

Заняття № 26

**Тема: РОЛЬ ХІМІЇ У СТВОРЕННІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Мета:

1. *Сформувати знання про:* роль хімії у створенні нових матеріалів, розвитку нових напрямів технологій, розв'язанні продовольчої, сировинної, енергетичної, екологічної проблем; «зелену» хімію.
2. *Сформувати способи діяльності:* наводити приклади застосування хімічних сполук у різних галузях та у повсякденному житті; висловлювати судження щодо значення хімічних знань як складника загальної культури людини; про вплив діяльності людини на довкілля та охорону його від забруднень
3. *Сформувати творчі здібності:* оцінювати значення хімії у створенні нових матеріалів, розвитку нових напрямів технологій, розв'язанні продовольчої, сировинної, енергетичної, екологічної проблем; популяризувати хімічні знання; критично ставитися до хімічної інформації з різних джерел.
4. *Сформулювати розуміння* важливості усвідомлення значення нової філософії у хімії і власної громадянської позиції для реалізації концепції сталого розвитку суспільства; причинно-наслідкові зв'язки у природі та її цінність і цілісність; право на власний вибір і прийняття рішення; відповідальність за збереження довкілля від шкідливих викидів.

Кількість годин: 2

Основні терміни та поняття: новітні матеріали, новітні технології, продовольча, сировинна, енергетична, екологічна проблеми, «зелена» хімія.

Обладнання та матеріали: зображення, що ілюструють роль хімії у сучасному світі.

План

1. Роль хімії у створенні нових матеріалів.
2. Роль хімії у розвитку нових напрямів технологій.
3. Роль хімії у розв'язанні продовольчої, сировинної, енергетичної, екологічної проблем.
4. «Зелена» хімія: сучасні завдання перед хімічною наукою та хімічною технологією.

1. РОЛЬ ХІМІЇ У СТВОРЕННІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА РОЗВИТКУ НОВИХ НАПРЯМКІВ ТЕХНОЛОГІЇ

Роль хімії у створенні нових матеріалів, розвитку нових напрямів технологій складно переоцінити. Без її розвитку неможливий прогрес *фармацевтики, сільського господарства, енергетики* – багатьох сфер, від яких безпосередньо залежать здоров'я та благополуччя людини.

Нові матеріали – це один з найважливіших напрямів, що визначають розвиток усіх галузей промисловості, будівництва, медицини і сфери послуг. Ідеться, передусім, про матеріали на основі *кераміки, композиційні матеріали* з полімерною та металевою матрицями, *інтерметаліди*, жароміцні сплави з монокристалічною структурою тощо.

Одним з напрямів, яким у всіх промислово розвинених країнах приділяють особливу увагу, є *«розумні» матеріали*, з яких виготовляють конструкції з *адаптивно змінюваними властивостями*. Розроблено «розумні» обшивки корпусів морських суден, літаків, самозміцнювальні лопаті гвинтокрилів, звукопоглинальні промислові конструкції.

Створення теоретичних основ процесу каталізованої спрямованої кристалізації дало змогу синтезувати багато нових будівельних *склокристалічних матеріалів*.

Висока хімічна стійкість, високий опір дії тертя, декоративні, оптичні та низка інших фізико-хімічних властивостей роблять ці матеріали досить перспективними в будівельній, гірничодобувній, коксохімічній, хімічній та оптоелектронній промисловості, у побуті тощо.

Новим напрямом є розроблення біологічно активних матеріалів, які здатні зрощуватися з живою кістковою тканиною, - *біоситалів*. Найважливішою соціально значущою галуззю застосування нових матеріалів є медицина, яка потребує нових матеріалів для медичних інструментів, обладнання та протезування. Матеріали для ендопротезування мають бути біосумісними (біоінертними, біоактивними) з відмінними фізико-механічними характеристиками, стабільними властивостями, довговічними. Застосування імплантатів з біоінертних *вуглецевих матеріалів* скорочує терміни післяопераційної реабілітації та виключає повторні операції.

Розвиток робіт у галузі синтезу й вивчення будови *біокерамічних матеріалів на основі гідроксилапатиту* зумовив створення нових біологічно активних матеріалів. Вони абсолютно сумісні з тканинами організму людини, стимулюють ріст кісткової тканини. Застосування біокераміки веде до принципових змін у реконструктивно-відновлювальній хірургії, стоматології та травматології. У всьому світі ведуться роботи з використання капсул з гідроксилапатиту для цільового направлення лікарських засобів у потрібний орган.

2. РОЛЬ ХІМІЇ У РОЗВИТКУ НОВИХ НАПРЯМКІВ ТЕХНОЛОГІЇ

Хімічні технології відіграють провідну роль в освоєнні *надпровідності*. Надпровідники використовують у медичних томографах, сепараторах для тонкого

очищення речовин, накопичувачах енергії, приладах та установках індустріальної фізики.

Мембрани та мембранні технології широко застосовують у різних сферах діяльності, передусім для ефективного розділення рідких і газуватих середовищ, вилучення цінних продуктів зі стічних вод і газових викидів, для сепарації йонів у батареях, паливних елементах, в електрохімічних процесах. Їх використовують в апаратах «штучна нирка» та «штучна легеня», для добування надчистих речовин і зон у мікроелектроніці, виділення термолабільних біологічно активних речовин тощо. Біокаталітичні, енерго- та інформаційно-перетворювальні мембрани використовують як біосенсори у пристроях для моніторингу.

Стрімко розвивається повий напрям - **комп'ютерний дизайн** нових продуктів і технологій їхнього виготовлення. Широкі можливості методу дають змогу здійснювати комп'ютерне конструювання матеріалу із заданими механічними властивостями. На основі цього методу розроблено: **градієнтні композиційні матеріали, високоміцну конструкційну кераміку з нанокристалічною структурою**, технології нанесення зміцнювальних і захисних покриттів па деталі відповідального призначення тощо.

Однією з ефективних новітніх технологій є **самопоширювальний високотемпературний синтез**. Для нього характерні висока продуктивність, використання замість електричної хімічної енергії реагентів, значне спрощення високотемпературного обладнання та можливість розв'язування різноманітних технологічних завдань. Часто використання самопоширювального високотемпературного синтезу дає змогу в одну стадію одержати як сам матеріал, так і виріб з нього. Це зумовлює значне зниження витрат на виробництво **продукції** та зменшення її собівартості. Добуті в цей спосіб композитні порошки титан-хромового карбиду з нікелем використовують в авіаційній промисловості для захисту вентиляційних лопаток турбін від високотемпературної корозії та зношування. Перспективним є використання в медицині імплантатів з титан нікеліду, що «запам'ятовує» форму.

Хімічні технології забезпечують людство новими матеріалами з особливими властивостями, які мають працювати в **екстремальних і особливо екстремальних умовах**. Створення морських бурових платформ потребує застосування нових високоякісних **сталей, покриттів, технологій зварювання та зварювальних матеріалів**. Атомна енергетика також використовує матеріали з особливими властивостями, зокрема **спеціальних сплавів** на основі цирконію, ніобію, ербію. Потребу в принципово нових матеріалах зумовлено й бурхливим розвитком **оптоволоконної техніки, нанотехнологій і мікромашин**.

Пейнт-технології - узагальнена назва наукомістких технологій у виробництві та застосуванні **лакофарбових матеріалів**. Ідеться про науково-технічний прогрес у галузі оброблення поверхонь і створення па них захисних покриттів. Пейнт-технології використовують у машинобудуванні, легкій промисловості, будівництві, транспорті тощо.

Науково-технічний рівень промислових технологій, які ґрунтуються па **каталітичних процесах**, є визначальним у нафтопереробній, хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості. Використання каталізаторів забезпечує мало-

відходність, низьку енергомісткість технологій добування конкретних хімічних речовин і композицій цільового призначення.

Використання *надвисоких тиску та температури, сильних електричних або магнітних полів* відкриває шляхи до синтезу нових матеріалів, які можуть бути технологічно важливими.

Органічна електроніка базується на органічних напівпровідникових матеріалах. Її можна просто роздруковувати з розчину, тоді як виробництво електроніки на основі неорганічних матеріалів здійснюють за високих температур у вакуумі. Така електроніка може бути дуже дешевою, а тому й одноразовою. Її можна використовувати для створення інтелектуальної упаковки. Одяг теж може містити інтегровані елементи органічної електроніки, оскільки її покриття здатні набувати будь-якої форми.

3. РОЛЬ ХІМІЇ У РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ, СИРОВИННОЇ, ЕНЕРГЕТИЧНОЇ, ЕКОЛОГІЧНОЇ ПРОБЛЕМ

3.1. Глобальна продовольча проблема полягає в недостатньому забезпеченні певної частини населення Землі продовольством. Її вияви характерні передусім у найбідніших країнах третього світу.

Нестача продовольства та його низька якість негативно впливають па здоров'я людей, якість робочої сили та продуктивність, тобто перешкоджають економічному розвитку. Це також спричиняє соціальну й політичну напруженість і конфлікти як у регіонах, що потерпають від продовольчих проблем, так і у глобальному світі.

Як досягнення хімії можуть сприяти розв'язанню продовольчої проблеми? Хімічна промисловість постачає виробників сільськогосподарської продукції ефективними *добривами* (*пригадайте, які добрива називають мінеральними*). Застосування добрив дає змогу збільшити врожайність і поліпшити якість продукції рослинництва. У результаті застосування їх підвищується стійкість рослин проти хвороб, рослини ефективніше використовують вологу, пришвидшується дозрівання врожаю тощо. Щоб підвищити ступінь використання азотних добрив, уживають заходи для зменшення їхньої розчинності. Покриття гранул добрив тонкою плівкою із незначною проникністю подовжує термін їхньої дії у ґрунті, зменшує здатність до злежування та гігроскопічність, уможлиблює транспортування насипом. Використання органо-мінеральних добрив, які виготовляють па органічній основі (гній, послід, тверді побутові відходи, рештки деревини та опалого листя, торф тощо) добавлянням до неї мінеральної речовини, унесення їх у ґрунт поліпшує баланс та умови живлення рослин. Нові види органо-мінеральних добрив створюють утилізацією твердих побутових відходів з великим умістом органічних речовини - харчових відходів, залишків паперу, тканини, деревини тощо.

Для вирощування й збереження врожаю велике значення має захист рослин і продукції рослинного походження від шкідливих організмів за допомогою хімічних засобів.

Сучасні *засоби захисту рослин* мають відповідати одночасно низці критеріїв, якими є ефективність, безпечність для довкілля та здоров'я людей, доступність

за ціною для сільгоспвиробників, сталість за фізико-хімічними параметрами. Зберігання препарату не має потребувати надто особливих умов, а застосування - призводити до швидкого звикання до нього в цільових організмів (бур'янів, хвороботворних бактерій, вірусів, грибів, шкідників). *Регулятори росту*, які стимулюють або гальмують ріст і розвиток рослин, також є продуктами хімічної промисловості.

Хімізація тваринництва – це комплекс заходів, що сприяють підвищенню якості кормів та продуктивності тварин. Ідеться про виробництво хімічних консервантів (*наведіть приклади*) і стабілізаторів кормів, кормових дріжджів і мікробіологічного білка, використання сечовини та інших кормових добавок, застосування стимуляторів росту тварин. Хімічне консервування зелених кормів забезпечує збереження поживних речовин, пригнічує розвиток гнильних і маслянокислих бактерій, запобігає небажаним ферментативним процесам.

Зберігання харчової продукції також ґрунтується на досягненнях хімії. Зокрема, людство здавна використовує *консерванти* для збільшення терміну зберігання харчових продуктів (*наведіть приклади*). Пластикові харчові контейнери, пакети, плівка та інша тара також допомагають зберегти якість харчових продуктів. Сучасні пакувальні матеріали (*наведіть приклади*) вирізняються високими споживчими властивостями. Збільшенню терміну придатності продуктів сприяє їхнє упакування в газомодифікованому середовищі. Завдяки правильно добраній суміші газів (кисень, аргон, азот, вуглекислий газ) упаковані в такий спосіб продукти зберігають мікрофлору, а термін зберігання збільшується без втрати смакових, корисних якостей, товарного вигляду й навіть без використання спеціальних добавок і консервантів.

3.2. Глобальна сировинно-енергетична проблема полягає в необхідності забезпечення потреб людства в сировинних та енергетичних ресурсах. Причина цього полягає передусім у тому, що природна сировина, зокрема й паливні ресурси, здебільшого є *вичерпними*. Щоб розв'язати проблему нестачі сировини, потрібно використовувати її комплексно, створювати безвідходні виробництва, рецикулювати й регенерувати, використовувати промислові й побутові відходи для вироблення корисної продукції. Усі ці процеси тісно пов'язані з хімічними перетвореннями (*наведіть приклади*).

Поширенішою стає практика використання різних контейнерів для попереднього сортування сміття (*наведіть приклади найбільш придатних для багаторазової переробки побутових відходів*).

Новітні хімічні матеріали та технології мають велике значення для розв'язування енергетичної проблеми. Наприклад, повий сонячний фотогальванічний елемент з органічних речовин здатний конвертувати в електричну енергію 17,3% сонячного світла, що потрапляє на нього. Колишній рекорд сонячних батарей становив 14%. Розроблено літій-іонні акумулятори, які не втрачають продуктивності за температури -70°C . У перспективі такі акумулятори зможуть поліпшити роботу смартфонів і електромобілів узимку, а також бути корисними для техніки, експлуатованої на великих висотах, або для апаратів, які досліджують поверхню небесних тіл Сонячної системи - планет і їхніх супутників.

Розроблено спосіб, що дає змогу перетворити іржаві залізні вироби на ідеальні електроди для калій-іонних джерел живлення. Особливість методу полягає в тому, що іржу не видаляють, а перетворюють на сітчасту структуру, здатну накопичувати катіони Калію. Електропровідність і стабільність нових електродів під час повторюваних циклів «зарядка / розрядка» забезпечує покриття з графену.

Ці та інші розробки свідчать про величезне значення хімії в розв'язуванні глобальних проблем людства - продовольчої, сировинної, енергетичної.

3.3. Глобальна екологічна проблема зумовлена перевищенням допустимих господарських навантажень па довкілля без належного врахування його можливостей, унаслідок чого воно деградує. Ідеться про збезлісення і виснаження земельних ресурсів, деградацію ґрунтів, забруднення екосистеми відходами виробничої та невиробничої діяльності людини.

Рідкими відходами забруднено насамперед гідросферу, причому головними забруднювачами є стічні води й нафта. Надзвичайно небезпечним є забруднення атмосфери пилоподібними й газуватими відходами, викиди яких безпосередньо пов'язані зі згорянням мінерального палива та біомаси, а також з гірськими, будівельними та іншими земляними роботами. Небезпеку для довкілля становлять і викиди парникових газів (*назвіть ці гази та джерела їхнього надходження в атмосферу*).

Як цьому може зарадити використання досягнень хімічної науки та виробництва? Для рекультивації ґрунтів використовують різноманітні хімічні меліоранти (*наведіть приклади*), зокрема такі, що знижують рухливість катіонів важких металічних елементів у ґрунті. Для укріплення зсувів використовують геотекстиль, основною сировиною для виробництва якого є поліпропілен або поліестер - продукція хімічної промисловості. Важливо (*поясніть чому*), що для виробництва геотекстилю використовують рециклізовані полімери. Наприклад, поліестерні волокна виготовляють переробленням використаних пластикових пляшок. Натомість поліпропіленовий геотекстиль виробляють з первинної сировини.

Для запобігання забрудненню повітря та ліквідування наслідків цього явища використовують фільтрацію (матеріали для фільтрів є продукцією хімічної промисловості), адсорбційні (*поясніть їхню суть*) та каталітичні (хімічні перетворення токсичних компонентів па нетоксичні) методи. Для видалення з повітря домішок сульфур(IV) оксиду, амоніаку застосовують хімічні реакції за їхньої участі.

Для збирання розливів нафти та нафтопродуктів також використовують адсорбенти, створені па основі сучасних наукових розробок.

Стічні води очищують за допомогою реакцій осадження. Під час оброблення стічних вод реагентами відбувається їхня нейтралізація, знебарвлення та знезараження (*наведіть приклади*).

Одним з головних наслідків екологічної кризи на планеті є зубожіння її генотипу, зменшення біологічного різноманіття через руйнування життєвого середовища рослин і тварин. Тому багаторазова переробка відходів, зокрема й хімічними методами, зменшення витрат сировини та енергії у хімічній промисловості (і не лише) сприятимуть зменшенню негативного впливу людини па довкілля.

4. «ЗЕЛЕНА» ХІМІЯ: СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ ПЕРЕД ХІМІЧНОЮ НАУКОЮ ТА ХІМІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

4.1. Поняття про «зелену» хімію

Минулого року на заняттях з хімії ви ознайомилися з концепцією сталого розвитку, яка почала формуватися в 70-ті роки минулого століття, а сьогодні на рівні ООН підтримується всіма країнами світу. Головний принцип цієї концепції – «передати» нашу планету нащадкам невиснаженою та забезпечити їхній розвиток, не гірший за наш, а не примусити їх розв'язувати численні екологічні проблеми. Ця концепція є комплексом економічних, соціальних, наукових і технічних змін, що потребують заходів та реформ на державному рівні в різних сферах нашого життя.

Із боку хімічної спільноти та хімічного виробництва дотриманням цієї концепції є слідування принципам нового напрямку хімії — Зеленої хімії (Green Chemistry). Зелена хімія почала розвиватися на початку 90-х років ХХ століття як науковий напрямок із удосконалення хімічних процесів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Зелена хімія має багато спільного з екологічною хімією. Але екологічна хімія досліджує насамперед способи усунення забруднювачів довкілля та обмеження їх поширення. А головним завданням Зеленої хімії є зміна способів одержання речовин і технологічних процесів, щоб навіть не виникало забруднювачів навколишнього середовища або утворювалося якомога менше.

Останнім часом принципи Зеленої хімії дедалі більше підтримуються суспільством, про що свідчить багато фактів. Зокрема, 2005 року Нобелівську премію з хімії отримали Р. Граббс, Р. Шрок та І. Шовен за розвиток методу метатезису в органічному синтезі, який модифікує багато виробничих процесів під час обробки ненасичених сполук з урахуванням принципів Зеленої хімії. А від 1996 року в США запроваджено щорічну Президентську премію, якою нагороджують учених та корпорації, котрі втілюють у хімічні технології принципи Зеленої хімії.

4.2. Принципи «зеленої» хімії

В одному з перших посібників із Зеленої хімії (П. Т. Анастас, Дж. Уорнер «Зелена хімія: теорія і практика») було сформульовано 12 принципів цього напрямку науки. Сьогодні існує багато різних версій цих принципів, найпоширенішою з яких є «**PRODUCTIVELY**»:

Prevent wastes	краще попередити утворення відходів, ніж потім їх переробляти
Renewable materials	реагенти та витратні матеріали мають бути відновлюваними
Omit derivatization steps	уникати побічних реакцій та проміжних продуктів

Degradable chemical products	хімічний продукт має бути біорозкладним (після використання розкладатися на безпечні речовини, а не накопичуватися в навколишньому середовищі)
Use safe synthetic methods	застосовувати методи синтезу з використанням найбільш безпечних для людини й довкілля речовин
Catalytic reagents	застосовувати переважно каталітичні процеси, до того ж найбільш селективні
Temperature, pressure ambient	здійснювати реакції за умов, максимально наближених до звичайних
In process monitoring	створювати аналітичні методики для постійного моніторингу хімічних процесів у реакторах
Very few auxiliary substances	використовувати якомога менше розчинників і допоміжних речовин
E-factor, maximize feed in product	ураховувати E-фактор, максимально збільшувати вихід продукту реакції
Low toxicity of chemical products	синтезовані речовини мають бути менш токсичними, ніж реагенти
Yes, it is safe	застосовувати речовини та форми речовин із мінімальною небезпекою у використанні (спричинення опіків, отруєнь, витоків, вибухів, пожеж тощо)

4.3. Як дотримуватись принципів «зеленої» хімії

Принципи Зеленої хімії тільки починають ставати складовою нашого життя. Людство робить лише перші кроки в цьому напрямку, хоча певні досягнення вже існують.

Принципам Зеленої хімії відповідає одержання й використання біодизелю та біоетанолу, про що ви дізналися минулого навчального року. Це зменшує споживання (спалювання) викопного палива. А кількість утвореного вуглекислого газу внаслідок спалювання рослинного пального фактично дорівнює тій кількості CO₂, яку поглинули рослини з повітря в процесі фотосинтезу.

Наукова спільнота закликає людство взагалі відмовитися від спалювання нафтопродуктів. Відомо, що сьогодні лише 5% сирової нафти використовують для виробництва синтетичних хімічних речовин, більша частина йде на пальне. Нафтову сировину необхідно використовувати винятково для синтетичної хімії, а спалювати біопальне, синтезоване з біомаси.

Останнім часом деякі хімічні компанії відмовляються від використання «класичних» органічних розчинників: дихлороетану, хлороформу, бензену тощо. Сьогодні проводять наукові дослідження щодо заміни їх безпечними речовинами в надкритичному стані, коли за певних умов (тиск і температура) — у так званій потрійній точці — речовини переходять у надкритичний стан, де поєднуються властивості рідини та газу. Наприклад, вода і вуглекислий газ у надкритичному стані є дуже ефективними розчинниками, не гіршими за традиційні неполярні органічні розчинники.

У Центрі каталізу в м. Аахен (Німеччина) розробляють технологію використання вуглекислого газу, який виділяється на теплових електростанціях під час спалювання вуглеводневого палива, для синтезу багатоатомних спиртів. Знизити викиди вуглекислого газу в такий спосіб не вдасться (не більш ніж на 1%). Але ця технологія дозволяє на 15% знизити обсяги використання органічної сировини, необхідної для виробництва багатоатомних спиртів.

Сьогодні в наукових лабораторіях розробляють способи модернізації технологій із метою «озеленити» хімічні виробництва. Але засновники Зеленої хімії закликають змінити саму філософію підходу до модернізації виробництва. Як аргумент вони наводять той факт, що більшість хімічних засобів покупці обирають не заради їх хімічної формули, а заради корисного ефекту від них. Наприклад, мийні засоби люди купують для миття посуду, і краще продається той засіб, що миє краще, а не той, у якого «унікальний» хімічний склад.

Отже, відповідно до принципів Зеленої хімії, насамперед необхідно думати про кінцевий результат, а не про певні речовини. Наприклад, можна створювати суперфективні мийні засоби для видалення нагару зі сковорідки з хитромудрою формулою чи привабливим запахом. А можна покрити сковорідки антипригарним покриттям, щоб цей нагар не утворювався. Якщо до хімічної промисловості застосовувати такий підхід, тоді Зелена хімія вийде на новий рівень розвитку і стане невід'ємною частиною нашого життя.

Підсумки:

1. Без розвитку хімії неможливий прогрес багатьох сфер, від яких безпосередньо залежать здоров'я та благополуччя людини.
2. Продовольча, сировинна та енергетична проблеми є глобальними проблемами людства.
3. Матеріали, створені хімічною промисловістю, та хімічні технології використовують для розв'язування глобальних проблем людства.
4. «Зелена» хімія - це принципово новий, безпечний для людини і планети підхід до організації виробництва хімічних речовин і принципів їх використання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ:

1. Схарактеризуйте роль хімії у створення нових матеріалів. Наведіть приклади з вашого повсякденного життя.
2. Які нові напрямки технологій створені за допомогою хімії?
2. Назвіть причини виникнення глобальної продовольчої, сировинної, енергетичної та екологічної проблем.
3. Складіть перелік простих щоденних дій, які сприятимуть розв'язанню продовольчої, сировинної, енергетичної та екологічної проблем людства.
4. Що таке «зелена» хімія? Схарактеризуйте принципи «зеленої» хімії

Домашнє завдання: скласти конспект.