

Зміст	
Вступна лекція	3
Лекція 1	4
Основні поняття та визначення прикладної екології	
Екологічний процес. Класифікація екологічних процесів	
Лекція 2	8
Хімічна рівновага в екологічних процесах	
Принцип Ле – Ательє	
Визначення ступеню очищення	
Шляхи збільшення ступеню очищення	
Лекція 3	13
Кінетика екологічних процесів	
Вплив температури, концентрації реагентів, тиску на швидкість гомогенних реакцій	
Шляхи збільшення швидкості гомогенних процесів	
Лекція 4	15
Швидкість гетерогенних процесів	
Шляхи збільшення поверхні контакту мас гетерогенних процесів	
Шляхи збільшення швидкості гетерогенних процесів	
Вибір параметрів очищення в екологічних процесах згідно з кінетикою процесу	
Вибір параметрів очищення в екологічних процесах згідно з термодинамікою і кінетикою процесу	
Лекція 5	18
Роль каталізу в екології	
Суть та види каталізу	
Основні технологічні поняття в каталізу: активність, селективність, температура запалювання, час контактування, об'ємна швидкість, отруєння каталізаторів	
Вимоги до промислових каталізаторів	
Кінетика каталітичних процесів	
Вибір параметрів очищення в еколого-каталітичних процесах	
Класифікація реакторів, які використовуються в екології	
Організація екологічних процесів: хімічна схема очищення, вибір параметрів, технологічна схема	
Способи очистки газів від оксидів азоту	
Лекція 6	24
Екологічний паспорт	
Екологічний моніторинг	
Екологічна експертиза	
Закони України про охорону природи	

Вступна лекція

Економія/від грецького “ойкос” – дім, житло, місце проживання/- наука про відносини рослинних і тваринних організмів між собою та із навколишнім середовищем, тобто наука про місце проживання. Об’єктами економічного дослідження є екосистема та біосфера в цілому. Термін “екологія” введений у науковий ужиток в 1860 р. німецьким біологом Е. Геккелем.

Земна атмосфера, водойми, ґрунт, флора та фауна існують у найтіснішому взаємозв’язку, утворюючи замкнений екологічний ланцюг, який формувалася протягом сотень мільйонів років. При порушенні однієї із ланок цього ланцюга відбувалися складні екологічні зміни, відновлення яких вимагало багато часу, що пояснюється надзвичайною складністю цих зв’язків у природі. Ці зв’язки далеко не завжди очевидні і часто виявляються в результаті господарської діяльності людини. Необхідні колосальні зусилля та витрати, щоб хоча б частково зменшити завдані природі збитки.

Історія людства дозволяє виявити взаємозв’язок екологічних та соціальних процесів – критичних ситуацій, міграції населення, зміни суспільних формацій.

Взаємодія людини з природою поступово стає найважливішим фактором еволюції на планеті, що дедалі більш впливає на темні переміщення та енергії. Академік В. І. Вернадський назвав людину могутньою силою, що змінює вигляд планети.

Те, що господарська діяльність людини викликає негативні наслідки, помічено вже давно. У жителів Туркменії, предки яких заселили передгір’я Копет – Дагу близько 7 тисяч років тому, є прислів’я: “Вівці їдять траву, а з’їдають гори”. У Середземномор’ї вівці та кози “з’їли багато гірських пасовищ у 1-му тисячолітті до нашої ери, підготувавши таким чином екологічний занепад грецької цивілізації”.

Особливістю сучасного розвитку екологічних ситуацій є технологічний рівень використання законів природи, пов’язаний з переходом від макрорівня /механічна дія на предмет праці, відбір у біології/ через мікрорівень /подрібнювання та переробка, селекція нових сортів рослин та порід тварин/ до молекулярного атомарного рівня /квантово-механічні, термоядерні процеси, генна інженерія у біології/. Технологія сучасних виробництв ґрунтується на виділенні та посиленні природних процесів, спрямованих на досягнення певних цілей, прискоренні виробництва кінцевої продукції. Вона є ланкою у взаємодії не лише суспільства з природою, а й людини із суспільством та природою. Вплив технології на особистість викликав певні негативні явища, пов’язані із стресами /фізичне де тренуваність, високий темп життя/ та емоційними втручаннями /шум, телерадіомовлення, урбанізація/. Причина перелічених явищ – у штучності, відчуженості технології від природних процесів у порушених, які вона вносить у природні екологічні системи. Природні екосистеми характеризуються замкненим безвідхідним процесом – кругообігом речовини, коли відходи життєдіяльності популяції служать вихідним матеріалом існування інших, що входять до даного біогеоценозу.

На відміну від природного кругообігу речовини у господарській діяльності відрізняється відносною замкненістю. Для забезпечення своєї життєдіяльності за існуючих умов людина корисно використовує тільки 3-10% тієї кількості речовини, яку бере як сировину.

Якщо речовина, яку повертають у природне середовище, нешкідлива і навіть корисна /кисень, органіка/ або швидкість перетворення у природних умовах вища від швидкості її утворення у виробничій сфері, то технологічний процес вважається еколого доступним. Мала активність речовини, що викидається /наприклад, вуглекислий газ/, незважаючи на більш високу швидкість утворення у штучному середовищі порівняно зі швидкістю перетворення у природному, та накопичення його у компонентах навколишнього середовища дозволяють розглядати технологічний процес як екологокерований. Процеси та продукція, що прямо або опосередковано негативно впливають на фізико-хімічний та біологічний стан навколишнього середовища,

вважається неекологічними. У господарській діяльності вони розглядаються з варіантами очищення та утилізація відходів, ліквідації шкідливих впливів.

Для визначення економічної ефективності впровадження природоохоронних заходів та оцінки економічних збитків, які задає народному господарству забруднення окремих компонентів природи необхідно знати сучасний стан розвитку технології знешкодження промислових відходів. При цьому значна увага повинна бути приділена проблемами ресурсо – та енергозберігаючих технологій, розробці санітарної очистці газових викидів та стічних вод.

Лекція 2

Поняття про ГДК, ГДВ, ГДС.

Нормування викидів шкідливих речовин в атмосферу звичайно виконують за такими показниками:

- гранично допустима концентрація у точці викиду (для димаря), мг/м^3 ;
- гранично допустима концентрація у повітрі робочої зони виробничих приміщень, мг/м^3 ;
- гранично допустима концентрація у повітрі населених пунктів, мг/м^3 ;
- гранично допустимий викид, г/с;
- тимчасово погоджений викид (ТПВ), г/с.

Для стічних вод ГДК не нормується, тому необхідний ступінь їх очищення визначається повністю станом водойми, де якої їх скидають. Під ГДК домішок у водоймах розуміють гранично – допустимо концентрацію шкідливих речовин у воді водойми, що не викликає шкідливого впливу на організм людини, а також не порушує біологічного оптимуму у водоймі.

Нормування скидань забруднюючих речовин у водойми виконують встановлення гранично – допустимих скидань речовин із стічними водами у водойми /ГДС/.

ГДВ – це маса викидів шкідливих речовин за одиницю часу від даного джерела або сукупності джерел забруднення атмосфери з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств та розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, що створює приземну концентрацію, яка не перевищує їх ГДК для населення, рослинного та тваринного світу.

ГДВ – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення із встановленим режимом у даному пункті водного об'єкту за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті. ГДВ встановлюється з урахуванням ГДК у місцях водокористування асимілюючої здатності водного об'єкта та оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами, які скидають стічні води.

При викиді (скиданні) у навколишнє природне середовище речовин, для яких не встановлена ГДК, органи з охорони природи мають право заборонити експлуатацію таких виробництв.

Таблиця 2.1 – ГДК м.р. (максимально-разові) ГДК с.д. (середньодобові) деяких шкідливих речовин в атмосферному повітрі, мг/м^3

Речовина	Хімічна формула	ГДК м.р.	ГДС с.д.
1	2	3	4
Діоксид азоту	NO_2	0,085	0,040
Оксид азоту	NO	0,60	0,660
Оксид вуглецю	CO	5,0	1,0
Діоксид сірки	SO_2	0,5	0,05

Продовження таблиці 2.1

Сірководень	H_2S	0,08	0,08
Формальдегід	$HCHO$	0,085	0,012
Сажа	C	0,15	0,050
Пил нетоксичний	–	0,5	0,15
3,4-бенз/а/пірен	$C_{20}H_{12}$	–	0,000001
Озон	O_3	0,16	0,03
П'ятиоксид ванадію	V_2O_5	–	0,002
Бензол	C_6H_6	1,5	0,5
Акролеїн	C_3H_4O	0,3	0,1
Аміак	NH_3	0,2	0,2
Ацетон	C_3H_6O	0,35	0,35
Стирол	C_8H_8	0,04	0,02
Толуол	C_7H_8	0,6	0,6
Хлор	Cl_2	0,4	0,03

Таблиця 2.2 – ГДК шкідливих речовин у водоймах

Речовина	Для водойм ГДК, мг/л	
	Санітарно-побутового використання	Рибогосподарських
NH_3	-	0,05
V^{+6}	0,1	-
Fe^{2+}	0,5	-
Cu^{2+}	0,1	0,01
As^{3+}	0,06	0,06
Mg^{2+}	-	50
Mo^{3+}	0,5	-
Ni^{2+}	1,0	0,01
Нітрати	10,0	-
Hg^{2+}	0,06	-
Pb^{2+}	0,1	0,1
Формальдегід	0,5	-
F	1,5	-
Cr^{3+}	1,5	1,2
NH_3	2,0	-
Cl_2	-	0,1
Zn^{2+}	1,0	-
Феноли	0,001	0,001
Нафта	0,1	-

При одночасному викиді (скиданні) шкідливих речовин у санітарних нормах за токсикологічною ознакою шкідливості застосовується принцип їх активності. При цьому

сума концентрації всіх речовин, виражена у частках відповідних ГДК, не повинна перевищувати одиниці:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1$$

де C_i та $ГДК_i$ – концентрація i -ї речовини та її гранично-допустима концентрація;

n – кількість шкідливих речовин.

ГДК встановлюється для кожного джерела забруднення окремо з урахуванням значення фонових концентрацій забруднюючих речовин у повітрі від інших джерел. Інформацію про фонові концентрації одержують в органах Держкомгідромету. Якщо значення ГДВ з об'єктивних причин не може бути досягнуте на підприємстві, у цьому випадку вводиться поетапне зниження викидів речовин до значень, що забезпечують додержання ГДВ.

Норми ГДС встановлюються одночасно з дозволом на спеціальне водокористування. Органи з охорони природи затверджують підприємствам ліміти забирання свіжої води для нарахування плати за воду та нормативи ГДС. У випадках, коли водогосподарська та водоохоронна діяльність не задовольняє норми та правила використання і охорони води /забирання води перевищує встановлені норми, відсутність неефективна робота водоочисних споруд, незадовільний технічний стан системи водопостачання підприємства/ дозвіл на спеціальне водокористування таким підприємствам не видається.

Нормативи ГДС розраховуються, як правило, у цілому по басейну річки за формулою, г/год:

$$ГДС = q_{ст} \cdot C_{ст}$$

де $q_{ст}$ – максимальна година витрата стічних вод, м³/год;

$C_{ст}$ – концентрація забруднюючих речовин у стоках, г/м³.

Для скидання стічних вод у межах населених пунктів $C_{ст}$ встановлюється на рівні відповідальних ГДК. З метою запобігання скиданню забруднюючих речовин із стічними водами, що відводяться після охолодження агрегатів, величина $C_{ст}$ встановлюється на рівні концентрації речовини у воді у місці збирання.

Нормативи ГДС та ГДВ затверджуються місцевими органами Мінприроди з урахуванням висновків органів Міністерства охорони здоров'я. Контроль за додержанням встановлених нормативів викидів /скидання/ забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище включає: визначення витрат викидів та порівняння із встановленими; перевірку виконання плану заходів щодо досягнення ГДВ та ГДС; перевірку ефективності експлуатації природоохоронних споруд.

Цей контроль проводиться як відповідними підрозділами самого підприємства /відділ охорони природи, санітарно - промислові лабораторії/, так і місцевими органами.

Формули для перерахунку ГДК вираженої у різних одиницях:

$$ГДК\% = ГДК(мг\ м^3) \cdot 22,4 \cdot M_{зг} \cdot 10^{-4}; \quad ГДК(мг\ м^3) = ГДК\% \cdot M_{22,4} \cdot 10^{-4}.$$

Ступінь очищення

Ступінь очищення (ступінь перетворення) X – це відношення кількості знешкодженого забруднювача до його кількості до очищення.

$$\text{Наприклад, для простої реакції типу } A \rightarrow R \text{ ступінь очищення } X = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}},$$

де N_{A0} – кількість забруднювача до очищення;

N_A – кількість забруднювача після очищення.

Ступінь очищення визначається в долях або в %:

$$X = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}}, \text{ доля;}$$

$$X = \frac{N_{Ao} - N_A}{N_{Ao}} \cdot 100, \%$$

Для очищення газових забруднювачів ступінь очищення визначається через концентрації забруднювача:

$$X = \frac{C_{Ao} - C_A}{C_{Ao}}, \text{ доля};$$

$$X = \frac{C_{Ao} - C_A}{C_{Ao}} \cdot 100, \%$$

де C_{Ao} – концентрація забруднювача до очищення;

C_A – концентрація забруднювача після очищення.

Ступінь перетворення – термодинамічний параметр, який характеризує глибину очищення і визначається за термодинамічними розрахунками. Стовідсотковий ступінь очищення можливий тільки для необоротних реакцій. Знаючи ступінь очищення (за термодинамічними розрахунками) визначають кількість чи концентрацію забруднювача після очищення:

$$N_A = N_{Ao} (1-x),$$

$$C_A = C_{Ao} (1-x).$$

Для необоротних реакцій $X \rightarrow I$, а N_A і $C_A \rightarrow 0$. При виборі схеми очищення треба використовувати необоротну реакцію, щоб досягти 100 відсоткове очищення.

Класифікація хімічних реакцій, які використовуються в екологічних процесах

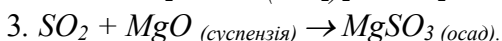
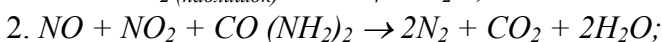
Екологічний процес складається із хімічних реакцій між забруднювачем і реагентами очищення. Для організації екологічного процесу треба скласти хімічну схему очищення та вибрати параметри процесу. Для цього треба знати класифікацію хімічних реакцій, тому що кожний тип хімічної реакції потребує свій підхід до вибору параметрів.

Хімічні реакції поділяються на оборотні та необоротні:

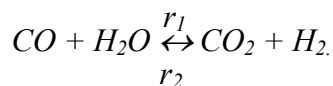
$A \leftrightarrow R$ – оборотна реакція.

$A \rightarrow R$ – необоротна реакція.

Необоротна реакція відбувається тільки в прямому напрямку. Ці реакції можливі, якщо є надлишок реагенту, якщо у ході реакції утворюються малоактивні сполуки чи газ, який вилучається із зони реакції, наприклад:



Більшість реакцій оборотні, в яких реакція відбувається як в прямому так і в зворотному напрямку. В цих реакціях досягається рівновага, коли швидкість прямого і зворотного процесів стають однаковими, наприклад:



$$r_1 = r_2;$$

В екології потрібно використовувати необоротні реакції для досягнення високого ступеня очищення чи вибирати умови очищення, при яких оборотна реакція переходить в необоротну, за рахунок надлишку реагенту.

Хімічні реакції поділяються за ефектами реакції на екзотермічні та ендотермічні: $A \rightarrow R + Q$ – екзотермічна,

$A \rightarrow R + Q$ – ендотермічна.

Наприклад: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$,



За фазовим станом хімічні реакції поділяються на гомогенні і гетерогенні.

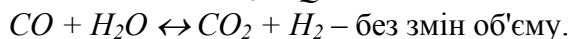
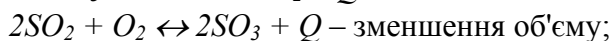
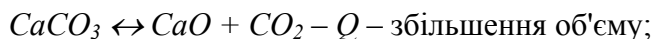
В гомогенних реакціях всі реагенти і продукти знаходяться в одному агрегатному стані: газ, рідина.

В гетерогенних реакціях має місце різний агрегатний стан: г-р; г-г; т-р та ін.

В екології більше використовують гомогенні реакції, як більш прості, що потребують прості за конструкцією апарати і реактори.

До газових реакцій відносяться реакції, де хоча б один реагент чи продукт – газ.

Газові реакції поділяються на реакції зі зменшенням об'єму, без зміни об'єму, наприклад:



Крім того, реакції поділяються на каталітичні і некаталітичні. Реакції, де використовується каталізатор – каталітичні. Якщо каталізатор не використовується, такі реакції – некаталітичні.

Класифікація хімічних реакцій велика, реакції поділяються за різними признаками: за температурою – ізотермічні, адіабатичні, політропічні; за складністю – прості, складні, паралельні, послідовні; за порядком реакції – нульового, першого, другого та ін.

Лекція 3

Хімічна рівновага в екологічних процесах

У виробничих умовах більшість реакцій оборотні. Всі оборотні процеси рівноваги, вимагають тобто такого стану, коли швидкості прямого і зворотного процесів стають однаковими.

Константу рівноваги K обчислюють як відношення константи швидкості прямої і зворотної реакції у рівноважному стані.

Так, наприклад, для реакції



$$R_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = R_2 \cdot C_R^r \cdot C_S^s,$$

де R_1 – константа швидкості прямої реакції;

R_2 – константа швидкості зворотної реакції;

C_A, C_B, C_R, C_S – рівноважні концентрації.

$$K_c = \frac{R_1}{R_2} = \frac{C_R^r \cdot C_S^s}{C_A^a \cdot C_B^b},$$

$$\text{Якщо } A, B, R, S - \text{газові компоненти, то константа рівноваги } K_p = \frac{P_R^r \cdot P_S^s}{P_A^a \cdot P_B^b},$$

де P_R, P_S, P_A, P_B – парціальний тиск.

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta N},$$

$$\Delta N = (r + s) - (a + b),$$

де R – універсальна газова константа;

T – температура.

Для визначення ступеню очищення треба визначити константу рівноваги. Діємо формули розрахунку константи рівноваги:

$$\left(\frac{d \ln K_c}{dT} \right)_V = \frac{Q_V}{RT^2};$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{Q_p}{RT^2};$$

$$\ln \frac{K_{P2}}{K_{P1}} = \frac{Q_p}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right);$$

$$\lg \frac{K_{P2}}{K_{P1}} = \frac{Q_p(T_2 - T_1)}{19,1};$$

$$\lg K_p = \frac{a}{T} + K_1.$$

де Q_p , Q_p – теплові ефекти при сталому об'ємі;

K_{P1} – константа рівноваги при температурі T_1 ;

K_{P2} – константа рівноваги при температурі T_2 ;

$R = 8,32 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ – газова константа;

a , K_1 – константи (за довідником).

Принцип Ле – Шательє

Вплив основних параметрів (температура, тиск, концентрація) визначається за принципом Ле – Шательє, відповідно до якого в системі, виведеній із стану рівноваги, відбуваються зміни, спрямовані на послаблення дій, що виводять систему з рівноваги.

Розглянемо основні висновки принципу Ле – Шательє.

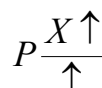
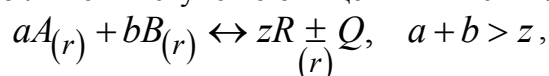
1. Для оборотної екзотермічної реакції для збільшення ступеню очищення X температуру треба зменшувати.



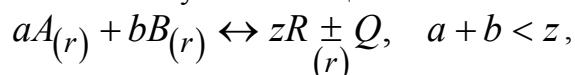
2. Для оборотної ендотермічної реакції для збільшення ступеню очищення X температуру треба збільшувати.



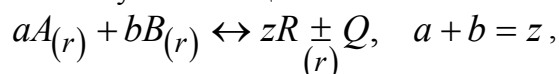
3. Для оборотної газової реакції, якщо реакція відбувається зі зменшенням об'єму, для збільшення ступеню очищення X тиск в системі треба збільшити.

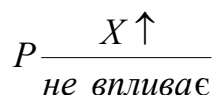


4. Для оборотної газової реакції, якщо реакція відбувається зі збільшенням об'єму, для збільшення ступеню очищення X тиск в системі треба зменшувати.

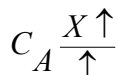


5. Для оборотної газової реакції, якщо реакція відбувається без зміни об'єму, тиск не впливає на ступінь очищення.



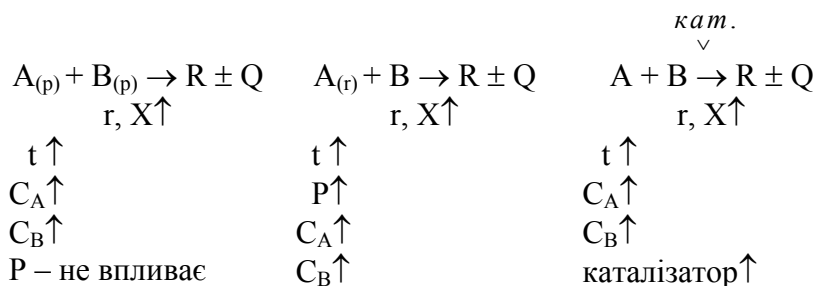


6. Для оборотної реакції для збільшення ступеню очищення треба збільшувати концентрацію реагентів і зменшувати концентрацію продуктів (відводити від зони реакції).



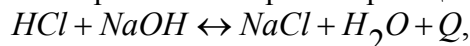
Примітка: принцип Ле – Шательє використовується тільки для оборотних реакцій. Якщо реакція необоротна збільшення ступеню очищення залежить від збільшення швидкості процесу, тобто збільшується для гомогенних процесів від збільшення температури, концентрації реагентів, тиску (якщо реагенти газові). Для гетерогенних процесів швидкість і ступінь очищення збільшується при збільшенні поверхні контакту фаз. Використання каталізатору також збільшує швидкість необоротної реакції і відповідно ступінь очищення.

Взагалі, для оборотної реакції каталізатор не впливає на рівновагу і ступінь очищення.

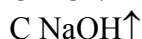


Розглянемо приклади впливу параметрів процесу на ступінь очищення:

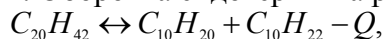
1. Оборотна екзотермічна реакція



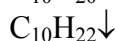
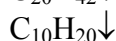
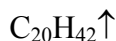
P – не впливає



2. Оборотна ендотермічна реакція



P – не впливає



3. Оборотна газова реакція зі зменшенням об'єму



$$t \frac{X \uparrow}{\downarrow}$$

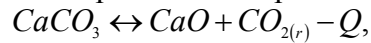
P↑

C N₂↑

C H₂↑

C NH₃↓

4. Оборотна газова реакція зі збільшенням об'єму



$$t \frac{X \uparrow}{\uparrow}$$

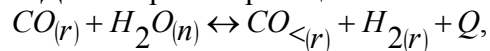
P↓

C CaCO₃↑

C CaO↓

C CO₂↓

5. Для оборотної реакції без зміни об'єму



$$t \frac{X \uparrow}{\downarrow}$$

P – не впливає

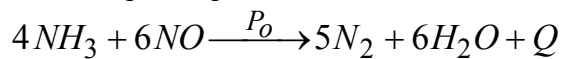
C CO↑

C H₂O↑

C CO₂↓

C H₂↓

6. Необоротна реакція



$$t \frac{r_1 X \uparrow}{\uparrow}$$

P↑

C NH₃↑

C NO↑

каталізатор↑

Визначення ступеню очищення

Для визначення ступеню очищення необхідно визначити $K_p = f(T)$,
наприклад, за формулою $\Delta G = -RT \ln K_p$ чи $\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$, а потім вивести залежність

$X = f(K_p)$ і визначити X .

Наприклад, для реакції $A \leftrightarrow R$

1) визначаємо $K_p = f(T)$, K_p – знайдено;

$$2) K_p = \frac{P_R^*}{P_A^*}, \quad P_R^*, P_A^* - \text{парціальний тиск компонентів у стані рівноваги};$$

$$3) X = \frac{P_{A0} - P_A^*}{P_{A0}} = \frac{P_R^*}{P},$$

де P_{A0} – парціальний тиск компонента A до реакції;

P – тиск;

$P_{A0} = P$ – до реакції;

$$4) P_R^* = P \cdot X;$$

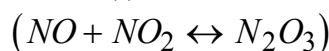
$$5) X = \frac{P_{A0} - P_A^*}{P_{A0}} = \frac{P - P_A^*}{P} = 1 - \frac{P_A^*}{P}$$

$$P_A^* = P(1 - X);$$

$$6) K_p = \frac{P_R^*}{P_A^*} = \frac{P \cdot X}{P(1 - X)} = \frac{X}{1 - X};$$

$$7) X = \frac{K_p}{1 + K_p}.$$

Для реакції $A + B \leftrightarrow R$



1) визначаємо K_p ;

$$2) K_p = \frac{P_R^*}{P_A^* \cdot P_B^*};$$

$$3) X = \frac{P_R^*}{P};$$

$$4) P_R^* = P \cdot X;$$

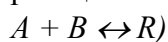
5) $P = P_A^* + P_B^* + P_R^*$ – тиск у системі дорівнює сумі парціального тиску компонентів (закон Дальтона);

$$6) \frac{P}{P} = \frac{P_A^*}{P} + \frac{P_B^*}{P} + \frac{P_R^*}{P};$$

$$1 = \frac{P_A^*}{P} + \frac{P_B^*}{P} + X; \quad 1 - X = \frac{P_A^*}{P} + \frac{P_B^*}{P};$$

$$\frac{P_A^*}{P} = \frac{P_B^*}{P} = \frac{1 - X}{2} \quad (P_A^* = P_B^* - \text{по стехіометрії}$$

реакції



$$P_A^* = P_B^* = \frac{P(1 - X)}{2};$$

$$7) K_p = \frac{P_R^*}{P_A^* \cdot P_B^*} = \frac{P \cdot X}{\frac{P(1 - X)}{2} \cdot \frac{P(1 - X)}{2}} = \frac{4X}{P(1 - X)^2};$$

8) визначаємо $X = f(K_p)$.

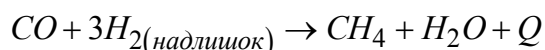
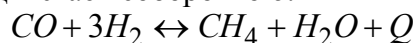
Шляхи збільшення ступеню очищення

Для необоротних реакцій треба збільшити температуру, концентрацію реагентів, тиск, якщо є газові реагенти, використовувати каталізатор, а для гетерогенних реакцій треба збільшувати поверхню контакту фаз, наприклад, роздрібнювання твердої фази.

Для оборотних реакцій для збільшення ступеню очищення треба збільшити концентрацію реагентів, відвести із зони реакції продукти очищення, збільшити температуру для ендотермічних реакцій, зменшити температуру для екзотермічних реакцій, для газових реакцій, які відбуваються зі зменшенням об'єму. Тиск треба підвищувати для збільшення ступеню очищення, а якщо йде збільшення об'єму, тиск треба зменшувати: коли об'єм системи не змінюється тиск не впливає на ступінь очищення.

Еколог повинен знати, що стовідсоткового ступеню очищення можна досягти тільки з використання необоротної реакції, тому при організації екологічного процесу підбирають такі умови очищення, при яких оборотна реакція переходить в необоротну.

Наприклад, при гідруванні оксиду вуглецю (II), якщо брати надлишок водню, реакція стає необоротною:



і можна досягти 100-відсотковий ступінь очищення газу від CO.

Лекція 4

Кінетика екологічних процесів

Швидкість реакції має дуже велике значення в екологічних процесах, тому що об'єм викидів дуже великий і швидкість екологічного процесу не повинна бути нижче ніж швидкість основного виробничого процесу.

Швидкість екологічного процесу є сумарною величиною швидкостей прямої, зворотної і побічних реакцій, а також дифузії вихідних речовин у зону реакції і продуктів реакцій з цієї зони.

За розглянутими закономірностями рівноваги можна визначити лише максимально можливі теоретичні ступені очищення. У виробничих процесах звичайно їх досягти неможливо, оскільки сумарна швидкість процесу з наближенням до рівноваги значно зменшується завдяки зниженню концентрації вихідних речовин.

Вивчаючи швидкість екологічного процесу, насамперед, треба розчленувати його на прості складові частини (стадії). Швидкість процесу в цілому визначається швидкістю найбільш повільної його стадії. Тому визначення кінетики окремих стадій процесу дає змогу встановити, на яку саме з них треба перш за все звернути увагу, щоб прискорити процес в цілому.

Треба відмітити, що галогенні процеси відбуваються швидше ніж гетерогенні, тому в екології намагаються хоча б деякі стадії гетерогенних процесів здійснювати у гомогенній системі. Найбільш поширені гомогенні системи, які відбуваються у газоподібному або рідкому стані.

Вплив температури, концентрації реагентів, тиску на швидкість гомогенних реакцій

Основна формула для обчислення швидкості процесу для гомогенних реакцій визначається за законом діючих мас

$$r = -\frac{dC_A}{d\tau} = \frac{dx}{d\tau} = K \cdot \Delta C,$$

де K – константа швидкості процесу;

ΔC – рушійна сила процесу.

Константа швидкості процесу є складною величиною, що залежить від хімічних і фізичних властивостей реагуючих речовин. Для гомогенних процесів дифузія не відіграє важливої ролі. Перебіг процесу відбувається в кінетичній області, тобто в області, де швидкість хімічної реакції є найбільш повільною.

Константа швидкості визначається рівнянням Арреніуса

$$K = K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}},$$

де K_0 – передекспонента;

E – енергія активації;

R – газова константа;

T – температура.

Рушійна сила для гомогенних процесів дорівнює добутку концентрації реагуючих речовин. Для газових реакцій рушійна сила $\Delta C = \Delta P$ і дорівнює добутку парціальних тисків реагуючих компонентів:

$$A + B \rightarrow R, \quad A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow R;$$

$$\Delta C = C_A \cdot C_B \quad ; \quad \Delta C = \Delta P = P_A \cdot P_B.$$

Підставляючи в рівняння закону діючих мас значення константи швидкості і рушійної сили маємо для необоротної реакції: $A + B \rightarrow R \pm Q$;

$$r = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} C_A \cdot C_B \quad ; \quad r = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} P_A \cdot P_B$$

тобто швидкість гомогенного процесу залежить від температури, концентрації реагуючих речовин на енергії активації.

Для оборотної реакції $A \leftrightarrow R \pm Q$

$$r = r_1 - r_2 = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_R; \quad K = \frac{k_1}{k_2};$$

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A); \quad C_R = C_{A0} \cdot X_A;$$

$$r = k_1 C_{A0}(1 - X_A) - \frac{k_2}{K} C_{A0} X_A; \quad k_1 = k_0 \cdot e^{-\frac{E_1}{RT}};$$

$$r = k_0 \cdot e^{-\frac{E_1}{RT}} C_{A0} \left[1 - X_A \left(1 + \frac{1}{K} \right) \right].$$

Швидкість оборотної реакції також залежить від температури, концентрації (тиску для газових реакцій), енергії активації та від константи рівноваги і ступеню очищення і тому потребує пошуку оптимальних умов і за кінетикою, і за термодинамікою.

Шляхи збільшення швидкості гомогенних процесів

Аналізуючи формулу швидкості необоротної реакції $r = k_0 e^{-\frac{E}{RT}} C_A \cdot C_B$ бачимо, що для збільшення швидкості треба збільшити температуру, концентрацію реагуючих компонентів та знизити енергію активацію (це можливо використовуючи каталізатори).

Якщо реакція газова $r = k_0 e^{-\frac{E}{RT}} P_A \cdot P_B$ треба збільшити парціальний тиск компонентів, тобто тиск у системі, тому, що $P = P_A + P_B + P_R$, чим більше тиск, тим більше парціальний тиск компонентів (закон Дальтона).

Залежність швидкості хімічної реакції від температури характеризується температурним коефіцієнтом швидкості реакції, що є відношенням константи швидкості реакції при температурах, різниця між якими дорівнює 10^0C

$$\beta = \frac{k_{+10}}{k_1}$$

Практично при підвищенні температури на 10⁰С швидкість реакції збільшується приблизно в 2-4 рази у кінетичній області проведення процесу.

Таким чином, для необоротної реакції для збільшення швидкості і ступеню очищення необхідно підвищувати температуру, концентрацію реагентів, тиск для газових реакцій та використовувати каталізатор.

Для оборотної реакції, аналізуючи формулу швидкості $r = k_{o1} \cdot e^{-\frac{E_1}{RT}} C_{Ao} \left[1 - X_A \left(1 + \frac{1}{K} \right) \right]$ бачимо, що вплив температури, тиску, концентрації, використання каталізатору такий же, але на швидкість суттєво впливає ступінь очищення і константа рівноваги, тому для цієї реакції треба шукати оптимальні умови по досягненню високого ступеню очищення і швидкості. І ці умови різні для екзотермічних і ендотермічних реакцій.

Лекція 5

Швидкість гетерогенних процесів

У гетерогенних процесах, які складаються з двох або більше фаз, реагуючі компоненти перебувають у різних фазах, тому під час гетерогенних процесів речовини переходять через поверхню розділу фаз.

Швидкість гетерогенного процесу

$$r = \frac{dx}{d\tau} = k \cdot F \cdot \Delta C,$$

де F – поверхня контакту реагуючих фаз;

k – коефіцієнти швидкості.

Коефіцієнт швидкості гетерогенного процесу залежить від константи швидкості (в кінетичній області) і від коефіцієнта дифузії відповідно в дифузійній області. Температурний коефіцієнт у дифузійній області $\beta = 1,3 \div 1,7$, тобто вплив температури для гетерогенних процесів в дифузійній області не такий високий, як у гомогенних процесах.

Залежно від поверхні контакту реагуючих фаз у промисловій практиці поширені реакції в таких системах: рідина–рідина (Р-Р), рідина тверда фаза (Р-Т), рідина газ (Р-Г), газ–тверда фаза (Г-Т) та ін.

Більша частина гетерогенних (некаталітичних) процесів відбувається набагато повільніше ніж гомогенні.

Тому, дуже важливими є шляхи підвищення поверхні контакту мас гетерогенних процесів.

Шляхи збільшення поверхні контакту мас гетерогенних процесів

Збільшення поверхні контакту мас в екологічних процесах досягається різними способами залежно від виду системи, а також залежно від конструкції апарату.

У усіх випадках намагаються збільшити поверхню важкої фази – твердої в системах Г-Т, Р-Т і рідкої в системі Г-Р, тому, що легша фаза в усіх типах апаратів обмиває поверхню важкої фази.

У системах Г-Т і Р-Т більша площа контактування фаз досягається подрібненням твердого матеріалу. Оновлення поверхні контактування в таких випадках досягається перемішуванням твердого матеріалу механічними змішувачами на полицях апарату. Найкраще перемішування тонко подрібненого твердого матеріалу, при якому площа контактування наближається до максимальної, досягається в киплячому шарі апаратів.

В практиці для цих систем застосовуються реактори з фільтруючим шаром твердого зернистого матеріалу. В них обмивається лише та частина поверхні, яка не стикається з іншими кусками твердої фази. Реактори з фільтруючим шаром прості, надійні в роботі, проте за інтенсивністю вони поступаються перед реакторами з киплячим шаром.

У системах Г-Р найчастіше застосовують насаджувальні башти, де поверхня контакту фаз дорівнює поверхні насадки (кільця Решіга, керамічні насадки). Крім того, використовують барботажні колони, у яких інтенсивність вища за насаджувальні башти, але великий гідравлічний опір газовому потоку. Такі сітчасті або ковпачкові башти застосовують при очищенні газу абсорбцією, при дистиляції. В інших випадках збільшення поверхні досягають пневматичним або механічним розпиленням рідини. Ефективними методами вважають створення шару рухомої піни, крізь який пропускається газ знизу вгору через ґратку в пінному апараті.

Шляхи збільшення швидкості гетерогенних процесів

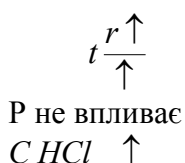
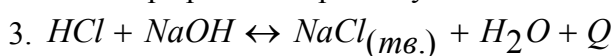
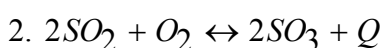
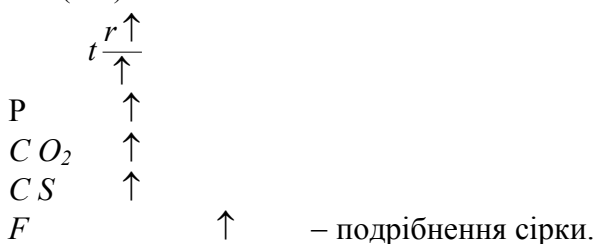
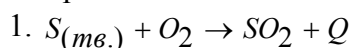
Для збільшення швидкості гетерогенних процесів необхідно збільшення температури, концентрації реагентів, тиску (для газових реагентів), поверхні контакту реагуючих мас (подрібнення твердої фази, розпилення, барботаж та ін.).

Для інтенсифікації гетерогенних процесів обов'язково треба визначити область, у якій йде процес. В кінетичній області вплив температури більш вагомий ніж у дифузійній, тому потрібно значно збільшувати температуру і використовувати, якщо це можливо. У дифузійній області треба максимально збільшити поверхню контактування реагуючих мас, а використання каталізаторів недоцільне.

Вибір параметрів очищення в екологічних процесах згідно з кінетикою процесу

Незалежно від типу реакції температуру, концентрації реагентів треба збільшувати. Якщо можливо (є можливість відділяти продукти реакції і каталізатор) треба використовувати каталізатор. Для гетерогенних процесів треба збільшувати поверхню контакту реагуючих мас.

Наприклад:

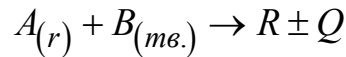


$C_{NaOH} \uparrow$
 F \uparrow перемішування.

Вибір параметрів очищення в екологічних процесах згідно з термодинамікою і кінетикою процесу

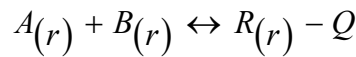
При виборі параметрів очищення вплив параметрів на ступінь очищення і швидкість може бути однаковим і різним.

1. Для необоротної реакції вплив однаковий для всіх типів реакцій



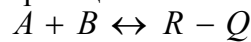
	$r_1 X \uparrow$	
	$t \uparrow$	
P	\uparrow	
C_A	\uparrow	
C_B	\uparrow	
F		\uparrow

2. Для оборотної газової ендотермічної реакції



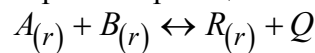
	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\uparrow	\uparrow	\uparrow
P	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_A	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_B	\uparrow	\uparrow	\uparrow
F	-	-	-
каталізатор	-	\uparrow	каталізатор

3. Для оборотної ендотермічної реакції.



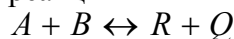
	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\uparrow	\uparrow	\uparrow
P	не впливає	не впливає	$P = 1 \text{ атм.}$
C_A	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_B	\uparrow	\uparrow	\uparrow
F	-	\uparrow	\uparrow
Каталізатор	-	-	-

4. Для оборотної газової екзотермічної реакції



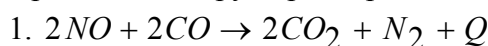
	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\downarrow	\uparrow	\downarrow – для підвищення ступеню очищення
P	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_A	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_B	\uparrow	\uparrow	\uparrow
F	-	-	-
Каталізатор	-	\uparrow	\uparrow
p			

5. Для оборотної екзотермічної реакції

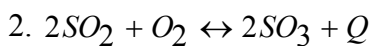


	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\downarrow	\uparrow	\downarrow – для підвищення ступеню очищення
P	–	–	– 1 атм.
C_A	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_B	\uparrow	\uparrow	\uparrow
F	\uparrow	\uparrow	\uparrow

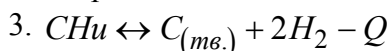
Приклади вибору параметрів:



	$r, X \uparrow$	Вибір параметрів
t	\uparrow	$t = 300^\circ$
P	\uparrow	\uparrow
C_{NO}	\uparrow	\uparrow
C_{CO}	\uparrow	\uparrow
каталізатор	\uparrow	$P +$



	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\downarrow	\uparrow	$\downarrow - X \uparrow$
P	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_{SO_2}	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_{O_2}	\uparrow	\uparrow	\uparrow
каталізатор	–	\uparrow	V_2O_5



	$X \uparrow$	$r \uparrow$	Вибір параметрів
t	\uparrow	\uparrow	\uparrow
P	\uparrow	\uparrow	\uparrow
C_{CH_4}	\uparrow	\uparrow	\uparrow
F	–	\uparrow	\uparrow

Лекція 6

Роль каталізу в екології

Каталізатор – найбільш ефективний, а іноді незамінний засіб реалізації екологічного процесу.

Каталізатори прискорюють у тисячі і мільйони разів швидкість хімічних реакцій, які, крім того, відбуваються при нижчих температурах, що знижує собівартість очищення. Впливаючи на хід хімічного процесу самі каталізатори лишаються незмінними і на відміну від температури, тиску і концентрації реагентів не змінюють стан рівноваги, а лише прискорюють досягнення її системою.

Каталізом називається зміна швидкості реакцій внаслідок дії речовини – каталізатора, який бере участь у процесах, але після закінчення їх лишається хімічно незмінним. Каталізатори не зв'язані стехіометричними співвідношеннями з реагуючими речовинами.

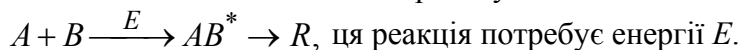
Позитивний каталіз прискорює швидкість реакції. Негативний каталіз сповільнює швидкість реакції.

В екології дуже важливим є вибірність процесу. Реалізація вибірності процесу очищення досягається за допомогою селективних каталізаторів. Більшість санітарного очищення газу засновано на використанні каталітичних процесів.

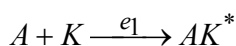
Суть та види каталізу

Суть прискорюючої дії каталізаторів полягає в зниженні енергії активації E хімічної реакції через зміну шляху, за яким йде реакція з участю каталізатора.

Шлях некаталітичного процесу:



Шлях каталітичного процесу:



$AK^* + B \xrightarrow{e_2} ABK^* \rightarrow K + R$, цей каталітичний процес потребує енергію $e_1 + e_2$. Якщо $|e_1|$ і $|e_2| < E$ – каталіз позитивний.

Каталізатор є активним учасником процесу, утворює з реагуючими речовинами нестійкі проміжні сполуки – активні комплекси, після розпаду яких каталізатор регенерується.

Каталітичні процеси поділяються на: окислювально-відновної взаємодії речовин з каталізатором; вибірковий каталіз, при якому каталізатор прискорює тільки одну реакцію з кількох можливих; автокаталітичний каталіз, в яких каталізатором є один з проміжних або кінцевих продуктів реакції; гомогенний каталіз може відбуватись в газовій або рідкій фазі при відповідному стані каталізатора; гетерогенний каталіз відбувається на поверхні твердого каталізатора, а газова чи рідка реакційна суміш легко відділяється від твердого каталізатора. В екології частіше використовується гетерогенний каталіз, тому що недолік гомогенного каталізу полягає в труднощах виділення каталізатора з продукту реакції, при цьому втрачається частина каталізатора.

Основні технологічні поняття в каталізу: активність, селективність, температура запалювання, час контактування, об'ємна швидкість, отруєння каталізаторів

Прискорююча дія каталізатора вимірюється його активністю A , яка визначається співвідношенням констант швидкостей реакції з каталізатором k_R : без каталізатора k

$$A = \frac{k_k}{k} = \frac{k_0 \cdot e^{-\frac{E_k}{RT}}}{k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}} = e^{\frac{\Delta E}{RT}},$$

де $\Delta E = E - E_k$.

Іноді в екології $A = X$, де X – ступінь очищення.

Для складних реакцій визначають не тільки активність, а й селективність, яка визначається як відношення кількості цільового продукту до кількості побічних. Іноді селективність каталізатора визначається як відношення швидкості цільової реакції і швидкості побічної, наприклад, $A \begin{matrix} \rightarrow R \\ \rightarrow S \end{matrix}$, де R – цільовий продукт:

$$\varphi_R = \frac{r_R}{r_S}.$$

Температура запалювання є важливою характеристикою каталізатора. Це мінімальна температура реагуючої суміші, при якій процес відбувається з достатньою для виробництва швидкістю. Температура процесу не може бути нижча ніж температура

запалювання. При виборі каталізатора для ендотермічної реакції вибирають каталізатор який має меншу температуру запалювання.

Дуже важливою характеристикою каталізатора є час контактування τ – час контактування реакційної суміші з каталізатором – відношення об'єму каталізатора до об'єму реакційної суміші:

$$\tau = \frac{V_K}{V},$$

де τ – час контактування;

V_K – об'єм каталізатора;

V – об'єм реакційної суміші.

Величина обернена до часу контактування називається об'ємною швидкістю $W = \frac{1}{\tau}$.

Збільшення об'ємної швидкості збільшує інтенсивність роботи апарату, але знижує ступінь очищення.

Отруєння каталізатора – це часткова або повна втрата активності каталізатора внаслідок дії невеликої кількості домішок – речовин, які здатні механічно вкрити поверхню каталізатора або ж утворити з ним неактивні хімічні сполуки. Ці речовини називаються контактними отрутами.

Отруєння може бути зворотним і незворотним. При зворотному отруєнні активність каталізатора знижується тільки при наявності отрути в реагуючій суміші, при надходженні нової порції чистої суміші активність каталізатора відновлюється.

Незворотне отруєння є сталим, і тому, щоб повернути активність, отруєний каталізатор вивантажують з апарата і регенерують відповідними засобами.

Вимоги до промислових каталізаторів

До каталізаторів, які використовуються в екології, ставляться дуже високі вимоги.

Активність каталізатора в екологічному каталізі повинна бути нижче $150 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль}}$ (при виборі каталізатора активність дорівнює енергії активації). Поверхня каталізатора повинна бути вище $20 \text{ м}^2/\text{г}$. Якщо каталізатор використовується у внутрішньо-дифузійній області порозність повинна бути вище 50%. Каталізатор повинен бути механічно міцним, термостабільним, не повинен незворотньо отруюватися і мати невелику собівартість.

Вибір каталізатора – це головне в організації екологічного каталізу. Для екзотермічних оборотних каталітичних реакцій температура запалювання повинна бути максимально малою.

Кінетика каталітичних процесів

Загальна швидкість гетерогенного каталітичного процесу визначається відносними швидкостями окремих стадій і обмежується найповільнішою з них. Процес каталізу на поверхні твердого каталізатора відбувається в кілька елементарних стадій: дифузія реагуючих речовин з газового об'єму до поверхні зерен каталізатора, дифузія реагентів у порах зерен каталізатора, активована адсорбція (хемосорбція) на поверхні каталізатора з утворенням активованих комплексів (реагент-каталізатор), перегрупування атомів з утворенням поверхневих комплексів (продукт-каталізатор), десорбція продукту з поверхні, дифузія продукту в порах каталізатора, дифузія продукту від поверхні зерен каталізатора в газовий об'єм.

Загальна швидкість гетерогенного каталітичного процесу визначається відносними швидкостями окремих стадій і обмежується найповільнішою з них. Лімітуючу стадію каталітичного процесу визначають в залежності від температури, лінійної швидкості та

розміру частки каталізатора. Якщо температура значно впливає на швидкість каталітичного процесу, то реакція пробігає в кінетичній області, якщо ні – в дифузійній.

Кінетика каталітичних процесів аналогічна кінетиці некаталітичних процесів. Найбільш практичне значення має температурний режим каталітичного процесу. Температура процесу повинна бути обов'язково більшою чи дорівнювати температурі запалювання каталізатора, наприклад:

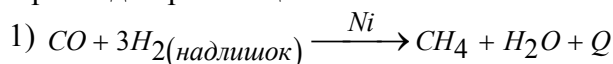
		$2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{V_2O_5} 2SO_3 + Q$	
	X↑	r↑	Вибір параметрів
t	↓	↑	t ≥ 350
P	↓	↑	1 атм.
C _{SO2}	↑	↑	8%
C _{O2}	↑	↑	повітря
каталізатор	–	V ₂ O ₅ t _s =350 ⁰	V ₂ O ₅
F	–	↑	роздрібнення каталізатора

Вибір параметрів очищення в еколого-каталітичних процесах

Вибір параметрів очищення в еколого-каталітичних процесах відбувається в залежності від термодинаміки, кінетики і властивостей каталізатора (температури запалювання, механічної міцності, отруєння і ін.).

Температура процесу повинна бути більшою чи дорівнювати температурі запалювання; тиск не повинен перевищувати механічної міцності каталізатора, а вміст в реакційній суміші контактної отрути – не отруювати каталізатор.

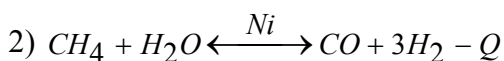
Приклади організації еколого-каталітичних процесів:



Ni – каталізатор t_s = 390⁰, контактна отрута H₂S

C_{H₂S} = 0,1 г/м³

	r ₁ X↑	Вибір параметрів
t	↑	t ≥ 390 ⁰
P	↑	P↑ залежно від економічних показників
C _{CO}	↑	↑
C _{H₂}	↑	↑ надлишок
Каталізатор	↑	Ni
F	↑	роздрібнення каталізатора
C _{H₂S}	↓	< 0,1 г/м ³



Ni – каталізатор t_s = 390⁰C, H₂S – контактна отрута

C_{H₂S} = 0,1 г/м³

	X↑	r↑	Вибір параметрів
t	↑	↑	t ≥ 390 ⁰ 1000 ⁰ C
P	↓	↑	↓ 1 атм.
C _{CH₄}	↑	↑	↑
C _{H₂O}	↑	↑	↑ H ₂ O/CH ₃ = 3
Каталізатор	–	Ni	Ni

F	–	↑	роздрібнення каталізатора
C_{H_2S}	↓	↓	$< 0,1 \text{ г/м}^3$
3) $CO + H_2O(n) \leftrightarrow CO_2 + H_2 + Q$			
Cu-Zn – каталізатор, $t_s = 200^0$, $C_{H_2S} < 0,05 \text{ г/м}^3$			
	X↑	r↑	Вибір параметрів
t	↓	↑	↓ $t \geq 200^0$
P	не	↑	1 атм.
впливає			
C_{H_2O}	↑	↑	↑
C_{CO}	↑	↑	↑ $H_2O/CO = 3$
Каталізатор	–	Cu-Zn	Cu-Zn
F	–	↑	↑ роздрібнення каталізатора
C_{H_2S}	↓	↓	$< 0,05 \text{ г/м}^3$

Класифікація реакторів, які використовуються в екології

Реактори, які використовуються в екології, класифікуються за фазовим станом реагентів, конструктивним оформленням теплообмінних пристроїв, способом контактування реагентів.

Апарати гомогенних процесів прості, можуть мати вигляд камер, колон, трубчастих теплообмінників, рідиннофазний гомогенний процес проводять в реакторах з перемішуванням.

Апарати гетерогенних процесів бувають з фільтруючим шаром, з киплячим шаром, поличні та ін., а також можуть мати вигляд абсорбційних колон.

Апарати каталітичних процесів поділяють на контактні апарати поверхневого контакту (сітки, труби – каталізатор); контактні апарати з фільтруючим, нерухомим шаром каталізатора; контактні апарати, в яких каталізатор перебуває в завислому стані чи рухається разом з реагентами.

Організація екологічних процесів: хімічна схема очищення, вибір параметрів, технологічна схема

- Складання хімічної схеми знешкодження забруднювача:
 - вивчаються властивості забруднювача і реагентів;
 - складається хімічна схема – реакції реагент–забруднювач–побічні продукти;
 - визначається приблизно температура і тиск очищення;
 - визначається ізобарно-ізотермічний потенціал для кожної реакції і уточнюється хімічна схема: реакції, де $\Delta G_{pT} > 0$ вилучаються із хімічної схеми.
- Вибір параметрів проводиться для кожної реакції хімічної схеми.
- Проводять матеріально-теплові баланси очищення, розраховують ступінь перетворення (очищення), час очищення, розміри апаратів.
- Проводять вибір апаратів, на яких досягають максимальної швидкості очищення.
- Складається технологічна схема очищення згідно з принципом раціонального використання енергії.

Таблиця 6.1 – Способи очистки газів від оксидів азоту

Окислювальні	Сорбційні	Відновлювальні	Інші
1. Окислення газозподібними O_2 та O_3 в газовій та рідкій фазі.	1. Поглинання з подальшим виділенням концентровано-го NO .	1. Термічне розкладання в потоці низькотемпературної плазми та інших	1. Електричні з накладанням високо-частотних.

		технологій.	
2. Окислення та поглинання в рідкій фазі при високотурбулентному режимі.	2. Поглинання водними розчинами лугу.	2. Каталітичне відновлення.	2. Оновлення технологій.
3. Окислення та одночасне поглинання рідкими окислювачами.	3. Поглинання твердими сорбентами.	3. Відновлення рідким відновлювачем.	3. Будівництво висотних труб, влаштування захисних зон.
4. Окислення на низькотемпературних каталізаторах.	4. Поглинання іонообмінними смолами з послідовним виділенням концентрованого NO .	4. Переведення в сполуки з низькою температурою розкладання.	4. Конденсація та виморожування із газових сумішей.

Спосіб очистки газів від оксидів азоту з використанням як відновника аміаку

При каталітичному відновленні протікають наступні реакції:

- 1) $4NH_3 + 6NO = 5N_2 + 6H_2O + Q$;
- 2) $4NH_3 + 3NO_2 = 3,5N_2 + 6H_2O + Q$;
- 3) $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O + Q$;
- 4) $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2 - Q$;
- 5) $2NH_3 + 2NO_2 + H_2O \rightarrow NH_4NO_3 + NH_4NO_2$.

Основною умовою каталітичної очистки є використання селективного каталізатора. Як каталізатор використовують V_2O_5 , нанесений на активний оксид алюмінію. Вміст V_2O_5 до 1%. Розроблений також ряд каталізаторів на основі хрому, заліза, марганцю.

Кінетика процесу дуже складна. Порядок реакції дробовий. Пари води не впливають на швидкість процесу. Кисень гальмує відновлення, так як його сорбція краща ніж сорбція оксидів азоту

$$\frac{dx}{d\tau} = k_1 C_{NO}^{1,1} \cdot C_{NH_3}^{2,1} (1-x)^{2,1} \cdot C_{O_2}^{0,1} (1+8x)^{0,1}.$$

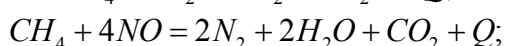
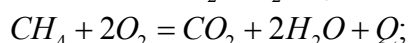
Порядок за аміаком вищий ніж за оксидами азоту, звідси є необхідним надлишок NH_3 при відновленні. Цей спосіб вимагає надлишку аміаку 20-40%.

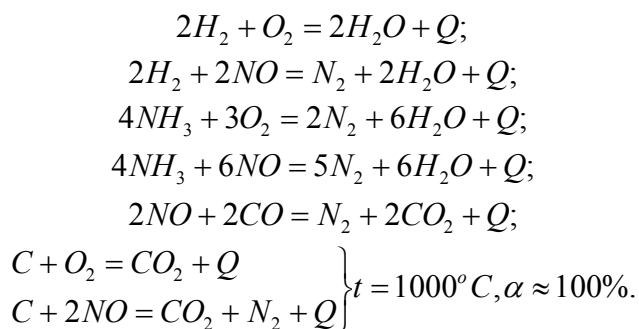
В промисловості використовується V_2O_5 , нанесений на оксид алюмінію. Каталізатор стійкий до дії парів води, азотної кислоти. Термін пробігу каталізатора перевищує 4 роки. Каталізатор стійко працює при температурі 260-280⁰С. Значний недолік – надлишок аміаку при відновленні та складність його подавання. Технологічна схема проста. Головним є підігрів суміші для реактора до температури порядку 220⁰С та регулювання подавання аміаку.

Для підвищення ступеню розкладання NO використовується спосіб термічного розкладання в присутності відновлювачів.



Рівновагу можна зсунути в бік утворення N_2 та O_2 , якщо зв'язувати O_2 , що виділяється. Як сполуки, що зв'язують кисень, можуть бути використані рідкі, газоподібні та тверді відновники: CH_4 , H_2 , CO , NH_3 , пари гасу, бензин, кокс, графіт, вугілля.





Спосіб термічного розкладання підходить для $W = 10000 \div 20000 \text{ год}^{-1}$ з будь-яким початковим вмістом NO .

Лекція 7

Екологічний паспорт

Екологічний паспорт – це комплекс документів, що містить характеристику взаємовідносин підприємства з навколишнім середовищем.

Екологічний паспорт складається з двох частин:

1. зміст екологічного паспорту
2. перелік заходів, що планується впровадити з метою екологізації підприємства.

Екологізація – покращення екологічної обстановки.

Зміст екологічного паспорту:

1. титульний лист
2. загальні відомості про підприємство
3. коротка природно-кліматична характеристика району, в якому знаходиться підприємство
4. короткий опис технології виробництва
5. відомості про використання земельних ресурсів
6. характеристика сировини, матеріалів, екологічних ресурсів
7. характеристика викидів у атмосферу
8. характеристика водокористування
9. характеристика відходів
10. відомості про рекультивацію ушкоджених земель
11. відомості про транспорт підприємства
12. економічні відомості

Екологічний паспорт регулярно поповнюється і затверджується відповідними організаціями, пред'явлюється за першою вимогою при аудиті, моніторингах та експертизах.

Паспортизація відходів – процес послідовного збору та узагальнення відомостей про кожен вид відходів, екологічні, санітарні та інші показники, методи їх вимірювання, перевезення, зберігання, обробки, утилізації, знешкодження та захоронення.

Екологічний моніторинг

Моніторинг оточуючого середовища – це постійні спостереження по заданій програмі природних ресурсів рослинного та тваринного світу, які дозволяють визначити їх стан та процеси, які відбуваються під впливом антропогенної діяльності.

Екологічний моніторинг - організований моніторинг оточуючого середовища, який забезпечує постійну оцінку екологічних умов в життєдіяльності людини та біологічних об'єктів /рослин, тварин, мікроорганізмів/, а також оцінка стану в цілому екосистеми.

В систему екологічного моніторингу входять такі процедури:

1. Визначення об'єкта спостереження;
2. Дослідження об'єкта спостереження;
3. Планування спостереження;
4. Складання інформаційної моделі для об'єкта спостереження;

5. Оцінка стану об'єкта спостереження і ідентифікації його інформаційної моделі;
6. прогнозування змін стану об'єкта спостереження;
7. Видача інформації у зручній формі для використання.

Головні задачі екологічного моніторингу:

1. Спостереження за джерелом антропогенного впливу;
2. Спостереження за фактором антропогенного впливу;
3. Спостереження за станом природної середовища під впливом факторів антропогенного впливу і оцінка прогнозуемого стану природного середовища.

Класифікація екологічного моніторингу

Існують різні підходи до класифікації моніторингу, а саме:

1. по характеру вирішуваних задач;
2. по рівнях організації;
3. по природним середовищам, за якими ведеться спостереження.

Таблиця 3.1

Моніторинг джерела впливу	Джерела впливу			
Моніторинг факторів впливу	Фактори впливу			
	Фізичні	Біологічні		Хімічні
Моніторинг стану біосфери	Природні середовища			
	Атмосфера	Океан	Поверхня суші з ріками і озерами, підземні води	Біота

Представлена в таблиці 3.1 класифікація охоплює весь блок екологічного моніторингу, спостереження за змінюючою абіотичною складовою біосфери і відповідною реакцією екосистем на ці зміни. Отже, екологічний моніторинг включає як геофізичні (коли природним середовищем є атмосфера, океан або поверхня суші з ріками і озерами чи підземні води), так і біологічні (коли природним середовищем є біота) аспекти, що визначає широкий спектр методів і прийомів досліджень, використаних при його здійсненні.

При розробці проекту екологічного моніторингу необхідна така інформація:

- джерела забруднення оточуючого середовища;
- викиди забруднюючих речовин в атмосферу промисловими енергетичними транспортними і іншими об'єктами;
- об'єми стічних вод у водойми;
- поверхні змиву забруднюючих речовин у водойми;
- внесок у ґрунти забруднюючих речовин, біогенних речовин, добрива, ядохімікати при сільськогосподарській діяльності, складування промислових та комунальних відходів, техногенні аварії;

- переноси забруднюючих речовин – процеси атмосферного переносу, міграція у водному середовищі;
- процеси ландшафтно геохімічного перерозподілу забруднюючих речовин;
- міграція речовин у ґрунт до рівня ґрунтових вод;
- дані про стан антропогенних джерел емісії, потужність, місце знаходження джерел і таке інше.

Існує постійний моніторинг, індустріальний моніторинг, моніторинг спеціального призначення.

Система постійного моніторингу проводить відбір проб і фіксує концентрації забруднюючих речовин наприклад, діоксиду сірки, оксиду вуглецю (II), озону, оксидів азоту. Крім того постійний моніторинг фіксує швидкість вітра, температуру, вологість, тиск, сонячну радіацію. Дані моніторингу порівнюють з ГДК кожного забруднювача.

Сучасні методи контролю забруднювачів оточуючого середовища – це фізико-хімічні методи: газова хроматографія, іонна хроматографія, рідинна хроматографія, рентгеноструктурний аналіз, ІК- спектрометрія. Крім того, у моніторингу використовують спеціальні газоаналізатори типи: “Платан-1” для AsH₃, “Гамма-Н” для бензолу, вініл хлориду, діхлоретану озону, “Паладій - НЗ” для СО, “КПИ-ОЗ”-для СН_x, “Нітрон” для NO_x і ін..

На Україні система моніторингу атмосферного повітря добре розроблена в Донецькій області, в регіоні м. Маріуполь.

Екологічна експертиза

Поняття "експертиза", у загальному значенні цього слова, включає дослідження фахівцями питань, рішення яких вимагає спеціальних знань і використовується вже давно в лікарській і судовій практиці.

Екологічна експертиза, як область дослідження і процедура керування впливом людини на навколишнє середовище, вийшла з надр оцінок технологій і екологічного ризику.

Під екологічною експертизою розуміється оцінка впливу на середовище життя (вода, повітря, ґрунт), природні ресурси і здоров'я людини комплексу господарських нововведень (підприємства, спорудження, технології, винаходу, стандарти, речовини, виробу, матеріали, перетворення природи і т.д.) у масштабах обраної території, у тому числі регіону і держави.

Інакше кажучи, екологічна експертиза - це попередня перевірка відповідності проектів вимогам екологічного захисту суспільства і навколишнього середовища. Усе це стимулює також нововведення, гарантує успіх в імпорті продуктів і технологій.

Екологічна експертиза проводиться відповідно до встановленої держави й обов'язковим для всіх міністерств, відомств, підприємств і організацій порядком.

Метою екологічної експертизи є, з одного боку, попередження негативного впливу антропогенної діяльності на стан навколишнього середовища і здоров'я людей, а, з іншого боку - оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності й екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Виходячи з цього, екологічна експертиза ставить перед собою следующие основні задачі:

- " з'ясування ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої до здійснення діяльності;
- " проведення комплексної науково обґрунтованої оцінки об'єктів експертизи;
- " установлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарним і будівельним нормам і правилам;
- " оцінка ефективності, обґрунтованості і достатності заходів щодо охорони навколишнього середовища і здоров'я людей, передбачених у проекті;
- " підготовка об'єктивного, всебічного обоснованого висновку.

Екологічна експертиза базується на наступних основних принципах:

- " гарантія безпечної для життя і здоров'я людей навколишнього середовища;
- " збалансованість екологічних, економічних, медикобіологічних і соціальних інтересів, а також облік суспільної думки;
- " наукова обоснованість, незалежність, об'єктивність, комплексність, варіантність, превентивність і гласність;
- " екологічна безпека, територіально-галузева й економічна доцільність реалізації запланованої і здійснюваної діяльності;
- " державне регулювання;
- " законність.

Напрямки і види екологічної експертизи:

1. Державна екологічна експертиза.

Державна екологічна експертиза організується і проводиться еколого-експертними підрозділами, спеціалізованими установами, організаціями і спеціально створюваними комісіями Міністерства охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки (Мінекобезпеки України), Міністерства охорони здоров'я, їхнього підрозділу на місцях, із залученням інших органів державної виконавчої влади, фахівців установ, організацій і підприємств, а також експертів міжнародних організацій.

Державна екологічна експертиза здійснюється на надвідомчому, міжвідомчому і відомчому рівнях.

Вищою інстанцією для проведення державної екологічної експертизи є Главгосэкоекспертиза Мінекобезпеки України, при якій діє Рад державної екологічної експертизи, сформований з ведучих вчених і висококваліфікованої влади і громадських організацій.

2. Суспільна (соціальна) екологічна експертиза.

Суспільна (соціальна) екологічна експертиза проводиться незалежно від державної експертизи незалежними групами фахівців з ініціативи суспільних об'єднань, а також місцевих органів влади за рахунок їхніх власних чи засобів на суспільних початках.

Існує три основних форми суспільної (соціальної) екологічної експертизи:

- 1) формальна суспільна (соціальна) екологічна експертиза;
- 2) неформальна суспільна (соціальна) екологічна експертиза;
- 3) широка соціальна екологічна експертиза;

Формальна суспільна (соціальна) екологічна експертиза здійснюється суспільними природоохоронними організаціями і партіями (суспільства охорони природи, мисливців і рибалок, партія "Зелених" і д.р.), що мають юридичний статус.

Неформальна суспільна (соціальна) екологічна експертиза проводиться об'єднаннями громадськості (групи суспільних експертів, комісії громадськості, групи захисту пам'яток природи, студентські добровільні природоохоронні дружини й ін.), що не мають юридичного оформлення.

Широка соціальна екологічна експертиза на відміну від формальної суспільної (соціальної) екологічної експертизи і неформальної суспільної (соціальної) екологічної експертизи, не складає письмових чи висновків звертань і не має чітко обкреслених границь учасників. Вона проводиться у виді обговорення й оцінки проектів через засоби масової інформації, шляхом збору підписів громадськості з аргументацією недоцільності реалізації проектів у конкретних районах і т.д.

Інакше кажучи, широка соціальна екологічна експертиза проводиться як усенародна (референдум) чи регіональне обговорення проекту.

Висновку суспільної екологічної експертизи враховуються державною екологічною експертизою, а також органами, зацікавленими в реалізації проектних чи рішень експлуатуючими відповідний об'єкт.

Розрізняють первинну (початкова експертиза проекту) і повторну (екологічне аудирование) екологічні експертизи.

3. Екологічне аудирование.

Екологічне аудирование - це перевірка в ході реалізації проекту виконання вимог, висунутих проведеної раніше екологічною експертизою, або перевірка відповідності природоохоронним і санітарно-гігієнічним нормативам вже існуючих видів діяльності. Екологічне аудирование нововведення звичайно проводиться в чотири етапи:

1. Проектне аудирование.

На цьому етапі проводиться: оцінка відповідності проекту Висновку екологічної експертизи законодавчо затвердженим нормативам і вимогам, а також оцінка обличчям, що приймає рішення, готового тексту. Висновку на предмет обґрунтованості реалізації або неможливості реалізації запроєктованого виду діяльності.

2. Після проектне аудирование.

Цей етап включає оцінку готовності об'єкта за критеріями медико-екологічної безпеки, а також визначення якості будівельно-монтажних, пуско-налагодочних і природоохоронних робіт (при відповідності об'єкта нормативним вимогам екологічної безпеки видається дозвіл - ліцензія на його експлуатацію).

2. Аудирование об'єкта після його пуску.

На цьому етапі передбачається:

- а) оцінка функціонування об'єкта;
- б) оцінка персоналу на готовність вирішувати екологічні проблеми у випадку аварійної або іншої екстреної ситуації;
- в) оцінка впливу наслідків, зв'язаних з функціонуванням об'єкта;
- г) оцінка рівня ефективності екологічної експертизи, проведеної на стадії проекту, і розробки мір (на основі виявлених - недоліків) по її підвищенню.

Юридичною основою проведення екологічної експертизи є законодавчо закріплені пріоритетні права громадян на сприятливу для життєдіяльності навколишнє середовище (Конституція України; "Закон України про охорону навколишньої природного середовища", 1991, розд'ягнув 4, ст..26 - 30; "Закон України про екологічну експертизу", 1995 і ін.).

Результати екологічної експертизи виражаються як в економічних, так і в поза економічними (погроза здоров'ю людей; збиток, наносимый біоте; погіршення якості середовища життя і т.д.) показникам.

Документація, надана на екологічну експертизу, повинна бути попередньо погоджена (у встановленому порядку) із зацікавленими організаціями (землекористувачами, органами державного екологічного контролю, державними органами охорони пам'ятників і т.д.).

Екологічний аудит

2. Загальнона модель екологічного аудита

Предмет-економічні, екологічні, інформаційні, організаційні і інші системи.

Функції-перевірка економіко-

екологічної звітності; оцінка природоохоронної діяльності підприємства; надання аудиторських послуг, у тому числі видача рекомендацій з підвищення ефективності природоохоронної діяльності.

Стадії-

постановка проблеми; збір даних, анкетування, оцінка інформаційних матеріалів, послуги.

Документи-інформаційна, організаційно-функціональні, кореспонденція аудитора, підприємства-клієнта, державних служб по охороні навколишнього середовища, керування статистики і ін.

Методи-системний аналіз і системний підхід, економіко-екологічний аналіз; порівняльний економіко-екологічний аналіз і оцінка; логічний аналіз, метод експертних оцінок і ін.

Прийоми-визначення стану об'єктів і його екологічних підрозділів; зіставлення; оцінка.

Види-внутрішній (залежний) і зовнішній (незалежний).

Ризик-власний; ризик контролю; ризик виявлення.

Нормативи-національні (внутрішні, зовнішні); міжнародні (внутрішні і зовнішні).

Елементи-мета, задачі, суб'єкти, об'єкти, організація, методика, контрольна інформація.

Екологічний аудит, які усякий вид діяльності, варто розглядати з погляду системного підходу і системного процесу, у центрі якого має бути незалежна екоаудиторська чи фірмська служба. Для того, щоб створена організація могла ефективно функціонувати, вона повинна спиратися на законні правила сучасного екологічного менеджменту. На підставі системного підходу до процесу керування екологічною аудиторською діяльністю розроблений алгоритм, відповідно до якого всі етапи керування залежності від виконуваних функцій розділені на основні блоки: планування, організація, операційна функція, контроль і мотивація.

3. Загальні принципи аудита систем екологічного керування менеджменту.

Екологічне аудирование системи екологічного менеджменту у відповідності зі стандартом ІСО 14001 визначається як систематичний і документований процес одержання об'єктивних доказів для визначення, чи відповідає система екологічного менеджменту підприємства критеріям, що перед'являються до таких систем.

Підприємство повинне розвивати і підтримувати періодичне проведення аудитів системи екологічного менеджменту. Під час проведення екологічних аудитів визначається, чи відповідає не відповідає діюча система екологічного менеджменту вимогам Міжнародного стандарту ІСО 14001 (чийого національного аналога), а також наскільки забезпечується її підтримка функціонування.

Програма екологічного аудита системи екологічного менеджменту повинна бути заснована на дійсній екологічній діяльності підприємства і результатах попередніх аудитів.

Проведення екологічного аудировання повинне бути вигідним керівництву підприємства, і тому ому щорезультати аудитів інформують його, чи працює система екологічного керування менеджменту так, як вона повинна працювати відповідно до заявленої екологічної політики і цілями.

Підприємство може також замовляти проведення екологічного аудита іншими цілями, наприклад, з метою сертифікації системи екологічного менеджменту третьою стороною відповідно до національного чи міжнародного стандартів.

Програми процедури екологічного аудировання повинні враховувати:

оперіоритетні екологічні аспекти діяльності підприємства;

оперіодичність проведення аудитів;

о ефективне планування і ефективну організацію роботи аудиторської "команди";

о активне використання результатів аудита;

о компетенцію аудиторів;

о загальну методологію екологічного аудировання і методику здійснення аудитів.

Екологічний аудит системи екологічного менеджменту може бути внутрішнім і/чи зовнішнім. У випадку внутрішнього аудита керівництво підприємства одержує відповідальним фахівцем з числа персоналу формування аудиторської "команди", куди можуть входити і фахівці з боку. У випадку зовнішнього аудита полягає довірзі спеціалізованою аудиторською чи фірмою фахівцем. Вони мають ліцензію на даний вид діяльності і формують аудиторську "команду". До складу якої можуть входити і представники підприємства. У будь-якому випадку, фахівці, що здійснюють екологічний аудит, повинні бути кваліфікованими, безсторонніми і об'єктивними.

Створити і забезпечити ефективне функціонування системи екологічного менеджменту не просто, тому можна проводити екологічне аудирование з метою виявлення тих напрямків і аспектів діяльності, що є недостатньо розвиті. Висновок екологічного аудировання повинен містити кваліфіковані рекомендації з розвитку екологічного менеджменту на підприємстві і бути спрямованим на створення ефективною системи екологічного менеджменту.

Аудит підприємства може проводитися для представлення інформації державним органам екологічного контролю і керування з метою офіційної сертифікації системи екологічного менеджменту. Такий аудит виконується зовнішніми незалежними чи аудиторами аудиторськими фірмами.

ми, що мають ліцензію наданий вид діяльності. Також завжди є зовнішній екологічний аудит, що проводиться для чибанків і інвесторів.

4. Алгоритм керування екологічною аудиторською діяльністю.

Планування-

визначення цілей і задач екологічного аудита, вибір стратегій; розробка планів, що забезпечують, (указівки по прийнятті рішень і виконанню дій); визначення тактики, політики і правил прийомів, формування бюджету.

Організація-

формування організаційної структури служби (фірми), підбір і підготовка кадрів; створення інформаційно-нормативної і матеріально-технічної бази.

Операційна функція-

охоплює процес проведення екологічного аудита, його техніку і технологію і складається з декількох етапів:

- оознайомлення з бізнес-планом підприємства;

- овисновок договору на проведення аудиторської перевірки і визначення аудиторського горизонту; оцінка системи обліку природокористування підприємства, оцінка природоохоронних заходів внутрішнього контролю;

- оперевірку внутрішнього контролю; дотримання принципів екологічного обліку;

- опередній аналітичний облік використання природних ресурсів і природоохоронної діяльності підприємств;

- озалишення звіту і висновку про перевірку;

- онадання консультаційних послуг.

Контроль-

реалізація визначених правил, процедур стосовно матеріальних і природних ресурсів; визначення показників результативності; порівняння результатів зі стандартами. Невід'ємним етапом будь-

якої діяльності є контроль її ходу і оцінка отриманих результатів. У процесі контролю екологічної аудиторської діяльності використовуються стандарти, нормативи, виміри фактично досягнутих результатів, базові показники і коректування, якщо отримані результати істотно відрізняються від стандартів. Контроль є фундаментальним елементом керування. У керуванні екологічною аудиторською діяльністю доцільно використовувати три основні види контролю: попередній, поточний і заключний.

Процедура контролю включає зіставлення отриманих результатів зі стандартами, нормативами, критеріями і прийняття відповідних коригувальних дій. Потім здійснюється порівняльна оцінка результатів зі стандартами. Саме тут фіксуються можливі відхилення, вимірюються результати, оцінюється інформація.

Ефективність контролю визначається не тільки поведінкою аудитора, що може за результатами проробленої роботи вибрати одну з трьох ліній поведінки: нічого не починати, усунути відхилення, переглянути стандарт. Однак для досягнення цілей організації необхідна орієнтація на результативність, стратегічну спрямованість, простоту і економічність.

Мотивація як елемент керування-

це процес організації колективу на досягнення поставлених цілей. Спонукальним мотивам тут повинні виступати такі фактори мотивації як висока відповідальність, матеріальна винагорода, успіх, реалізація творчого потенціалу і ділового росту.

Ще один аспект досконалювання організації екологічного аудита складається в документуванні аудиторських перевірок. Більшість дослідників водним з основних інформаційних документів простанов'єкта, що перевіряється, називають анкету для опитування керівників по організації екологічної аудиторської діяльності. За допомогою анкет можна скласти загальне уявлення про екологічний стан досліджуваного підприємства, виявити особливості керування природокористуванням, проблеми екологічного обліку і інформаційного забезпечення. Аудиторам така анкета допоможе визначити попит на їхні послуги, буде сприяти формуванню наукового підходу до процесу керування і здійснення діяльності в області екологічного аудита.

У процесі екологічного аудита оцінюється система менеджменту підприємства, технологічні процеси, екологічна безпека об'єкта, його виробничі території, що прилягає територія до 5 км по периметрі; основні технологічні допоміжні процеси, будинки, устаткування і спорудження.

У науковій літературі одержали висвітлення питання організації екологічного аудита, його місця і ролі в структурі державного контролю. Визначено задачі, мети, критерії, об'єкти суб'єкти екологічного аудита. Знайшли відображення питання методології і концепції екологічного аудита. Представлено широкий огляд закордонного досвіду проведення екологічного аудита. Особливо детально пророблено питання, що стосуються процедури здійснення екологічного аудита підприємства.

У короткій термін фахівці Мінекобезпеки здійснили розробки, спрямовані на становлення і впровадження в практику господарювання цього інструмента, що дозволяє регулювати еколого-економічні відносини господарського об'єкта і природного середовища в умовах ринку. Однак, екологічний аудит, як форма контролю в ринкових умовах, тільки тоді виявиться ефективним, коли буде оснащений научно-обоснованою нормативною базою і методичним інструментарієм.

Роль екологічного аудита в реформуванні економіки регіону може бути виявлена в наступних напрямках управління діяльністю:

- о аудит висновку підприємств з експлуатації приреструктуризації галузі;
- о аудиторська екологічна оцінка оздоровлення приватизованих підприємств;
- о аудиторська оцінка екологічних витрат;
- о аудиторські рекомендації з ресурсозбереження;
- о аудиторська оцінка умов екологічного страхування;
- о аудиторська еколого-економічна оцінка інвестиційної привабливості об'єкта;
- о аудиторська еколого-економічна оцінка "гудвілу" фірми;
- о аудиторський облік екологічних факторів у вартісній оцінці приватизованого підприємства;
- о аудиторська оцінка нормативної бази природокористування підприємства;
- о аудиторський захист корпоративних інтересів;
- о аудиторська екологічна оцінка інноваційних і інвестиційних проектів і ін.

Таким чином, екологічний аудит характеризується своєю комплексністю виконання досвідницьких і інжинірингових процедур. Значною мірою він важливий у передінвестиційній стадії. При розгляді складних інвестиційних програм і проектів екологічний аудит може передбачати екологічну експертизу. Це порівняно з фінансовим аудитом, що великі фірми проводять перед перевіркою фінансової діяльності податковою інспекцією.

В умовах формування ринкових відносин виявляється новий напрям розвитку функцій внутрішнього і зовнішнього прогностичного екоаудита, як засобу оптимізації і активізації підприємницької діяльності на основі дотримання принципів екологічної безпеки. Одночасно контрольні функції екоаудиту і господарський аудит повинні виконувати економічну і екологічну експертизу по залученню капіталу, розвитку інвестицій, у впровадженню оу-хау, ресурсозбереженню, зниженню екологічних витрат і т. д.

Експертна функція усіх видів аудита є важливим напрямком розвитку фінансово-господарської екологічного контролю ефективного використання капіталу в умовах вільного підприємництва.

Ринкова економіка обумовила появу підприємця і підприємництва, що у сучасних умовах являють собою сукупність економічних, нормативно-правових, політичних і екологічних відносин.

У сучасних умовах одержання прибутку можливе тільки при найбільш ефективному використанні усіх видів ресурсів, у тому числі, природному, і їхньому захисту від забруднення і деградації, а також економічному ризику і дотриманню умов екологічної безпеки. Це спонукає підприємців застосовувати усі види попереднього контролю на стадії прийняття управлінських рішень. Таким чином, незалежний екологічний аудиторський контроль в умовах ринкових перетворень здобув ає функції каталізатора для активізації підприємницької діяльності на принципах екологічно безпечного і стійкого розвитку.

Напряму застосування результатів екологічного аудита.

Коло організацій, зацікавлених в об'єктивному комплексному дослідженні господарської діяльності промислових підприємств і впливу на навколишнє середовище, досить широкий.

Екологічні проблеми актуальні для банківських інститутів. Фінансовий ризик, прямо зв'язаний з ризиком екологічним, може виникнути в результаті великих аварій і забруднення середовища, атакою зв'язку з неврахованими раніше екологічними вимогами. Залучення інвестора до цивільної чи кримінальної відповідальності, збільшення терміну реалізації чи проекту його подорожчання, можливе банкрутство підприємства - усе це в крайнебажано для фінансових установ. Такі дії зв'язані з затримкою платежів, падінням курсу акцій кредитуємої компанії, збільшенням терміну чинадання обсяг кредитуємих засобів на реалізацію проекту, неповернення кредиту при банкрутстві, атакою знеціненням застави, найважливішою складовою якої є вартість земельної ділянки інвестора. Привиявлення забруднення з емля значно знецінюється і банки-кредиториможуть позбавитися гарантій кредиту. До того ж при фінансуванні банком екологічно небезпечних проектів страждає його репутація.

ЕА може і повинний стати основою для становлення і розвитку екологічного підприємництва, до сфери якого варто віднести наступні напрямки господарської і соціальної діяльності: розробку і впровадження ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій; виробництво середозащитної техніки і приладів для контролю і підвищення якості навколишнього середовища; виробництво екологічно сприятливих споживчих товарів; використання вторинних ресурсів; використання рекреаційних ресурсів; надання екологічних послуг (екологічний моніторинг, аудировання, страхування, виховання, освіта і утворення).

За кордонний досвід показує, що за допомогою екологічних фірм багато підприємств вирішили проблеми утилізації, перетворивши відходи сировини для інших галузей, знайшли більше ефективні методи їхнього очищення і переробки. Щорічно світі такі фірми роблять послуг на 200-230 млрд. дол., причому цей показник має стійку тенденцію до росту (на 4-15% щорічно в залежності від видів наданих послуг).

Об'єктивні результати комплексного дослідження необхідні привисновку до договорів про страхування екологічного ризику і відповідальності виробника і споживача, для визначення екологічної надійності підприємства і величини ризику виникнення аварійних ситуацій.

Метою створення системи обов'язкового і добровільного екологічного страхування потенційно небезпечних об'єктів є компенсація збитку, що несуть треті особи і самстрахувальники в результаті аварійного забруднення навколишньої природного середовища, атакою стимулювання за побігання аварій у страхувальника, що досягається зарахунок зменшення витрат на проведення противоаварійних робіт зарахунок страховика.

Унікальну можливість поліпшити екологічні характеристики великого числу об'єктів виробничої діяльності і цілих секторів економіки дає приватизація. Вона дозволяє, зокрема, дозволити і протиріччя, що виникають у тих випадках, коли держава одночасно виконує функції по екологічному регулюванню і виступає як власник регульованих підприємств. Приватизаційна політика поряд з такими традиційними задачами, як одержання доходів від продажу підприємств, їхня модернізація новим власником, забезпечення зайнятості, сприяння регіональному економічному розвитку, надходження податкових платежів, повинна включати атакою досконалювання природоохоронної діяльності і раціональне природокористування. Екологічні аспекти необхідно адекватно відбивати в законодавчих і нормативних актах по приватизації іноземних інвестиціях.

В умовах прискореної приватизації, з одного боку, виникає небезпека ігнорування природоохоронних проблем, з іншого боку - установлення надмірнестрогих обмежень в інтересах охорони навколишнього середовища може стати стримуючим фактором для потенційних інвесторів у випадку придбання екологічно небезпечних підприємств. Ці проблеми в різних країнах з перехідною економікою зважуються по-різному.

Так, Закон про структуру природоохоронної діяльності від 29 червня 1990 р. надавав новим федеральним землям Німеччини можливість звільнення від відповідальності за екологічний збиток

к, нанесений до 1 липня 1990р. у результаті господарської діяльності, після оцінки інтересів покупця, громадськості і стану навколишнього середовища. З цього приводу було подано 69 тис. заявок.

У Польщі угодами між всіма установами, що беруть участь у приватизаційному процесі, просто врення постійної меж міністерської групи по екологічних питаннях приватизації основних фондів було підписано лише в лютому 1993р. Причина полягає в тому, що для великої кількості підприємств не знайшлася покупців через екологічні проблеми. Привисновку договору про приватизацію передбачається виділення спеціального розділу, що визначає відповідального за стан навколишнього середовища і регламентуючого дотримання екологічних вимог у постприватизаційний період.

В Естонії приватизаційне агентство використовує підхід, якому можна розглядати як компромісний між застосуванням в Німеччині і Польщі. Розроблено стандартну форму договору, відповідно до якої приватизаційне агентство, діючи від імені Естонської Республіки, звільняє покупця від відповідальності за екологічний збиток, нанесений третій стороні в результаті господарської діяльності, атакож від витрат, зв'язаних з ліквідацією такого забруднення, якщо воно буде виявлено протягом п'ятилітнього періоду з моменту передачі власності.

Представляється, однак, що пряме використання закордонного досвіду в цій області без обліку особливостей її соціально-економічної екологічної ситуації може лише збільшити еколого-економічний кризу. Справа ускладнюється тим, що пряме введення в практику класичних методів економічного механізму природоохоронного використання, характерних для розвинутих ринкових систем, дасть недостатній, а в деяких випадках і зворотний ефект.

Так, при прямому директивному впровадженні принципу "загрязнитель платит" у перехідний період, коли енергетична, нафтохімічна, металургійна і інші забруднюючі галузі промисловості високо монополізовані, тягар платежів за забруднення легко переноситься на плечі споживачів. Крім того, не тільки зростає вартість чистого поліпшення підтримки якості навколишнього середовища, але скоротиться виробництво товарної продукції, від реалізації якої надходять платежі в природоохоронні фонди. Дотогож, заданими західних фахівців, у країнах ЄС 63% витрат на боротьбу з забрудненнями забезпечує приватний сектор економіки, державний сектор витрачає приблизно 21%, а споживачі - 16%.

Облік екологічного фактора при приватизації повинний дозволити протиріччя, що полягає в необхідності удосконалення природоохоронної діяльності при недопущенні неприйнятних для майбутніх власників витрат. Тому поки права власності знаходяться в державі, варто з'ясувати і причини виникнення і ступінь екологічної кризи на кожній конкретній підприємстві і вирішити тип питання про меру і форми відповідальності всіх причетних до нього. Рішення питання про компенсацію природоохоронних витрат і сприяння в цьому повинні відбуватися індивідуально в залежності від масштабу підприємств, методів приватизації, екологічного стану регіону, реальної потенційної небезпеки приватизованого підприємства на підставі результатів ЕА.

Основним напрямком стабільної діяльності підприємства в постприватизаційний період є організація виробництва конкурентноздатної продукції і підвищення її рентабельності. Це досягається різними шляхами, що умовно можна класифікувати в такий спосіб:

оструктурно-управлінське реформування підприємства з ізбереження міснующих на момент приватизації видів продукції, що випускається, рьшков сировини і збуту;

овідновлення і розширення асортименту продукції на основі наявних технологій і матеріалів з урахуванням змін кон'юнктури рьшков збуту ("краще не зробити, чим не продати");

овипуск традиційного асортименту продукції, його розширення і відновлення на основі застосування сучасних технологій, матеріалів, устаткування;

оперепрофілювання підприємства на випуск нової продукції.

У залежності від характеру постприватизаційної діяльності ми пропонуємо наступні конкретні механізми обліку екологічного фактора в процесі приватизації: а) створення цільового фонду для рішення невідкладних екологічних проблем, утвореного шляхом включення їхньої вартості

вціну приватизованого об'єкта; б) зменшення вартості підприємства на суму відверненого збитку

(фактичного і потенційного), наносимого навколишньому середовищу.

При реформуванні великих підприємств може мати місце одночасне сполучення різних методів закриття нерентабельних виробництв, припинення випуску окремих видів продукції через відсутність ґрунтовних сировинних і побутових організацій випуску нових видів продукції шляхом створення спеціальних виробництв і т. д. Рішення екологічних питань повинні вживатися в контексті змін діяльності підприємства в постприватизаційний період.

Як показують розрахунки по конкретних промислових підприємствах різних регіонів, реалізація запропонованих концептуальних підходів приведе до змін вартості цілісного майнового комплексу менш чим на 1%. Істотно впливу на ринкову вартість підприємства це не зробить, а численні потенційні покупці можуть розширитися зарахунок гарантування рішення екологічних проблем мінімізацією ймовірності катастроф майбутньому.

Застосування розглянутих способів обліку екологічного фактора в процесі приватизації промислових підприємств може не тільки сприяти поліпшенню екологічних параметрів великого чи середнього підприємства, але й сприяти загальному оздоровленню економіки. Так, реалізація необхідних природоохоронних заходів з гарантованим фінансуванням спричинить засобою не тільки завантаження відповідних підрозділів конкретного підприємства, але й залучення послуг незалежних дослідних центрів, розміщення замовлень на конкурсній основі на інших спеціалізованих підприємствах.

Використання запропонованих підходів буде сприяти збереженню і збільшенню кількості робочих місць з гарантованою оплатою за зроблену продукцію як на спеціалізованих підприємствах, що роблять техніку природоохоронного призначення, так і в усіх галузях промисловості і науки - дослідних центрів, подоланню кризисних платежів, своєчасній сплаті податків у бюджет, встановленню економічної і соціальної стабільності.

Закони України про охорону природи

Закони України про охорону оточуючого природного середовища прийнятий у липні 1991 р. та спрямований на регулювання відносин у галузі охорони, використання природних ресурсів. Він є базовим та складається з 16 розділів:

- 1- загальні положення;
- 2- екологічні права про обов'язки громадян;
- 3- права рад народних депутатів у галузі охорони навколишнього середовища;
- 4- повноваження органів управління у галузі охорони навколишнього середовища;
- 5- спостереження, прогнозування, облік та інформація у галузі навколишнього середовища;
- 6- екологічна експертиза;
- 7- стандартизація та нормування у галузі навколишнього середовища;
- 8- регулювання використання природних ресурсів;
- 9- економічний механізм забезпечення охорони навколишнього середовища;
- 10- заходи до забезпечення екологічної безпеки;
- 11- природні території, об'єкти, що підлягають особливому контролю;
- 12- критичні екологічні ситуації;
- 13- розв'язання суперечок у галузі охорони навколишнього середовища;
- 14- відповідальність за порушення закону про охорону природи;
- 15- міжнародні відносини України у галузі навколишнього середовища.

Згідно з законом з 1991 р. запровадження плати за викиди, що економічно стимулює проведення природоохоронних заходів.

У жовтні 1992 р. у дію Закон України “Про охорону атмосферного повітря”, розробленні відповідно до Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” та інших актів законодавства України. Закон складається з таких розділів:

1. Загальні положення.
2. Стандартизація та нормування у галузі охорони атмосферного повітря.
3. Заходи щодо охорони атмосферного повітря.
4. Додержання вимог щодо охорони атмосферного повітря при проектуванні, будівництві та рекомендації промислових об’єктів.
5. Регулювання відносин у галузі використання атмосферного повітря.
6. Економічний механізм забезпечення охорони атмосферного повітря.
7. Державний облік та моніторинг у галузі охорони.
8. Правопорушення у галузі охорони атмосферного повітря розробляється та вводяться у дію Міністерством охорони оточуючого природного середовища та Міністерством охорони здоров’я України.

Для оцінки стану атмосферного повітря встановлюються єдині для України нормативи економічної безпеки атмосферного повітря: ГДК отруйних речовин в атмосферному повітрі для людей та об’єктів оточуючого природного середовища. Ці нормативи розробляють та вводяться в дію Мінприроди та Міністерством охорони здоров’я.

Для кожного стаціонарного джерела викидів встановлюються нормативи гранично допустимих викидів /ГДВ/ забруднюючих речовин по кожній речовині. Проекти нормативів розробляються підприємствами, установами та організаціями й затверджуються Міністерством охорони здоров’я та Мінприроди.

Підприємства, установи та організації зобов’язані вживати заходи щодо забезпечення виконання вимоги та умов, передбачених у дозволах на викид забруднюючих речовин та інших шкідливих впливів, здійснювати контроль за кількістю та внеском викидів, мати завчасно підготовлені заходи щодо охорони атмосфери на випадок аварійних ситуацій та несприятливих метеорологічних умов.

Регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюється органами Мінприроди, що встановлюють для кожного стаціонарного джерела обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферу. У разі недодержання цих умов робота підприємства може бути обмежена, тимчасово заборонена або припинена зовсім. Кабінет Міністрів України, місцевими органами державної виконавчої влади, іншими державними органами та органами місцевого самоврядування у межах їх компетенції.

Для визначення екологічної безпеки при проектуванні, розміщенні та будівництві нових та реконструкцій діючих підприємств проводиться екологічна експертиза. При цьому введення в експлуатацію об’єктів, що не відповідають вимогам охорони атмосферного повітря, забороняється.

Для забезпечення охорони та ефективного повітря вводяться організаційно – економічні заходи, що передбачають: встановлення лімітів викидів забруднюючих речовин та інших шкідливих впливів на атмосферу; встановлення нормативів та розмірів платежів за забруднення та використання повітря; надання підприємствам та громадянам податкових, кредитних та інших пільг при впровадженні ними маловідходних, безвідходних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій.

Контроль у галузі охорони атмосферного повітря спрямовані на забезпечення додержання всіх вимог цього Закону. Громадський контроль здійснюється громадськими інспекторами охорони навколишнього середовища.

Збирання, обробка та аналіз інформації про стан атмосферного повітря здійснюються громадськими інспекторами охорони навколишнього середовища.

Збирання, обробка та аналіз інформації про стан атмосферного повітря здійснюється у межах системи державного моніторингу органами Мінприроди, Державного Комітету України з гідрометеорології.

Особи, винні у порушенні законодавства про охорону атмосферного повітря, несуть відповідальність згідно з законодавством України.

Україна бере участь у міжнародному співробітництві у галузі охорони атмосферного повітря згідно з законодавством України та Міжнародними угодами, ратифікованими Україною.