

УДК 251

Повзло В.М.¹, Самарська Л.В.², Міт'єва З.А.³

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. БАД-213 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. БАД-212 НУ «Запорізька політехніка»

«ЗЕЛЕНА» ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ-ФАКТОРИ

Е-фактор у «зеленій» хімії є відношення сумарної маси усіх відходів до маси цільового продукту. Одна з кількісних оцінок усього процесу або окремих його стадій. Найменше значення його мають процеси нафтопереробки <0.1 , «найбруднішими» є фармацевтичні процеси $10 - 1000^\circ$. Відомими вченими П. Т. Анастасом, Дж. Уорнером було сформульовано дванадцять принципів із Зеленої хімії, які мають відношення до розробки і удосконалення хімічних технологій Е-фактору: 1. Хімічний продукт має бути біорозкладним; 2. Застосувати переважно каталітичні процеси, до того ж найбільш селективні; 3. Створювати аналітичні методики для постійного моніторингу хімічних процесів у реакторах; 4. Краще попередити утворення відходів, ніж потім їх переробляти; 5. застосувати методи синтезу з використанням найбільш безпечних для людини й довкілля речовин; 6. Застосовувати речовини та форми речовин із мінімальною небезпекою у використанні; 7. Синтезовані речовини мають бути менш токсичними, ніж реагенти; 8. Реагенти та затратні матеріали мають бути відновлюваними; 9. Використовувати якомога менше розчинників і допоміжних речовин; 10. Уникати побічних реакцій та проміжних продуктів; 11. Здійснювати реакції за умов максимально наближених до звичайних; 12. Ураховувати **Е-фактор**, максимально збільшувати вихід продукту реакції.

Е-фактор та атомну ефективність використовують для кількісного оцінювання хімічного виробництва. Вихід продукту реакції характеризує ступінь перетворення реагентів на продукти реакції. Але, окрім реагентів, у реакціях також використовують розчинники, каталізатори, допоміжні речовини для виділення потрібного продукту з реакційної суміші тощо. Ці речовини також необхідно одержувати, потім очищувати й утилізувати. А це є причиною потрапляння забруднюючих речовин у навколишнє середовище. Е-фактор обчислюють як відношення маси всіх побічних продуктів, що фактично є відходами виробництва, до маси цільового продукту:

$$E - \text{фактор} = \frac{\text{Маса всіх побічних продуктів}}{\text{Маса цільового продукту}}, \quad (1)$$

Значення Е-фактора дозволяє оцінити ступінь використання сировини і кількість утворених відходів: чим менше значення Е-фактора, тим менше відходів певного виробництва. Найкращий результат за Е-фактором має нафтопереробна промисловість, її Е-фактор дорівнює 0,1. І це не дивно, оскільки сьогодні нафтову сировину майже повністю переробляють на пальне.

Найгірші показники у процесів синтезу фармпрепаратів, де, залежно від виробництва, Е-фактор може досягати 100. І це також не дивно, оскільки для виробництва ліків часто потрібні дуже чисті речовини, а це вимагає використання великої кількості допоміжних речовин для очищення. Атомну ефективність обчислюють як відношення молярної маси цільового продукту до суми молярних мас усіх інших продуктів у рівнянні реакції:

$$\text{Атомна ефективність} = \frac{\text{Молярна маса цільового продукту}}{\text{Сумарна молярна маса всіх продуктів реакції}}, \quad (2)$$

Сумарна молярна маса всіх продуктів реакції Атомна ефективність характеризує повноту використання хімічних елементів: чим результат ближчий до 100%, тим більш «зеленою» є хімічна реакція. Наприклад, для реакції гідратації етену:



атомна ефективність дорівнює 100 %, оскільки всі атоми реагентів містяться у складі продукту реакції.

Досвід країн ЄС доводить: є низка показників, які корелюють з тривалістю життя та впливають на неї. Серед них — агрегована оцінка екологічної ефективності, розвиток "зеленої" економіки у структурі енергобалансу держави. Аналіз показників емісії CO₂ протягом всього життєвого циклу та їх порівняння з викопними видами палива дає такі показники для різних типів виробництва електроенергії (г CO₂ екв/кВт год): сонячні концентратори — 10, вітер — 12, припливи — 15, гідравлічна енергія — 20, океанічна хвильова — 22, геотермальна — 35, сонячні батареї — 40, біоенергетика — 230, газ — 490, вугілля — 820. Ці дані ставлять на шальки терезів, з одного боку, дещо вищу плату та необхідність початкових інвестицій, а з іншого — екологічно чисту країну, гарантоване поліпшення якості життя, а отже — якісне зростання економіки.