quad W_i = W_{i0} + v_i \cdot w.$$

В розрахунках процесів хімічної технології зазвичай використовують систему координат Ейлера, тобто система координат, фіксована відносно деякого нерухомого об’єму простору, через який протікає матеріальне середовище. Такий об’єм називають контрольним, а поверхню, що обмежує контрольний об’єм – контрольною.

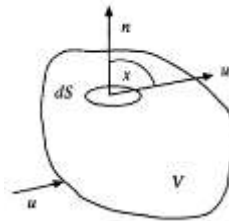


Рис. 1. Контрольна поверхня

Для апаратів з виробництв ВМС можна вважати, що вектор швидкості потоку перпендикулярний до контрольної поверхні в точках входу й виходу й паралельний їй в інших точках, тому це рівняння можна проінтегрувати:

$$\rho_2 \bar{u}_2 S_2 - \rho_1 \bar{u}_1 S_1 + \frac{dM}{d\tau} = 0.$$

Два перші доданки в рівнянні є різницею потоків на виході й вході в апарат, а третій – швидкість накопичення речовини в апараті. Середня швидкість потоку \bar{u} визначається виразом (за теоремою про середнє):

$$\bar{u} = \frac{1}{S} \iint_S u dS.$$

Якщо масову витрату визначити як $W = \rho \bar{u} S$, то передостаннє рівняння прийме вигляд:

$$\Delta W + \frac{dM}{d\tau} = 0.$$

Для стаціонарного процесу:

$$\frac{dM}{d\tau} = 0; \quad \Delta W = 0; \quad W_1 = W_2.$$

Рівняння балансу маси за компонентом у цій же формі можна записати як:

$$\Delta W + R_i + \frac{dM_i}{d\tau} = 0,$$

де: R_i – швидкість утворення або витрати компоненти i за рахунок хімічної реакції.

Рівняння отримане з припущення відсутності дифузійних потоків можна записати для кожного компоненти системи. У сумі вони дадуть рівняння балансу маси по всій речовині, тому що $\sum R_i = 0$.

Таким чином, для n -компонентної системи можна скласти n рівнянь, причому одне рівняння загального балансу маси й $(n - 1)$ рівнянь балансів маси за компонентами суміші.

За відсутності хімічних реакцій рівняння загального балансу маси можна записати в мольних витратах:

$$\Delta W + \frac{dN}{d\tau} = 0.$$

За наявності хімічних взаємодій рівняння в мольних витратах за компонентами набуде вигляду:

$$\Delta \bar{W}_i + R_i + \frac{dN_i}{d\tau} = 0,$$

де: N_i – число молей компоненту.

Просумувавши останнє рівняння за всіма компонентами отримаємо:

$$\Delta \bar{W}_i + \sum R_i + \frac{dN_i}{d\tau} = 0.$$

В загальному випадку сума швидкостей перетворення компонентів ($\sum R_i$) не завжди дорівнює нулю, оскільки число молів у процесі реакції може змінюватися.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. У відповідності до варіанту завдання (табл. 1) визначити робочий час в цеху. Його величина залежить від характеру виробництва. Для періодичних процесів:

$$D = 365 - (P + V),$$

де: D – кількість робочих днів на рік; P – кількість днів на рік, відведених на всі види ремонту; V – кількість святкових і вихідних днів на рік.

Для безперервних процесів:

$$D = 365 - P.$$

У цьому випадку величина P містить у собі й час на всі види ремонтів, і час періодичних зупинок на чистку устаткування, заміну каталізатора й т.п.

Таблиця 4.1

Дані для розрахунків

Варіант	P, дні	B, дні	N_A , моль	T, с	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6
1	20	80		3600	855
2	20	86		3400	1050
3	25	90		3200	791
4	30	92		3000	714
5	35	95		2800	1100
6	40	100		2600	930

2. Визначити потік речовини „А” в одиницю часу за наступною формулою:

$$W_A = N_A / \tau,$$

де N_A – кількість компоненту „А”, моль; τ – час, с.

3. Скласти стехіометричне рівняння для простої реакції.

4. Виділити на контрольній поверхні S елементарну площадку dS і встановити до неї нормаль n (див. рис. 1). Тоді інтегральний вираз балансу маси буде мати вигляд:

$$\iint_S u \rho \cos(x) dS + \frac{d}{d\tau} \iiint_V \rho dV = 0,$$

де: ρ – густина, кг/м³; τ – час, с; x – кут між вектором швидкості і нормаллю до контрольної поверхні S , град.

Перший інтеграл в рівнянні характеризує витрату речовини через контрольну поверхню, а другий – швидкість накопичення речовини в контрольному об’ємі.

5. Визначити різницю потоків на виході й вході в апарат, розрахувати швидкість потоку \bar{u} .

6. Визначити масову витрату та скласти рівняння балансу маси.

7. Скласти рівняння балансу маси для усієї речовини, що проходить через контрольний об’єм.

8. Скласти рівняння маси з припущення відсутності дифузійних потоків.

9. Скласти рівняння загального балансу за умови відсутності хімічних реакцій.

10. Скласти рівняння загального балансу за наявності хімічних взаємодій.

Аналіз одержаних результатів та основні висновки

Розрахункові величини записати в табл. 2.

