

§ 42. Виробництво амоніаку

Енергетичні та сировинні ресурси для виробництва амоніаку

На Землі запаси нітрогеновмісної сировини дуже обмежені, і тому зв'язування атмосферного азоту в нітрогеновмісні сполуки є дуже необхідним процесом. Сучасну циркуляційну схему синтезу амоніаку з простих речовин під тиском запропонували німецькі дослідники Френсіс Габер і Карл Бош, за що здобули Нобелівську премію.



Цех синтезу амоніаку на черкаському заводі «Азот»

Більшість процесів, пов'язаних із синтезом амоніаку, вимагають витрат енергії: транспортування сировини і готової продукції, стискання й підігрів газів, контрольно-вимірювальне обслуговування тощо. Середня витрата електрики на виробництво 1 тонни амоніаку — 3200 кВт · год.

Особливе місце серед природних ресурсів посідає вода. Вона дає можливість здійснювати багато хімічних реакцій. Крім того, воду використовують як теплоносії через її велику теплоємність, доступність і безпеку в застосуванні. Нею охолоджують реагуючі маси, нагріті в результаті екзотермічних реакцій. Водяною парою або гарячою водою підігрівають реагенти для прискорення реакцій або проведення ендотермічних процесів. Для одержання 1 т амоніаку потрібно 1500 м³ води. Тому підприємства із синтезу амоніаку будують поряд із водними джерелами.

Для скорочення витрат води широко застосовують системи оборотного водопостачання: вода, використана в теплообмінних апаратах, охолоджується і знову надходить у теплообмінні апарати, і так повторюється багаторазово.

У виробництві амоніаку як сировину використовують природний газ (метан) та повітря (азот). Метан є сировиною для добування водню конверсійним способом, суть якого описана в § 20, с. 54.

Схема синтезу амоніаку (доповнення)

Основою добування амоніаку є реакція:



а для прискорення синтезу та найшвидшого встановлення рівноваги використовують каталізатор — відновлене залізо, активоване оксидами Калію, Алюмінію тощо.

Реагенти і продукти реакції утворюють гомогенну систему, але реакція відбувається на поверхні твердих каталізаторів. Така реакція є гетерогенно-каталітичною реакцією. Для неї велике значення має площа поверхні каталізатора, тому каталізатор виготовляють у вигляді губчастих гранул або таблеток (див. мал.). Оскільки активність каталізатора значно знижується від наявності домішок, то реагуючі гази ретельно очищують від води, кисню, чадного газу, сполук Сульфуру, Селену, Фосфору тощо, які виявляють властивості каталітичної отрути (речовин, що знижують активність каталізаторів).



Блок каталізаторів

Додаткові завдання до параграфа

Завдання для засвоєння матеріалу

42.1. Суміш метану об'ємом $2,5 \text{ м}^3$ та водяної пари об'ємом 5 м^3 піддали конверсії. Обчисліть максимальний об'єм водню, що можна добути з такої кількості реагентів.

42.2. Який об'єм повітря (н. у.) необхідно витратити для виробництва амоніаку масою 1000 т , якщо вважати, що втрати азоту не перевищують 5% ?

42.3. Обчисліть об'єм водню (н. у.), який щорічно витрачається на добування амоніаку в колоні синтезу потужністю $400\,000 \text{ т}$ амоніаку на рік, якщо відносний вихід амоніаку в розрахунку на витрачений водень становить 90% .