

Електронна бібліотека

Курс “ Основи хімії”

На допомогу студентам. Довідкові матеріали.

1. Основні етапи розвитку хімії.

Історичний період	Період розвитку хімічного знання	Стрижнева проблема періоду, або його парадигма
Античність (V ст. до н.е .- V ст. н.е.)	Донауковий період	Зародження та розвиток “хімічного мистецтва”
Середньовіччя та Відродження (VI - XVII ст.)	Алхімічний період Період об'єднання. Ятрохімія	Пошуки “філософського каменя” та “еликсиру життя”. Виготовлення лікарських препаратів.
1750-1870 рр.	Становлення класичної хімії	Розробка атомно-молекулярного вчення
1870-1930 рр.	Класична хімія	Атомно-молекулярна теорія
1930-2003 рр.	Некласична хімія	Квантова теорія

2. Структура сучасної хімії.

Процеси інтеграції та диференціації наукового знання перетворили хімію на систему наук, які відрізняються предметом дослідження.

Назва галузі	Предмет дослідження
Неорганічна хімія	Хімічні елементи Періодичної системи та їхні сполуки
Органічна хімія	Вуглеводні та їх похідні
Хімія ВМС	Будова, властивості та методи синтезу полімерів
Теоретична (загальна) хімія	Теоретичні уявлення, закони та концепції хімії.
Фізична хімія	Закономірності перебігу хімічних реакцій
Термохімія	Перетворення енергії під час хімічних реакцій
Електрохімія	Зв'язок між електричними процесами та хімічними реакціями
Фотохімія	Зв'язок між світловими явищами та хімічними реакціями
Радіохімія	Перетворення радіонуклідів
Аналітична хімія	Методи встановлення якісного та кількісного складу та будови зразків речовини .
Геохімія	Поширеність та кругообіг хімічних елементів у природі та їх роль у геологічних процесах.
Біохімія	Хімічні реакції в живих організмах
Фармацевтична хімія	Методи виробництва лікарських препаратів
Квантова хімія	Будова речовини з точки зору квантової механіки
Хімічна технологія	Методи виробництва хімічних продуктів із сировини та напівфабрикатів

3. Роль хімії у створенні нових матеріалів для сучасної техніки та сільського господарства.

Створення нових матеріалів — це істотна необхідність нашого сьогодення. У сучасних технологіях часто застосовують високі тиски, температури й агресивну дію хімічних речовин. Матеріали, які використовуються, зокрема в машинобудуванні, недостатньо стійкі і міцні. Тому обладнання передчасно зношується, потребує частих замін та ремонтів. Нових матеріалів вимагають і нові галузі техніки: космічна, атомна тощо. Для практичних потреб необхідні такі матеріали, як метали, полімери, кераміка та композити.

З металів найнеобхіднішими і надалі будуть сталі. Технічне переоснащення металургійної промисловості пов'язане з переходом на виплавляння сталей в конвертерах і електропечах. Це зменшує вигар металу і розширює асортимент вироблених сталей. Стримуючим фактором тут може бути дефіцит жаростійких і вогнетривких матеріалів.

Важливим джерелом добування металів є **вторинна сировина**. Наприклад, при нинішньому рівні рециркуляції міді її вистачить на 100 років, а якщо його довести до 90 % - то на 300 років. До того ж будівництво малих металургійних заводів, що працюють виключно на металоломі, показало їх високу ефективність в експлуатації при добуванні нових спеціальних видів прокату.

Серед різноманітних способів обробки металів особливе місце займає **порошкова металургія**. Вона полягає у формуванні виробів з металічного порошку з наступним їх нагріванням до спікання частинок металу. Це перспективний ресурсозберігаючий спосіб. У цьому виробництві виключаються доменний і сталеплавильний процеси, прокатка, обробка металів різанням, тобто складні енергоємні процеси, екологічно брудні, з великими витратами теплоти і металу.

Підвищення якості металів і виробів з них як один із головних напрямів економії матеріалів базується на легуванні сталей, тобто введенні в сталь тугоплавких металів: ніобію, вольфраму, молібдену та інших для добування більш твердих і тугоплавких сталей. Щоб запобігти виникненню дефіциту цих металів, легування ведуть комплексом доступних чи більш поширених металів - хрому, нікелю і ванадію.

Підвищити жаростійкість сплавів вдається, крім загартування, ультразвуковою обробкою розплавів під час кристалізації. Таким способом досягається підвищення робочої температури лопаток турбін із сплаву нікелю з кобальтом від 880 до 1000 °С.

Все більше впроваджують у металургію **безперервне розливання** сталі, що не тільки скорочує цикл виробництва, а й підвищує якість відливок. При звичайній відливці заготовок верхня частина злитка, що становить майже чверть усієї відливки, виходить пористою, її треба відрізати і повертати на переплавку. Безперервне розливання звільняє від цієї подвійної роботи, бо сплав утворюється більш однорідний. У перспективі поєднуюватиметься безперервне лиття з вакууму.

Велике майбутнє у застосування **плазмової металургії**. У металургії під впливом плазми відбувається термічна дисоціація руди, реагуючі речовини швидко утворюють гомогенну систему. Під дією плазми не тільки інтенсифікується відновлення заліза, а й скорочується металургійний цикл: двостадійний процес (домна - конвертер) стає одностадійним (пряме відновлення), необхідність шихтування й агломерації руди відпадає. Плазмова металургія дає змогу переробляти руди комплексно, а це спосіб розв'язання проблеми безвідходних виробництв у металургії.

Як самостійний клас нових матеріалів можна розглядати **особливо чисті метали**. У них вдалося знизити вміст домішок до $1 \cdot 10^{-6}$ — $1 \cdot 10^{-7}$ %.

До 1925 р. увесь титан у світі мав 0,5 — 5 % домішок, його технологічно не можна було обробляти. Тепер добуто чистий титан, який кується, витягується в дріт, а при прокатуванні утворюються листи й навіть фольга. Саме добування чистих цирконію і танталу дало можливість запровадити їх у машинобудування й атомну енергетику.

Базова роль металів у конструкціях машин зберігається. Але все більше використовують **синтетичні високомолекулярні речовини (полімери)**. Поряд із добре відомими їхніми властивостями: низька густина, стійкість проти агресивного середовища, добрі діелектричні і теплофізичні показники, стійкість

проти стирання — за останні роки добуто полімерні матеріали з іншими важливими якостями. Деякі з них мають велику міцність на розрив — до 2000 кг/мм² і термостійкість до 1000 °С. Головною проблемою полімерів є їх ще явно недостатня довговічність.

Неможливо нині уявити собі економіку і повсякденне життя без синтетичних каучуків, без хімічних волокон, з яких виготовляють не тільки одяг, й вироби технічного призначення (капронові деталі, риболовецькі сітки тощо).

Все більше використовуються пластмаси. Це лінолеум для підлоги й плівкові матеріали для стін, санітарно-технічні вироби і тепло- та звукоізоляційні матеріали. А синтетичні смоли й відходи деревообробки впроваджуються у виробництво деревинно-стружкових і деревинно-волокнистих плит, які використовують для оздоблення приміщень.

Дуже поширеним матеріалом є папір — продукт переробки целюлози. Але целюлозний папір м'якший проти вологи, сонячного світла, коливань температури. Він швидко висихає, починає ламатись. Папір руйнують гриби та мікроорганізми, з'їдають багато видів комах.

Хіміки постійно працюють над удосконаленням паперу, підвищенням його міцності. Зокрема, в папір вводять синтетичні волокна (лавсан, нітрон, поліпропілен). Папір з акрилових волокон не боїться розведених соляної, азотної і сірчаної кислот. Його можна використовувати як електроізолятор в агресивних середовищах до температури 130 °С. Папір на основі фторопласту (тефлону) не чутливий до дії кислот і лугів. Дуже міцний і хімічно стійкий папір із нейлонових і поліефірних волокон, з нього виготовляють фільтри для агресивних рідин. Єдиний недолік паперу із синтетичних волокон, як і інших видів нецелюлозного паперу, — висока його вартість.

Целюлозний папір, що містить 20—30 % графітового волокна, проводить електричний струм і в той же час має великий опір. Папір із чистого вуглецю відзначається високою хімічною стійкістю і малою теплопровідністю. Він є основою шаруватих пластиків для виготовлення апаратів, що працюють під високим тиском і при високих температурах, і як упаковка при транспортуванні радіоактивних ізотопів.

Після металів та полімерів третім за значенням матеріалом останнім часом називають **кераміку**. Це дуже різноманітна група матеріалів, які добувають спіканням порошків природного і штучного походження. Хоча пружність кераміки обмежена, коефіцієнт її термічного розширення змінюється в широких інтервалах. Серед керамічних матеріалів є ізолятори і надпровідники. Порівняно з металами й полімерами керамічні матеріали стійкіші проти зносу, корозії і радіації. Головним є те, що кераміка доступна й має невичерпні джерела сировини. До керамічних матеріалів відносять карбіди і нітриди силіцію, оксиди алюмінію та магнію тощо. З них виготовляють форми для литва, сопла ракет, турбін, футерують печі тощо. Важливим технічним завданням є створення керамічних газотурбінних, дизельних двигунів і двигунів внутрішнього згорання різного призначення.

Новими й перспективними матеріалами стають **композити**. Це неоднорідні (гетерогенні) системи, що мають матрицю (метал, сплав, полімер, кераміка) і наповнювач (порошок, стружка, волокно), які перебувають у фізико-хімічній взаємодії. Композиційні матеріали міцні і жаростійкі. Так, композит із 80 % сплаву залізо-нікель-кобальт-хром і 20 % нітрату силіцію використовують у теплообмінних апаратах, газових турбінах, ракетних двигунах, бо він жаростійкий (до 1100 °С). Значний внесок у вивчення сплавів вніс академік М. С. Курнаков (1860—1941 рр.). Він розробив новий метод дослідження сплавів — фізико-хімічний аналіз. За допомогою цього методу встановлено залежність між складом і властивостями багатьох сплавів, відкрилася можливість добувати сплави з наперед заданими властивостями: кислототривкі, жароміцні, надтверді тощо. Велике майбутнє у **напівпровідників**, які виготовляють з речовин високої чистоти. Матеріали для радіоелектроніки (силіцій, германій тощо) та атомної енергетики (уран, цирконій, берилій, графіт) не повинні містити домішок більше як $1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-5}$ %.

Величезні споруди, деталі космічних і підводних кораблів, найточніші оптичні прилади неможливо створити без **скла**. Звичайне, або віконне, скло має чимало вад: легко б'ється, тріскається від незначного перепаду температур. Це не може задовольнити потреби науки, техніки і навіть побуту. Сучасна хімічна технологія створила цілу низку матеріалів зі скла з найрізноманітнішими сферами використання. Розглянемо деякі приклади.

Введення мінімальних кількостей сполук Феруму (III), Плюмбуму, Титану і Хрому дало змогу добути скло, яке добре пропускає ультрафіолетові промені. Тому його використовують у будівництві соляріїв,

зимових садів, плавальних басейнів. А скло з підвищеним вмістом сполук металів затримує ультрафіолетові промені. Так, сполуки феруму(II) надають склу властивості затримувати теплові й інфрачервоні промені і тому в приміщеннях з таким склом завжди прохолодно.

Скло, яке містить підвищену кількість важких металів, непрозоре для радіації, тому годиться для виготовлення оглядових віконць у «гарячих зонах» атомних реакторів.

При загартуванні скла вдалося добути дуже міцний матеріал. У нашій державі його називають сталініт. Він пружний, як сталеві пружина, лист сталініту витримує удар чавунної кульки масою в 1 кг з метрової висоти, яка відскакує від його поверхні, як від кам'яної плити. Багат шарове скло, виготовлене з тонких (0,05 мм) листів скла (50 і більше листів) за допомогою спеціального клею, стійке проти ударів куль, мікрометеоритів, глибинних та космічних тисків, різних перепадів температур.

Особливої уваги заслуговують склокристалічні матеріали, добути введенням у розплавлене скло каталізаторів, головним чином оксиди титану, які викликають утворення центрів кристалізації. Такі частково закристалізовані стекла назвали *ситалами*. Деякі види ситалів добувають на основі металургійних або паливних шлаків (шлакоситали). Це міцні, хімічно і термічно стійкі матеріали з малим тепловим розширенням, добрі діелектрики, деякі їхні кращі зразки міцніші високовуглецевої сталі. Нині властивості таких матеріалів інтенсивно вивчаються, вони мають великі перспективи використання в будівництві, хімічній промисловості, оптиці і у авіації.

Порівняно новими матеріалами є **склопластики**, які добувають із скломаси і смол. Цей моноліт в 3—4 рази міцніший а звичайну сталь, в 4 рази легший за неї, не піддається корозії. З нього виготовляють вагони, корпуси кораблів і навіть ракети.

Як бачимо, роль хімії у створенні різноманітних матеріалів, яких ми розглянули лише деякі, дуже велика. Хімізація виробництва — це широке й ефективне використання в матеріальному виробництві хімічної технології яка розробляє промислові методи перетворення сировини в речовини з новим складом, будовою і властивостями. Вперше термін «хімізація» використав у 1924 р. академік Д. М. Прянін і шніков стосовно сільського господарства.

У цьому напрямі найважливішим є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва за допомогою *мінеральних добрив* — солей, що відновлюють родючість ґрунту і підвищують урожайність рослин. Кожна тонна добрив при грамотному застосуванні дає змогу з 1 га додатково одержати 6—8 т зерна, 6—10 т бавовни, 6—7 т цукрового буряку, 60—100 т картоплі.

Елементами родючості агрохіміки називають Калій, Фосфор і Нітроген. Саме наявність у ґрунті достатньої кількості цих елементів забезпечує майбутнє урожаю. Крім них, рослинам необхідні Кальцій, Магній та мікроелементи: Бор, Манган, Купрум, Молібден, Цинк, Кобальт тощо.

Найважливішими мінеральними добривами є азотні, бо саме Нітроген входить до складу амінокислот білків — основи живого організму. Хоча азоту в атмосфері більш ніж достатньо, рослини його не засвоюють. Рослинам потрібний зв'язаний азот, який міститься в ґрунті лише у двох формах - аміачній (солі амонію, аміди) та нітратній (солі азотної кислоти).

Вже більше 80 років сполуки Нітрогену добувають у промисловості, а 94 % світової продукції зв'язаного азоту припадає на аміак, який одержують каталітичним синтезом із азоту та водню. Цей спосіб складний, енергоємний і дорогий. Тому в лабораторіях світу розробляються плазмохімічні способи фіксації азоту. Можливо, радикальним розв'язанням цієї проблеми буде моделювання роботи азотофіксуючих мікроорганізмів, які зв'язують азот при нормальній температурі і тиску, за допомогою ферментів-каталізаторів.

Порівняно недавно виготовлено ще одне **азотне** добриво — нітрагін, яке є бактеріальним і містить **бульбашкові** бактерії здатні зв'язувати азот повітря. Крім того, українськими вченими створений сухий нітрагін, яким обробляють насіння бобових перед висіванням. Урожай при цьому збільшується більш ніж на 10 %. Однак проблема зв'язування азоту чекає Простіших і економніших рішень, якщо враховувати щорічне зростання споживання азотних добрив у світі на 5 %. Головним завданням на майбутнє є розвиток виробництва рідких азотних і комплексних добрив, нових мікродобрив. Учені розробляють способи добування фосфорних добрив, які не утворюють у ґрунті нерозчинних сполук. Вивчаються способи добування азотних, комплексних і полімерних добрив, які не вимиваються дощами і ґрунтовими водами. Перспективними методами підвищення урожайності слід назвати використання **регуляторів росту**

рослин. У невеликих кількостях вони стимулюють ріст рослин, а в концентрованих розчинах — сповільнюють його. Природні ростові речовини відомі давно (фітогормони, гібереліни), але їх важко виділяти з природної сировини, а синтез великих кількостей стримується складною їх будовою. За останні роки синтезовані синтетичні регулятори росту. Це, наприклад, тіосечовина, трихлорфеноксіцтова кислота.

Але для збереження урожаю необхідно боротися ще і з комахами, бур'янами та хворобами рослин, які знищують щороку третину світового врожаю.

Сучасна хімія дає для цього ефективні засоби (отрутохімікати):

- **пестициди** — для боротьби із шкідниками ;
- **гербіциди** — для знищення бур'янів ;
- **інсектициди** — для знищення шкідливих комах ;
- **фунгіциди** — засоби проти грибкових хвороб рослин.

Застосування отрутохімікатів для боротьби з хворобами і шкідниками рослин ефективне за умови додержання необхідних вимог, інакше їх використання пов'язане з небезпекою.

Вчені вважають, що перспективною є ідея комплексного запровадження агротехнічних, хімічних і біологічних методів вирощування високих урожаїв.

Значно підвищується роль хімії в **тваринництві**. Добавляючи штучні білки, амінокислоти, вітаміни, антибіотики та біостимулятори до природних кормів, можна значно підвищити їхню поживність. Зокрема, 0,8 кг амінокислот на 1 т корму для свиней дає збільшення маси тварини на 20—25 %. З іншого боку, з рослинної сировини добувають антибіотики, ферменти, вітаміни, кормові дріжджі для тварин.

За допомогою синтетичної прозорої плівки захищають від морозів ґрунти при вирощуванні ранніх овочів, особливо в північних районах; використовуючи міцні легкі пластмасові труби, орошують поля тощо.

4. Хімія в побуті

Хімія побуту — це хімія засобів для підтримки в чистоті та порядку зовнішності людини, її одягу, взуття, білизни, житла, предметів вжитку, службових та робочих приміщень. Звернімося до конкретних прикладів використання досягнень побутової хімії, які полегшують прання білизни, миття посуду, прибирання та дрібний ремонт квартири, чищення одягу тощо.

Кажуть, наприклад, "косметика для волосся", "декоративна косметика", "косметика для автомобілів". Первинне значення грецького слова "космос" — порядок.

Всесвіт назвали космосом тому, що в ньому все мислилось упорядкованим. Таким чином, косметика є засобом приведення чого-небудь до порядку.

Чимало хімічних препаратів виробляє промисловість для догляду за шкірою та волоссям. Це синтетичні миючі засоби, які тонізуюче діють на організм людини, утворюють стійку піну у воді будь-якої твердості. Сучасні косметичні засоби вбирають найкраще від природи та науки, містять біологічно активні домішки, які пом'якшують шкіру та поліпшують її стан.

Для однієї з найбільш трудомістких домашніх робіт - прання — тепер використовують широкий асортимент мийних засобів, кожний з яких має свої переваги, своє призначення. Так, для прання бавовняних тканин краще застосовувати пральні порошки, що містять поверхнево-активні речовини мийної дії та в'язувачі. Спеціальні мийні пасти дають змогу зробити кольорові вироби яскравішими, вони не подразнюють шкіри рук, а при зберіганні не втрачають мийної здатності й однаково ефективні у воді будь-якої твердості. Виробляються мийні пасти, які забарвлюють вироби із вовняних, шовкових, віскозних, капронових і бавовняних тканин у різні кольори.

Вироби із синтетичних, вовняних і шовкових тканин мають властивість накопичувати електричні заряди, а тому прилипають до тіла, іскряться, посилено притягують пил. Хімічна промисловість випускає комплексні мийні засоби, які в процесі прання знімають заряди статичної електрики, а оброблені ними вироби довгий час не електризуються та звільнені від мікроорганізмів, що викликають хвороб і шлунково-кишкового тракту.

Хімія допомагає виведенню з одягу плям за допомогою вискоєфективних, універсальних препаратів, які не руйнують тканини.

Продовжити строк служби взуття, зберегти його гарний зовнішній вигляд допомагають спеціальні хімічні засоби. Креми надають натуральній і штучній шкірі еластичності та блиску, а взуття, оброблене ними, менше намокає. Виробляються і емульсійні креми, які не тільки поновлюють колір взуття, а й надають йому м'якості, добре очищають поверхню від забруднень. Існують препарати для чищення кухонного посуду, газових плит, раковин, для дезинфекції столового посуду, фарфорових виробів, кераміки.

Велику допомогу під час ремонту квартири надають різноманітні засоби для миття вікон, дзеркал, панелей, дверей, предметів із пластмаси і шкірозамінників. До того ж вони дезинфікують і дезодорують оброблювальні поверхні, заповнюючи приміщення приємним запахом. Догляд за підлогою полегшують різні мастики, замазки, фарби.

Сучасна хімія дає можливість ефективно боротися із шкідливими комахами (мухами, клопами, тарганами, мурашками). Для усунення неприємного запаху в квартирі широко використовують дезодоранти. Велику кількість корисних виробів у побуті ми маємо завдяки хімії: деталі холодильників, покриття кухонних меблів, електровимикачі, посуд, синтетичні покриття для підлоги тощо.

5. Біологічна роль мікроелементів.

Для повноцінного живлення рослин, тварин і людей потрібні щонайменше 12 елементів: Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Фосфор Сульфур, Калій, Натрій, Хлор, Кальцій, Магній і Ферум. Крім цих основних елементів, живі організми потребують у невеликих кількостях таких елементів, як Бор, Рубідій, Йод, Бром, Цинк, Марганець, Купрум, Кобальт, Молібден, Уран та багато інших. Ці елементи називають мікроелементами або мінеральними вітамінами. Вони входять до складу ферментів та інших активних білків. Сполуки мікроелементів, що вносять у ґрунт, називаються відповідно мікродобривами. З ґрунту мікроелементи вбираються рослинами, а вже з рослинної їжею потрапляють в організми тварин і людей. Наприклад, у винограді знайдено такі мікроелементи — Бор, Йод, Силіцій, Арсен, Алюміній, Стронцій, Барій, Рубідій, Манган, Купрум, Цинк, Молібден, Ванадій, Титан, Станум, Плюмбум, Талій і навіть Радій.

Цікаво, що в організмі людини мікроелементи переважно нагромаджуються в певних органах і тканинах, зокрема, Йод — у щитовидній залозі, Нікел — у підшлунковій залозі, Кадмій — у нирках, Хром — у мозку, Цинк - у зубах, Купрум — у печінці, Аргентум та Молібден - у мозку, Манган — у серці, Станум — у язичці, Плюмбум — у довгих кістках, Арсен — у нігтях і чоловічому волоссі, Аурум — в жіночому волоссі, Стронцій — у хребцях, Барій — у пигментній оболонці очей.

Яку ж роль відіграють мікроелементи в живих організмах флори і фауни? Насамперед чимало мікроелементів-біометалів входять до складу активних (каталітичних) центрів ферментів. Одним з таких ферментів є ксантинооксидаза, яку вперше відкрив у 1889—1891 рр. у криворізький біохімік І. Я. Горбачевський (1854—1942). Ксантинооксидаза — складний білок з молекулярною масою близько 300 000. Активна група згаданого ферменту містить 8 атомів Феруму і 2 атоми Молібдену. Цей фермент прискорює азотний обмін у живих організмах і насамперед пуриновий обмін, а саме, окислення в молочній та печінній кислотах пуринових основ — гіпоксантину, ксантину, аденіну, гуаніну, які утворюються при ферментативному гідролізі нуклеїнових кислот. При окисленні і пуринів формується сечова (уреатна) кислота, яка виводиться з організму. Якщо цієї кислоти утворюється багато, особливо в разі зловживання чаєм, кавою, шоколадом, м'ясом птиці і також при старечій немочі, то нирки не встигають її виводити і то вона та її нерозчинні солі — уреати — відкладаються в суглобах сухожиллях, що й спричинює подагру.

Зміна концентрації мікроелементів в організмі часто свідчить про можливе захворювання. Так, на ранній стадії хвороб печінки й селезінки різко змінюється концентрація Цинку в крові. У певних видах ракових пухлин вміст Купруму, Мангану і Цинку значно вищий, ніж у здорових тканинах. Цікаво також, що порушення нормальних концентрацій мікроелементів в організмі спричинюється також стресовими станами, вагітністю та хірургічними операціями. Збіднення організму на

мікроелементи настає і при неповноцінному харчуванні; при вживанні білого хліба замість чорного, при виключенні з раціону харчування овочів і фруктів тощо.

Вміст мікроелементів у продуктах харчування істотно змінюється при термічній і хімічній обробці їжі, а також коли продукти зберігаються в металевій і пластмасовій упаковці, яка вилучає з харчів одні мікроелементи, а забруднює їх іншими за рахунок хімічного зв'язування та вимивання.

Слід зазначити, що інтерес до пояснення ролі мікроелементів у живих організмах невпинно зростає. Виникла й успішно розвивається нова галузь науки — біонеорганічна хімія, що виникла на межі біології, біохімії, медицини, неорганічної та координаційної хімії.

Піонерами-біонеорганіками в Україні є дійсний член Академії наук К. Б. Яцимірський і його співробітники в Інституті фізичної хімії АН України. Плідних успіхів у вивченні координаційних сполук біометалів досягли й болгарські хіміки. Цікаві дослідження проводять, зокрема, науковці Пловдивського харчового технологічного інституту під керівництвом відомого вченого — професора К. Р. Манолова.

Слід зазначити, що такі d-елементи, як Хром, Манган, Кобальт, Нікол, Купрум, Цинк та інші мікроелементи виконують різні важливі функції в біологічних системах.

Для нормального росту, цвітіння та плодоносності рослин потрібен Цинк. Деякі рослини на копичують у собі помітну кількість Цинку. Поширена лікарська рослина подорожник містить його 0,02%, а фіалка — до 0,06%. Чимало Цинку і в грибах. До того він активно стимулює розвиток різних грибів (зокрема, дріжджових). У багатьох безхребетних Цинк виконує ту саму роль, що й Ферум в крові хребетних. У золі деяких молюсків міститься до 10—15% Цинку. У людському організмі його понад 0,001%, причому найбільше — в зубах (0,02%). Багаті Цинком також статеві залози, печінка, мозок, підшлункова залоза і нервова система. Щодоби людина потребує близько 15 мг Цинку, який надходить до організму з їжею. Чимало Цинку міститься також у отруті кобр і гадюк.

Цинк входить до складу активних центрів близько 30-ти ферментів і насамперед алкоголдегідрогенази, карбоксипептидази і карбоангідрази, що відіграють важливу роль в обміні речовин.

Ферум як мікроелемент бере участь в утворенні гемоглобіну і деяких ферментів. Складовою частиною молекули гемоглобіну, яка містить Ферум, називається гемом. Ферум також входить до складу м'язового білка міоглобіну і накопичується в печінці. Дуже багато заліза містять бобові, гранати. Нерідко катіони мікроелементів d-біометалів безпосередньо не входять до активних центрів ферментів, але завдяки комплексоутворенню формують своєрідні “місточки”, які зв'язують субстрат з ферментом.

Біометали — Кобальт і Купрум, як і Ферум, здатні переносити кисень у тканинах організмів. Так, у крові спрутів, восьминогів, кальмарів, устриць, а також ракоподібних Купрум входить до складу дихального пігменту — гемоціаніну. Через це кров у таких істот не червона, а блакитна.

У людини і вищих тварин Купрум у крові переноситься за допомогою транспортного білка церулоплазміну. Його молекула містить 8 атомів Купруму. Завдяки тому, що молекулярний кисень є акцептором електронів, він забирає їх у іонів Купруму, попередньо зв'язуючись із церулоплазміном. Через це останній — переносник кисню в плазмі. Інша складова сполука, що містить у своїй молекулі 2 атоми Купруму, — цереброкупреїн, вона запасає і переносить кисень у мозковій тканині. Купрум відіграє дуже важливу роль і при біосинтезі гемоглобіну.

У рослинному царстві Купрум бере участь у процесах фотосинтезу і засвоєння азоту. Підвищений вміст Купруму виявлено, зокрема, в диких лісових яблуках (кислицях), суницях, тернових ягодах, лікарських рослинах — материнці (душиці), звіробії. Особливо багато Купруму в червоному (столовому) буряку — 140 мг/100 г. Якщо ж Купрум у ґрунтах відсутній, рослини перестають плодоносити, чахнуть і гинуть. Саме тому мідні мікродобрива підвищують урожайність сільськогосподарських культур та морозостійкість. Нестача Купруму в організмах тварин і людини призводить до тяжких розладів — сповільнюється утворення гемоглобіну і настає анемія — недовокрів'я, а також руйнуються кровоносні судини. Якщо ж внаслідок деяких тяжких захворювань виходять з ладу системи, що регулюють концентрацію Купруму в організмі, то створюється її надлишок у печінці, нирках, мозку та очях. З іншого боку, помічено цілощодо дію мідних препаратів під час деяких захворювань.

Уже давно помічено, що під час холерних епідемій ця страшна пошесть дивно і загадково обминала робітників мідноплавильних заводів. Новітні дослідження підтвердили пригнічуючу й згубну дію міді на збудників не тільки холери, а й правцю, дифтериту та інших інфекційних захворювань.

Як же впливає нестача або надлишок мікроелементів на життєві функції організмів? Тут справджується «правило золотієї середини» - погано, коли їх бракує і зовсім погано, коли їх забагато. Дуже важливо також, щоб необхідні кількості мікроелементів були взаємно збалансованими як у ґрунтах, так і в продуктах харчування. Ця проблема надзвичайно важлива з погляду біохімії,

сільськогосподарського виробництва, медицини та екології.

У багатьох рослинах фотосинтез не може відбуватися без катіонів Мангану. До того ж вони прискорюють утворення хлорофілу та вітаміну С у клітинах рослин. Завдяки цьому внесення до ґрунту мікрокількостей сполук Мангану підвищує врожайність цукрових буряків, озимої пшениці, бавовника, конопель, овочевих культур, полуниць, багаторічних трав. У разі відсутності в кормах Мангану тварини погано розвиваються і втрачають здатність до розмноження. Порушення вмісту Мангану, а також Кобальту в організмі людини призводить до захворювання серцевого м'яза.

Учені - зоологи виявили, що в худоби, яка випасається **на** землях, що не містять Кобальту, розвивається тяжке захворювання — сухотка, або акабальтоз. При цьому тварини втрачають апетит, худнуть, їхня шерсть перестає блищати, а в крові різко знижується вміст гемоглобіну та кількість червонокривців. Коли ж хворе поголів'я худоби вивозили в інші місцевості або добавляли до корму мел а си (кормову патоку, що є відходом цукроварень), вони швидко видужували. В місцевостях, бідних на кобальт, зокрема в Прибалтиці, худобі в корми вводять таблетки кобальтових сполук. В Австралії і Новій Зеландії розчини кобальтових солей розбризкують з літаків над полями й пасовиськами, таким чином збагачуючи ґрунти цим біометалом.

Помічено також, що коли бджіл підгодовувати цукровим сиропом **чи** медом з невеликою домішкою сполук Кобальту, вони значно більше виробляють меду.

У разі нестачі Кобальту в людському організмі сповільнюється утворення кровотворного вітаміну цианокобаломіну, який нагромаджується переважно в печінці, селезінці та кістковому мозку.

Справжньою коморою біометалу кобальту, крім тваринної печінки, з якої вилучають вітамін В₁₂, є червоний (столовий) буряк, морква, морська капуста, ягоди вишень, чорниці, терну, шипшини, бузини, ожини, суниці, чорної смородини і шовковиці.

Важливу роль відіграє в царстві флори та фауни Молібден. Молібден сприяє засвоєнню рослинами кальцію і перетворенню мінеральних фосфатів у складні фосфатовмісні органічні з'єднання. У зеленій масі рослин міститься близько 1 мг Мо на 1 кг сухої речовини. Чимало Молібдену виявили в бобових культурах (бобах, квасолі тощо). Експериментальне встановлено, що Молібден каталізує фіксацію атмосферного азоту в азотобактеріях, які розмножуються і живуть у бульб аш ках на корінцях люцерни, конюшини, еспарцету та інших бобових культур. А це допомагає рослинам краще засвоювати інертну сполуку. Але надлишок цього металу шкідливий.

Без мікроелемента Бору неможливий нормальний ріст рослин, їх цвітіння і плодоносність. Вміст його в наземних рослинах становить 0,0001—0,1 % від маси сухої речовини. Нестача Бору в рослинах зменшує швидкість окислення цукрів, гальмує синтез білків у клітинах.

Не можуть розвиватися й плодоносити без Бору горох, цукрові буряки, овочеві і плодонісні культури, льон, бавовник, конюшина, тютюн. З урожаєм культурних рослин щороку з одного гектару зникає до 10 г Бору. Чимало Бору виносять з ґрунту кормові трави, буряки, морква і картопля.

Для нормальної життєдіяльності організмів необхідний і Флюор. Він міститься в рослинах. Багатим на Флюор є зелений чай. У попелі березового листа — до 0,1 % Флюору.

Головний компонент зубної емалі — фторид-фосфат кальцію, або фторapatит. Завдяки йому зубна емаль дуже міцна й тверда.

Якщо в їжі чи воді вміст Флюору занадто низький, то фторид-іони в емалі поступово замінюються на хлорид- або гідроксид-іони. Така хлоро- чи гідроксоapatитова емаль крихка, тріскається, а це призводить до гниття зубів — карієсу. Коли ж вміст Флюору у воді занадто високий, виникає інше гостре захворювання — флюороз, або крапчастість емалі, що також супроводжується руйнуванням зубів, адже вони тріскаються і кришаться.

Звичайно в тонні природної води міститься до 0,2 мг Флюору. У місцевостях, бідних на Флюор, п'ють воду фторують. У разі дефіциту у воді Флюору гарні результати дає вживання для чищення зубів спеціальної зубної пасти, що містить приблизно 0,1 % активного Флюору.

До важливих мікроелементів належить також йод. В організмах ссавців він перебуває у вигляді органічних сполук і насамперед гормону тетраїодотироніну (тироксину або тироїдину). Він виробляється щитовидною залозою і відіграє важливу роль в обміні речовин. В організмі людини міститься 20—50 мг йоду. Коли йоду бракує, щитовидна залоза намагається виробляти більше гормону і при цьому дуже розростається. Це одна з прикмет тяжкого захворювання — зоба («вола»), що нерідко призводить до різних фізичних і психічних розладів.

В Україні на йод бідні райони Прикарпаття. У таких місцевостях вживають йодовану кухонну сіль. Це хлорид натрію з невеликою домішкою йодиду натрію. У містах цього регіону питтєву воду йодують. Для цього у водопровідну мережу досить додати всього 1 г йодиду на 100 000 л води. З продуктів харчування, багатих на йод, слід назвати морську капусту — ламінарію, боби, горіхи, шпинат, морську рибу і молоко.

Вживання йоду в невеликих дозах поліпшує обмін речовин і, зокрема, тонізує м'язи та поліпшує

статеву функцію. Оскільки йо д впливає на білковий, а особливо жировий обмін, його застосовують для профілактики та лікування атеросклерозу. Йодидні мікродобрива підвищують вміст йоду і в сільськогосподарських культурах. Помічено, що коли корів підгодовують морськими водоростями, в них зростає удій молока, а в овець швидше виростає вовна.

Елементи-метали Калій, Натрій, Кальцій і Магній відіграють життєво важливу роль у структурі живих організмів і в біологічних процесах, які у них відбуваються. Всі рослини і тварини містять ці елементи, тому їм приділяється велика увага в біологічних і сільськогосподарських науках.

Біологічні рідини (плазма крові, піт і внутрішньо-клітинна рідина) в організмах тварин містять іони таких елементів, як Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Феррум, Хлор та ін.

Іони натрію і хлору підтримують певний осмотичний тиск крові, незважаючи на зміни зовнішніх умов, за рахунок чого клітини живого організму можуть нормально функціонувати. Вони є також складовою частиною поту, який оберігає тіло людини і тварин від перегрівання.

Важливу роль у центральній нервовій системі відіграють іони Магнію і Калію. Вони передають електричні імпульси від однієї клітини до інших клітин нервового волокна. Іони калію нормалізують тиск крові. Багато іонів Калію містяться в бобових, картоплі, яблуках, винограді.

Організму дорослої людини необхідно кожний день споживати біля 1 г Кальцію. Приблизно 99 % цієї кількості міститься у вигляді фосфату кальцію в кістковій і зубній тканинах. Без кальцію неможливе скипання крові, скорочення м'язів і функціонування нервової системи. Засвоєнню кальцію з їжі у шлунково-кишковому тракті сприяє вітамін D, нестача якого, особливо у дітей, може призвести до такої хвороби, як рахіт.

Основним джерелом іонів Кальцію є молочна їжа — молоко і сир. Магній також відіграє життєво важливу роль в організмі людини. Він необхідний для правильного функціонування м'язів і нервової системи, бере участь у формуванні кісток, обміні вуглеводів і енергетичному обміні. У день доросла людина повинна споживати 400 мг Магнію. Майже половина цієї норми задовольняється хлібом і круп'яними виробами, а також зеленими листками овочів. Магній входить до складу хлорофілу у вигляді магнійорганічного комплексу.

Калій разом з Нітрогеном і Фосфором як макроелементи необхідні рослинам у великих кількостях. Тому Калій вносять у ґрунт як мінеральне добриво у вигляді хлориду калію.

У зв'язку з металізацією біосфери, викликаною насамперед такими металами, як Меркурій, Плюмбум, Кадмій тощо, виникла загроза організму людини. Ці токсичні елементи потрапляють в організм через харчові продукти рослинного або тваринного походження. Так, великі забруднення Плюмбумом відбуваються від згоряння етилованого бензину. Тетраетилплюмбум як летка речовина потрапляє в ґрунт і забруднює рослини. Тому овочі і фрукти, вирощені вздовж автострад, містять підвищену кількість Плюмбуму, який є отрутою високої токсичності. У рослинах можуть з'явитися токсичні елементи при порушенні правил застосування отрутохімікатів, які містять Меркурій, Плюмбум, Арсен тощо. Підвищена кількість токсичних елементів може бути в зоні промислових підприємств, які забруднюють повітря і воду недостатньо очищеними відходами виробництва. Найбільше забруднюють атмосферу виробництва чорної, кольорової і хімічної металургії. Метали, які потрапляють в атмосферу, призводять також до порушення природних геохімічних циклів елементів за рахунок виникнення так званих техносферних циклів. Тому для розв'язання цієї екологічної проблеми на підприємствах необхідно ширше застосовувати безвідхідні і маловідхідні технології, комплексно використовувати сировину, а також раціонально розташовувати виробництва.

6. Хімія і охорона навколишнього середовища. Роль хімії у вирішенні енергетичної проблеми.

**Якщо природа зміниться настільки, що стане заперечувати суть виду "людина розумна", ніщо не вбереже її від долі динозавра.
М.Ф. Реймерс**

Розвиток промисловості та транспорту, збільшення населення, проникнення людини в космос, інтенсифікація сільського господарства (використання добрив, засобів захисту рослин та ін.), перевезення нафтопродуктів, відходів атомних електростанцій, випробування ядерної зброї — все це джерела глобального і зростаючого забруднення навколишнього середовища (землі, води, повітря).

У біосфері постійно перебуває близько 1 млн різних хімічних сполук антропогенного

походження — оксиди карбону, сульфуру, нітрогену, озон, метали (Pb, Os, Be, Hg) та їх сполуки, органічні речовини, гербіциди, пестициди, нітрати тощо.

Використання невідновлюваних джерел енергії веде до додаткового нагрівання навколишнього середовища. Розрахунки вчених свідчать, що виробництво хімічної, ядерної та термоядерної енергії в кількості, що дорівнює всього 1 % тієї, яку Земля одержує від Сонця, призведе до збільшення середньої температури біосфери приблизно на 1°C.

Проблема охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів - одна з найактуальніших на сучасному етапі розвитку суспільства. Через недосконалість технологічних процесів, з погляду їх відношення до навколишнього середовища, на багатьох виробництвах різних галузей промисловості утворюються багатотоннажні відходи. У вигляді газових викидів, стічних вод, шлаків вони попадають у природне середовище і наносять велику шкоду рослинному і тваринному світу, здоров'ю людей.

Основним джерелом забруднення навколишнього середовища є відходи підприємств хімічної, металургійної, машинобудівної і нафтопереробної промисловості, які щорічно викидають тільки в біосферу десятки і сотні мільйонів тонн токсичних речовин — таких як оксиди сульфуру, карбону, нітрогену, сполуки меркурію, кадмію, арсену тощо. Значним джерелом забруднення є і теплові електростанції (ТЕС), які в більшості випадків працюють на твердому паливі.

Виробляючи електроенергію, вони через димові труби викидають в атмосферу десятки мільйонів тонн частинок важких металів, оксидів сульфуру, нітрогену, карбону та інших сполук.

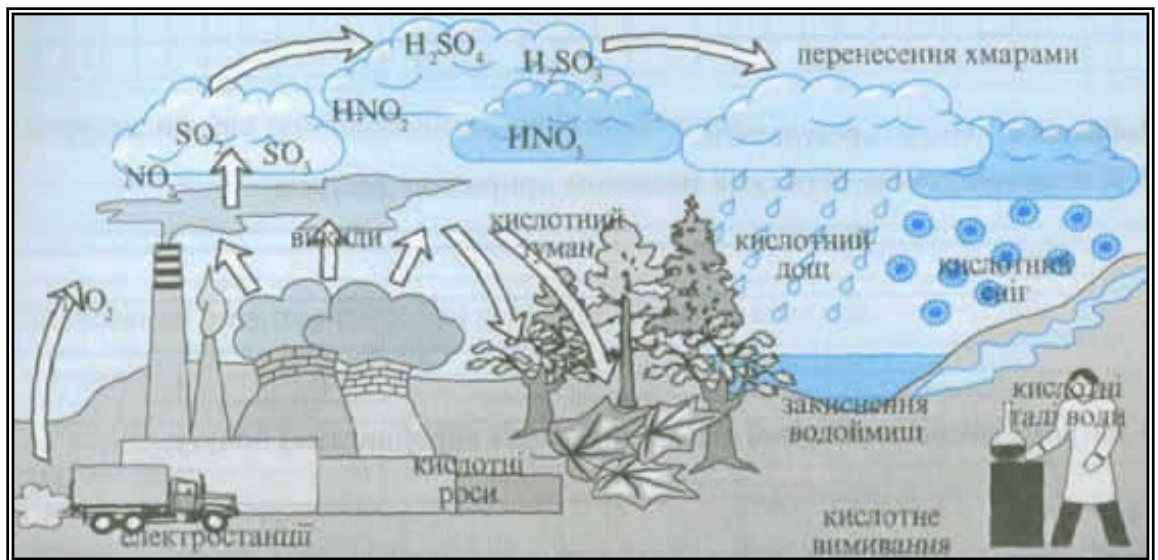
Значні маси шлаків і золи займають десятки тисяч гектарів родючих земель.

Великі забруднення виникають у зв'язку з аваріями танкерів. Щорічно в світовий океан попадає нафта, від дії якої гине рослинний і тваринний світ гідросфери.

У зв'язку із зменшенням запасів органічного палива для людини стає важливою проблема ядерної енергетики. Згідно з оцінками вчених, атомні електростанції (АЕС) більш екологічно чисті, ніж ТЕС. Але експлуатація їх повинна максимально забезпечувати безпеку людей і навколишнього середовища. У світі вже зафіксовано понад 150 аварій на АЕС із витоком радіоактивних речовин. Деякі з цих аварій, особливо на Чорнобильській АЕС у 1986 р., мали серйозний трансконтинентальний характер і нанесли великі екологічні та психологічні збитки. Вони показали, що необхідне широке міжнародне співробітництво і спільні зусилля країн для забезпечення ядерної екологічної безпеки.

У визначенні заходів з охорони навколишнього середовища до недавніх часів основним засобом боротьби з викидами (відходами) було введення в дію очисних споруд, причому тут були досягнуті значні успіхи. Наведемо деякі приклади. Однією з найнебезпечніших отрут атмосфери є оксид сульфуру (ІУ). Тільки теплові електростанції і сірчанокислотне виробництво викидають щорічно в атмосферу близько 150 млн. тонн цього газу. Це сприяє утворенню кислотних дощів, що не знають кордонів і викликають загибель живих організмів у водоймах.

Схема утворення кислотних опадів .



Дуже згубно діє діоксид сульфуру на слизові оболонки органів зору й дихання людей і викликає сильну корозію металів. Знешкоджують його абсорбційним методом за допомогою суспензії вапняку. Каталітичні методи засновані на перетворенні шкідливих газоподібних речовин у нешкідливі, які викидають в атмосферу або відправляють на інші підприємства як сировину.

Так знешкоджують у виробництвах аміаку та азотної кислоти токсичний оксид нітрогену (IV), відновлюючи його природним газом або аміаком .

Не менш інтенсивно працюють нині вчені і над пошуком нових способів очищення стічних вод. Одним із найголовніших на сьогодні є біологічний спосіб. Спочатку воду відстоюють для видалення механічних домішок, а потім починають працювати мікроорганізми - так званий активний мул. Він переробляє органічні забруднення, а згодом його відокремлюють відстоюванням. Але в активного мулу є істотний недолік. При його використанні у воду попадає багато сполук Нітрогену і Фосфору, що призводить до бурхливого розвитку водоростей — цвітіння води. Крім того, мул погано окиснює пестициди, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини. Зустрічаються забруднення, отруйні для мікроорганізмів активного мулу.

Запропоновані й інші біологічні способи, насамперед застосування водоростей (хлорела, євгена) і вищих рослин, з яких найперспективнішим виявився очерет. Декілька десятків цих рослин можуть виводити з води до 25 мг фенолу за добу, до того ж очерет має і бактеріцидні властивості.

| За останні роки все ширше використовуються фізико-хімічні способи очищення стічних вод. Для цього у воду додають **коагулянти** , які змінюють заряд найдрібніших частинок забруднень і ті злипаються — коагулюють. **Флокулянти** (різновидність коагулянтів) завдяки своїм активним групам у молекулах утворюють комплекси з колоїдними частинками. Внаслідок цього утворюються пластівці (флокули), які швидко

осідають на дно відстійників. Підраховано, що будівництво станції фізико-хімічного очищення обходиться у 2 рази дешевше, ніж станції біологічного очищення. Нарешті,

стічні води очищають виморожуванням. Домішки цих вод залишаються у рідкій фазі, отже, збираються на поверхні льоду. З поверхні льоду домішки зішкрібають, а лід розтоплюють. Але, як показує досвід, очисні споруди не можуть гарантувати повного очищення. Ці споруди ненадійні, недовговічні, а головне — дорогі. Інколи витрати на їх будівництво й експлуатацію досягають 10—30 % вартості готової продукції.

Всебічний аналіз перспектив розвитку цього природоохоронного напрямку показав, що він не повинен бути визначальним у перспективі. Очисні споруди, що функціонують тепер на хімічних підприємствах, відіграють важливу роль на таких із них, де діють старі технології, розроблені в умовах повної зневаги до питань взаємодії з навколишнім середовищем. Однак впровадження безвідхідної технології потребує перебудови промисловості і сировинної бази, економічних перетворень, з чим і пов'язане її дуже повільне впровадження.

Майбутнє належить новим, екологічно безпечним маловідхідним і (де це можливо) повністю безвідхідним технологічним процесам. Саме за цим принципом функціонують природні системи, які економне витрачають речовину й енергію і в яких відходи одних організмів є середовищем для життя інших. Ще Д. І. Менделєєв підкреслював, що в хімії немає відходів, а є невикористана сировина.

Безвідхідна технологія має розвиватися за такими основними напрямками:

- створення такого технологічного процесу, в результаті якого не утворюються відходи;
- якщо під час добування продукту утворюють відходи, то вони повинні бути вторинною сировиною як для даного, так і для інших виробництв;
- комплексне використання природної сировини, коли добувається не тільки основний компонент, та всі супутні.

Участь у розробці принципово нових, екологічно чистих технологій стає однією з важливих задач сучасної хімії.