

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти ОПП «Агроінженерія» спеціальності Н7 «Агроінженерія» денної
форми здобуття вищої освіти

МИКОЛАЇВ
2025

Методичні рекомендації розглянуто і затверджено на засіданні кафедри агроінженерії від 25.11.2025., протокол №4

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 08.12.2025., протокол №4

Укладачі:

Ірина СУКОВІЦИНА – асистент кафедри агроінженерії,
Олексій САДОВИЙ – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії.

Рецензенти:

ГРУБАНЬ Василь Анатолійович – канд. техн. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. Основні терміни і поняття	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. Теоретичні аспекти безпеки. Концепція інженерної екології	13
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. Види екологічних ситуацій	16
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. Нормування забруднень	22
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Вплив транспортних засобів на довкілля	25
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. Біологічна очистка господарсько-побутових та промислових стічних вод та обробка органічних осадів стічних вод	30
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7. Вплив забруднення ґрунтів на здоров'я людей та його нормування	36
ПРАКТИЧНА РОБОТА №8. Методи очищення газових викидів. Апарати для очистки газоподібних викидів	41
ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	48
ДОДАТКИ. Нормативно-правова база та стандартизація	50

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

ВСТУП

У загальному спільному вигляді антропогенна екологія - це наука, що досліджує загальні закони взаємодії біосфери і людини, вплив природного середовища (у ряді випадків і соціальної) на людину. При цьому під «людиною» мається на увазі антропосистема, що складається з різних структурних рівнів людства, його груп і індивідумів. Людське суспільство засноване на споживанні в найширшому сенсі цього слова. Господарська діяльність людини розвивається залежно від його потреб. Вона базується на виробництві, розвиток якого передбачає використання природи і її різноманітних ресурсів. На певному етапі розвитку любого суспільства неминуче виникає суперечність між людиною і природою, між виробництвом і природними екологічними системами.

Антропогенна екологія є міждисциплінарною наукою, що базується на комплексі «екологізованих» фундаментальних наук і прикладних дисциплін, вирішальних проблеми раціональної взаємодії суспільства і природи. Особливе місце серед прикладних дисциплін, що входять в антропогенну екологію, займає інженерна екологія.

Інженерна екологія - прикладна дисципліна, що є системою науково обґрунтованих інженерно-технічних заходів, направлених на збереження якості навколишнього середовища в умовах промислового виробництва, що зростає. Інженерна екологія виникла на стику технічних, природних і соціальних наук.

Мета: підготовка фахівців-екологів, які повинні володіти знаннями і вміннями розробки інженерних норм і засобів, що відповідають екологічним вимогам виробництва у видобувній та переробній промисловості, енергетичному транспорті, будівництві, сільському господарстві тощо, а також щодо впливу екологічних факторів різноманітних живих організмів на інженерні об'єкти.

Завдання: особливість вивчення дисципліни включає систему науково обґрунтованих інженерно-технічних заходів, спрямованих на збереження належної якості навколишнього середовища в умовах зростання обсягів промислового виробництва. Особливого значення набуває комплексний підхід до проблеми інженерно-екологічного забезпечення агропромислових і промислових підприємств на основі єдиної методології з урахуванням останніх досягнень у різних галузях знань.

Об'єктивну важкість у вивченні дисципліни становить відсутність належних інженерних знань. В зв'язку з цим, велике навантаження лягає на самостійне вивчення тем дисципліни з консультативною допомогою викладача.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Методичні рекомендації з дисципліни «Інженерна екологія» для практичних робіт, написані для здобувачів вищої освіти денної форми навчання інженерно-енергетичного факультету зі спеціальності 208 «Агроінженерія» і вивчається на другому курсі першого. Методичні рекомендації відповідають навчальній програмі «Інженерна екологія».

Структура методичних вказівок побудована у відповідності з вимогами модульно-рейтингової системи навчання, що впроваджується у навчальний процес закладів освіти четвертого рівня акредитації. У відповідності з цією системою дисципліна «Інженерна екологія» поділена на 2 модулі:

1. Загальні положення інженерної екології
2. Заходи запобігання антропогенного впливу на довкілля

Практичні роботи виконують на форматах А4. Оформлений звіт представляють викладачу, який за результатами контрольного опитування визначає засвоєння здобувачем вищої освіти досліджуваного матеріалу.

Перед початком роботи здобувач вищої освіти зобов'язаний ознайомитися з основними правилами техніки безпеки в практичній аудиторії, у якій знаходяться машини, механізми, макети, схеми, окремі робочі органи машин із ріжучими кромками, абразивними поверхнями й обертальними вузлами машин.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1
«Основні терміни і поняття»

Мета роботи

Розглянути основні терміни і поняття інженерної екології, її місце в системі наук, коротку історію виникнення.

Теоретичні відомості

Екологія (від грец. *oikos* - оселя, середовище життя, домівка і *logos* - слово, вчення про порядок, гармонію в домівці, середовищі життя) - наука про взаємодію між живими організмами й середовищем їхнього існування; міждисциплінарна галузь знань про устрій і функціонування складних систем у природі та суспільстві у їх взаємозв'язку.

Інженерна екологія - прикладна міждисциплінарна галузь загальної екології, що охоплює аспекти взаємодії виробничих і екологічних систем, забезпечує дослідження й розв'язання екологічних проблем інженерними, інженерно-біологічними та інженерно-економічними методами; техногенного впливу підприємств, технологій на навколишнє природне середовище. У контексті сталого розвитку із застосуванням методів інженерної екології вирішується проблема екологічної чистоти моделей виробництва і споживання, запровадження технологій запобігання забрудненню навколишнього середовища, мінімізації відходів і ефективного поводження з відходами на повному життєвому циклі продукції та інвестиційного процесу. Застосовується також термін «індустріальна екологія», але це значно обмежене визначення інженерної екології.

Екологічна парадигма (від грец. *paradeigma* - приклад, взірець) - домінуючий спосіб мислення; зразкова модель, прийнята як екологічно орієнтовний взірець розв'язання проблем розвитку суспільства, що набув певної завершеності і відносно узгодженої системи поглядів на навколишні явища і речі. Відповідно до екологічної парадигми екосистема, екосистемний перехід є домінантами сучасної екології та сталого розвитку.

Екологізація - процес поширення ідей, знань, законів екології, екологічного мислення в різних сферах науки, виробництва, життєдіяльності суспільства, інтеграції екологічної політики в різні напрями державної і корпоративної політики.

Екологізація виробництва - цілеспрямований комплексний процес постійного посилення екологічної свідомості та культури, підвищення екологічної кваліфікації управлінського та виробничого персоналу; запровадження екосистемного підходу й управління виробничою діяльністю, системи екологічного менеджменту й аудиту з метою запобігання забрудненню навколишнього природного середовища; підвищення екологічної чистоти

життєвого циклу продукції, технологій виробництва й ефективності використання природних ресурсів; гармонізації взаємодії виробничих і екологічних систем.

Екологічна система (екосистема) - просторово обмежена сукупність організмів і навколишнього середовища, взаємодія між якими сприяє досягненню екологічної рівноваги.

Виробнича система - просторово обмежена й технологічно та продукційно обумовлена сукупність інженерних споруд, обладнання виробничого персоналу, розташованих на території, що охоплює виробничу ділянку та прилеглу санітарну зону і яка функціонує в межах природоохоронних обмежень екологічного законодавства, екологічних норм і стандартів.

Екологічно чисте виробництво (ЧВ) - виробництво, яке відповідає критеріям і стандартам екологічної чистоти виробничої системи.

Критерії екологічної чистоти - система екологічних вимог (законодавчих, нормативних) і характеристик впливу на навколишнє середовище на всіх стадіях життєвого циклу продукції, які встановлюють вимоги до екологічної чистоти виробництва, технологій, продукції на певний термін з урахуванням стратегій інноваційного розвитку, придбання чи появи нових чистіших технологій, нової чистішої продукції, нової інформації про стан навколишнього середовища.

Екологічна рівновага - збереження або підтримка природної (екологічної), а точніше, природно-антропогенної системи у якісно визначеному стані протягом часу, характерного для цієї системи (еволюційний період, геологічний період тощо).

Екологічна ємність території - узагальнена характеристика території, що кількісно підприємств, корпорацій, суспільства, держави з навколишнім природним середовищем

Збалансований розвиток - розвиток суспільства, виробництва, збалансований за трьома системними складовими: економічною, соціальною й екологічною, з метою забезпечення сталості розвитку.

Екологічне управління системи

1) системна складова загальної системи управління, що має на меті здійснення екологічної політики й досягнення екологічних цілей та охоплює організаційну структуру, діяльність із планування, функціональні обов'язки, відповідальність, методології й методи, процедури та ресурси, а також професійно підготовлені кадри.

2) екологічне управління - це процес підготовки, прийняття і реалізації рішень, спрямованих на досягнення екологічних цілей з використанням різних спеціальних і загальносистемних, адміністративних, інженерних та економічних методів і механізмів.

Екологічний менеджмент - ринкове орієнтована складова загальної

управління підприємством, корпорацією, що має на меті досягнення екологічної вигоди або прибутку із застосуванням ринкових механізмів. Екологічний менеджмент може розглядатись і як складова загальної системи екологічного управління, що гармонізує її функціонування в загальній системі управління і спрямована на екологізацію загальних функцій управління.

Екологічні цілі - переважні екологічні наслідки, результати, які можуть бути досягнуті протягом запланованого періоду завдяки здійсненню екологічної політики; бажані граничні значення (характеристики), яких сподіваються досягти.

Екологічні аспекти - аспекти діяльності, продукції або послуг організацій, які можуть мати сприятливий чи негативний вплив на навколишнє середовище, здоров'я людини (скиди, викиди, споживання, повторне використання матеріалу, шуми тощо).

Екологічний вплив - зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі, негативно позначаються на здоров'ї людини внаслідок вияву дії екологічного аспекту (забруднення, зараження води, виснаження природних ресурсів тощо).

Господарська ємність екосистеми - граничнодопустимий антропогенний вплив на екосистему, перевищення якого переводить її у збуджений стан і з часом викликає в ній необоротні деградаційні процеси.

Екологічна політика - система екологічних концепцій, принципів, підходів, пріоритетів і напрямів діяльності, що документально оформлена й офіційно задекларована (затверджена) та визначає взаємовідносини - сукупність об'єктивно існуючих і науково систематизованих екологічних законів, принципів, правил функціонування різного класу екосистем, системи людина - суспільство”.

Екологічне законодавство - система законодавчих та підзаконних актів, які закріплюють екологічні права та обов'язки громадян, екологічні інтереси держави та юридичних осіб, механізми їх реалізації і захисту, регулюють відносини в галузі використання, відтворення й охорони земельних, водних та інших природних ресурсів визначають режими території й об'єктів особливої охорони, забезпечують вимоги екологічної безпеки.

Еколого-управлінські механізми (механізми екологічного управління) - законодавчі, нормативно-правові, організаційні, методологічні, економічні, ринкові, інформаційні, менеджерські та науково-освітні засоби забезпечення функціонування систем екологічного управління відповідно до екологічних закономірностей та біотичних механізмів регулювання.

Еколого-виробнича (господарська) система - взаємозв'язок і взаємообумовленість процесів, що відбуваються в економіці та природі. Система складається з природних і антропогенних елементів і зв'язків (потоків інформації) між ними. Основні елементи (реципієнти) складаються з:

- 1 - екологічних компонентів, сукупність яких утворює навколишнє природне середовище (повітря, вода, земля, рослинність, тварини);
- 2 - природних ресурсів (енергетичні, сировинні);
- 3 - виробничих фондів, комплексів, транспорту, системи життєзабезпечення.

Еколого-економічні механізми - система економіко-фінансових важелів і планово організаційних заходів, що охоплюють: механізм зборів за забруднення природного середовища та за спеціальне використання природних ресурсів; механізм відшкодування збитків, заподіяних унаслідок порушення екологічного законодавства, природоохоронних норм і стандартів; механізм державного бюджетного фінансування природоохоронних заходів; механізми екологічних фондів; механізми стимулювання, у тому числі ринкові і страхування.

Екологічні нормативи - ступінь максимально допустимого втручання людини в екосистеми, що забезпечує збереження їхньої структури й динамічних якостей. Система екологічних нормативів містить такі нормативи екологічної безпеки: граничнодопустимі концентрації забруднювальних речовин у навколишньому середовищі; граничнодопустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого впливу на навколишнє середовище; граничнодопустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування.

Еколого-економічний кадастр (природних ресурсів, середовища) - систематизований аналітико-нормативний документ, який виконує контрольні функції під час купівлі або продажу знарядь і засобів виробництва на тій чи іншій території. Кадастр містить певні кількісні і якісні показники фізичних обсягів природних ресурсів та їх використання, оцінку якості екологічного стану території в сукупності з вартісною оцінкою рівня забруднення навколишнього природного середовища, без яких неможливо здійснити купівлю або продаж.

Екологічний ринок.

1) складова загального ринкового середовища, яка характеризується конкурентним обміном усім тим, що спрямоване на збереження, відтворення і раціональне використання навколишнього природного середовища, поліпшення життя людей і забезпечення їхньої екологічної безпеки;

2) ринок екологічних технологій, робіт, товарів, послуг, знань, екологічної інформації.

Екологічні вимоги - обов'язкові вимоги, визначені в законодавчих чи підзаконних актах, які спрямовані на забезпечення раціонального природокористування, охорону навколишнього природного середовища й екологічну безпеку.

Екологічний попит - попит на задоволення екологічних потреб.

Екологічні потреби - потреби людини, суспільства в екологічно

безпечному й здоровому навколишньому природному середовищі; потреби споживати екологічно чисті товари й вироби; оберігати природу та її ресурси заради своїх дітей, онуків.

Екологічне підприємництво - ринкове орієнтована діяльність підприємств, фірм, підприємців на екологічному ринку для гарантування екологічної безпеки для збереження, відтворення й раціонального використання навколишнього природного середовища, поліпшення життя людей, задоволення їхніх екологічних потреб з отриманням екологічної вигоди (прибутку).

Екологічна індустрія - обладнання, технології природоохоронного або природоресурсного призначення та супутні маркетингові й інжинірингові роботи, послуги.

Екологічні роботи - роботи, пов'язані з екологічним оздоровленням і відтворенням природних об'єктів (водних, ландшафтних тощо).

Екологічні послуги - послуги з екологічного менеджменту, консалтингу, маркетингу, інжинірингу, страхування, маркування і сертифікації продукції, екологічної освіти, інформації та інші види послуг в еколого-підприємницькій діяльності на ринку екологічних послуг.

Екологічні інвестиції - інвестиції природоохоронного і природоресурсного призначення з еколого-економічним ефектом

Екологічне стимулювання - комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів і охорону навколишнього середовища.

Оцінювання впливу на навколишнє середовище (ОВНС) - процес ідентифікації, прогнозування й кількісної оцінки ймовірного впливу на природне середовище в результаті реалізації того чи іншого продукту, інвестиційної пропозиції.

Оцінювання характеристик екологічності - процес вимірювання, аналізу, оцінювання й опису характеристик екологічності відповідно до узгоджених критеріїв для відповідних цілей управління.

Оцінювання життєвого циклу - облік і оцінювання вхідних і вихідних потоків матеріалів, речовин, енергії продукційної системи, її впливу на навколишнє середовище на всіх стадіях життєвого циклу.

Оцінювання відповідності - діяльність, пов'язана з визначенням того, що продукція, системи якості, системи управління якістю, системи екологічного управління, персонал відповідають вимогам, установленим законодавством, стандартами.

Підтвердження відповідності - діяльність, результатом якої є офіційне свідоцтво (декларація про відповідність, сертифікат, позначка доступу на ринок); надає впевненості, що продукція чи послуга відповідають стандартним чи нормативним вимогам.

Життєвий цикл - послідовність взаємозв'язаних складових продукційної

системи - починаючи з процесу видобування сировини або відтворення природних ресурсів і до кінцевої стадії-видалення відходів.

Продукційна система - сукупність матеріально й енергетичне пов'язаних одиничних процесів, що реалізують одну або більше визначених функцій. Під терміном «продукція» мається на увазі як продукційна система, так і система послуг.

Системний підхід - підхід до підготовки, прийняття і здійснення рішень, розв'язання проблем та досягнення цілей; ґрунтується на нормативній методології системного аналізу і здібностей системного мислення управлінського персоналу з використанням системної моделі об'єкта управління.

Відходи - будь-які речовини й вироби, від яких власник позбавляється шляхом утилізації чи видалення.

Небезпечні відходи - відходи, фізичні, хімічні чи біологічні характеристики яких створюють чи можуть створювати значну небезпеку для навколишнього природного середовища та здоров'я людини, вимагають спеціальних методів і засобів поводження з ними та включені як такі до спеціального переліку.

Власник відходів - виробник відходів чи фізична або юридична особа, у володінні якої відходи перебувають, а якщо ця особа не встановлена, - місцева державна адміністрація.

Виробник відходів - фізична або юридична особа, чия діяльність призводить до утворення відходів.

Поводження з відходами - дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізація, видалення, знешкодження й захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцем видалення.

Збирання відходів - діяльність, пов'язана зі збиранням і розміщенням відходів у спеціальних місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення.

Зберігання відходів - тимчасове зберігання відходів у спеціально виведених місцях чи об'єктах (до забезпечення їх утилізації чи видалення).

Оброблення (перероблення) відходів - здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних зі зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення.

Перевезення відходів - транспортування відходів від місця їх утворення або зберігання до об'єктів оброблення, утилізації чи видалення.

Утилізація відходів - використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів шляхом здійснення операцій, перелік яких затверджується Кабінетом Міністрів України.

Знешкодження відходів - остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях так, щоб шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених норм.

Об'єкти поводження з відходами - місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів.

Система (від грец. *systema* - ціле, складене з частин; *сполука*) - сукупність елементів, що перебувають у тісній взаємодії і зв'язках між собою, утворюючи певну цілісність, єдність.

Система сертифікації (реєстрації) - система, що має власні правила і методики виконання процесу оцінювання відповідності та прийняття рішення про видачу сертифіката.

Система корпоративного екологічного управління - складова національної системи екологічного управління й загальної системи корпоративного управління, що згідно з чинним законодавством України й міжнародними стандартами та регламентами функціонує і ставить за мету здійснення корпоративної екологічної політики та гармонізацію взаємодії між суспільством і природою на корпоративному рівні.

Управління екологізацією виробництва - функціональна цільова складова загальної системи екологічного управління, яка має на меті досягнення конкретних результатів екологізації виробництва.

Стандарт - документ, який розроблено на підставі загальної згоди з найсуттєвіших питань більшості заінтересованих сторін і прийнято вповноваженим органом. У ньому встановлюються для загального і систематичного використання правила, загальні принципи або характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів. Документ спрямований на досягнення оптимального ступеня впорядкування в зазначеній галузі.

Ноосфера (від грец. *noos* - розум + *середовище*) - соціоприродна система, в якій мають бути забезпечені пріоритети розумного співіснування суспільства і природи, інтелектуально-інформаційних етичних цінностей, екогуманізму, а також реалізовані світоглядні принципи гармонії людини, суспільства і природи, їхній безпечний і довготривалий спільний розвиток (коеволюція) на основі застережливості, постійно оновлюваної екологічної освіти й духовного збагачення.

Ноосферогенез - процес формування, перехід до ноосферного стану завдяки безперервним системним трансформаціям усіх сфер життєдіяльності людини, суспільства, держави. Характерною рисою ноосферогенезу є надання переваги культурним і екологічним перетворенням порівняно з технологічними й економічними, з подальшим напрацюванням нових екогуманістичних цінностей.

Мета роботи

Розглянути основні об'єкти дослідження та завдання сучасної теорії безпеки. Ознайомитись з методологічними основами теорії екологічної безпеки та складовими концепції інженерної екології.

Теоретичні відомості

Об'єктом дослідження сучасної теорії безпеки є вивчення фундаментальних закономірностей взаємодії природних систем, об'єктів техногенної і біологічної сфери, соціально-економічних структур при переході від їх безпечного стану до глибинних порушень екологічного довілля.

Науковою основою теорії і безпеки діагностування є відстеження небезпек, раннє сповіщення і попередження формування змін, що можуть призвести до аварій та катастроф, розроблення систем і реабілітації.

Завданням екологічної безпеки є визначення основних засад безпеки природничо-технічних систем, попередження і пом'якшення наслідків впливу цих систем на довілля з урахуванням наявних процесів соціально-економічного розвитку суспільства.

Науково-технічна політика в галузі екологічної безпеки передбачає проведення системних досліджень з проблем виникнення екологічних небезпек, аварій і катастроф із метою розроблення безпечних складних технічних систем. Теорія екологічної безпеки є сучасним, міждисциплінарним напрямком фундаментальної науки, що вивчає ступінь захищеності життєво важливих інтересів людини, суспільства і країни від наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Методологічні основи теорії екологічної безпеки базуються на досягненнях:

- математики (методи математичного системного аналізу, математичної статистики і моделювання, теорія ймовірності, теорії ризиків);
- фізики (загальна і прикладна фізика, радіоелектроніка, фізика атмосфери тощо);
- механіки (механіки рідини і газів, механіка твердого здеформованого тіла);
- машинознавства (аналіз і синтез технічних систем, міцність і ресурс систем);
- інформатика і управління (теорія управління, теорія інтегрованих систем);
- хімія (теорія хімічних і фізико-хімічних реакцій, хімічних процесів і матеріалів);
- біології і фізіології (генетика, екологія, нейрофізіологія, еволюційна морфологія);

- геології (комплексні методи геології, геофізики і геохімії).

Принципове значення у теорії безпеки надається встановленню критеріїв і шкал, які дозволяють кількісно оцінювати і визначати небезпеки, загрози, ступінь захищеності і ураження. На цій основі сформовано кількісні і якісні параметри управлінських рішень, експлуатаційних нормативно-технічних документів, висновки комісій з аналізу стану довкілля і об'єктів після аварій та катастроф. Такі параметри використовують для формування задач безпеки і оцінення ефективності запропонованих заходів.

Фундаментальні дослідження у галузі безпеки дозволяють: науково обґрунтувати принципи, методи і системи захисту від небезпек, аварій і катастроф; сформувати систему керівних рішень у разі виникнення небезпеки, яка може бути успішно використана для запобігання чи ліквідації аварій і катастроф.

Реалізація **концепції інженерної екології** полягає у запровадженні системи інженерно-екологічного забезпечення виробництва. Це комплекс взаємопов'язаних елементів (підсистем), які визначають еколого-оптимальні режими управління. Під управлінням в інженерно-екологічному сенсі розуміють запровадження системи постійного контролю і цілеспрямованого впливу на умови та чинники, які у свою чергу визначають екологічний стан природо-технічного комплексу, з метою встановлення, забезпечення і підтримання необхідного рівня екологічної безпеки під час проектування, спорудження і експлуатації виробничих об'єктів. У системі інженерно-екологічного забезпечення виробництва функціонують і розвиваються **підсистеми:**

- науково-методологічного забезпечення (загальні принципи формування рішень, нормативний регламент, оптимізація критеріїв управління всією системою та ін.);
- проектно-конструкторського забезпечення (формування розрахункових моделей і структур, конструкційне виконання екологічно-чистих об'єктів та ін.);
- технологічного забезпечення (заходи і засоби екологічно раціонального виконання технологічних процесів, нормативно-технологічний регламент екологічного відновлення природно-технічних систем та ін.);
- організаційно-методичного забезпечення (оптимальні організаційно-методичні структури виробництва, принципи екологічної ефективності виробництва, екологічно оптимальні форми організації трудових систем та ін.);
- комплексного екологічного контролю (екологічна експертиза науково-методичних, проектно-конструкторських і організаційно-технічних рішень, промислова економетрія, моніторинг та ін.);
- інформаційного забезпечення (принципи накопичення, передавання, зберігання і використання екологічної інформації, критерії якості і показники її результативності);

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

- кількісного оцінення і прогнозування (методологія об'єктивного оцінення екологічної ситуації у регіональному і планетарному масштабі, багаторівнева ідентифікація, інженерно-технічні аспекти межових прогнозів та ін.);
- оптимального управління (обґрунтування дозволених меж регулювання трудових процесів і управління природно-технічними геосистемами, соціально-методологічні аспекти формування екологічних знань і культури, загальні принципи екологічного оптимального управління та ін.).

Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва створює умови для мобілізації і реалізації всіх природоохоронних дій у агропромисловому комплексі (АПК). Не можна чекати від людей правильних рішень, не давши їм необхідної інформації, на основі якої вони повинні діяти. З цих позицій інженерна екологія формує відповіді на питання: в якому напрямку і як треба діяти, які матеріально-технічні, організаційно- екологічні і методологічні передумови повинні бути створені для забезпечення справжньої екологічної безпеки у світі.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3
«Види екологічних ситуацій»

Мета роботи

Ознайомити студентів із видами екологічних ситуацій. Провести їх класифікацію та подати характеристики екологічних ситуацій. Визначити напруженість екологічної ситуації за М.Ф. Реймерсом. Розробити схему формування екологічної ситуації.

Теоретичні відомості

Відомий російський вчений М.Ф. Реймерс подав детальну характеристику напруженості екологічної ситуації, яка має не нормативний, а рекомендаційний характер. Коротко розглянемо 4-й види екологічних ситуацій.

1) **Зона напруженої екологічної ситуації (ЗНЕС)** - це ареал, у межах якого швидкість антропогенних порушень перевищує темпи самовідновлення природи, і виникає загроза докорінної, але ще оборотної зміни природних систем, де окремі показники здоров'я людини (захворюваність дітей, дорослих, кількість психічних відхилень та ін.) достовірно вищі від норми, яка існувала тут раніше або існує в інших регіонах країни й світу, де антропогенний тиск значно менший і це не призводить до статично підтверджених змін тривалості життя населення більш ранньої інвалідності, непов'язаної з професією. Для такої зони доцільно встановити економічну компенсацію мешканцям. При визначенні ЗНЕС враховують різні групи населення: місцеве чи корінне, мігранти, біженці, а також географічне місце зони.

У всіх випадках показники здоров'я можуть бути як натурними, так і розрахунковими (модельними). Останнім слід надавати перевагу, щоб не експериментувати з людьми. Модельні показники дають змогу своєчасно відвернути біду.

Вірогідність антропогенних та природних катастроф в ЗНЕС - менша ніж одна подія за 100 років, а ризик для людей (потенційна загибель однієї людини) - не більше ніж один випадок на один мільйон населення за рік.

Можливе виникнення конфліктної екологічної ситуації - це формування суб'єктивно психологічно несприйнятливої середовище життя при об'єктивній його безпечності для здоров'я населення. Ця ситуація викликає постійний нервовий стрес і призводить до виникнення об'єктивно напруженої ситуації.

2) **Зона екологічного лиха (ЗЕЛ)** - це ареал, в межах якого відбувається важкозворотна зміна продуктивних екосистем менш продуктивними (зменшення лісистості, збільшення опустелювання); в результаті антропогенного впливу або рідше природного впливу неможливе соціально-економічне виправдане господарювання (традиційне чи науково обґрунтоване); показники стану здоров'я населення - переднатальна (внутріутробна) й дитяча

смертність, захворюваність дорослих і дітей, значні психічні відхилення. Частота і швидкість настання інвалідності достовірно вищі, а тривалість життя людей статистично помітно нижчі, ніж на аналогічних територіях, які не зазнали подібного негативного впливу. Зміни в показниках стану здоров'я й смертності населення вищі, ніж ті, що відповідають нормальним природним коливанням в межах цієї зони чи аналогічних регіонах тепер чи в минулому. Економічна компенсація мешканцям вже не виправляє становище - потрібні значні інвестиції для поліпшення екологічної ситуації.

Вірогідність антропогенних і природних катастроф в ЗЕЛ - одна подія на 50 -100 років, а ризик для людей (потенційна загибель однієї людини) - не більша одного випадку на 100 тис. населення за один рік.

3) **Зона екологічної катастрофи (ЗЕК)** - ареал, в межах якого відбувається незворотний або важко зворотний перехід до повної втрати біологічної продуктивності (сильне і швидке опустелювання) або виникла фізико-хімічна чи біологічна аномалія, яка становить небезпеку для життя, здоров'я, репродуктивних функцій людини сприяє появі тератогенних (потворних), ембріотоксичних, канцерогенних чи мутагенних ефектів протягом життя людини чи кількох поколінь людей. Всі предмети, що виготовляються в ЗЕК, становлять небезпеку для здоров'я людини чи низки поколінь людей. Це робить території непридатною для життя й господарювання людини, а акваторію перетворює на економічну пустелю. В межах ЗЕК люди можуть перебувати лише тимчасово, а корінне населення має бути виселене з неї. Компенсації підлягає втрата "малої батьківщини", стрес від переміни місця проживання. На новому місці проживання необхідне значне поліпшення умов життя. У межах ЗЕК ризик для людей перевищує один летальний випадок на 100 тис. населення за рік.

Від катастроф слід відрізняти аварії - точкові або вузьколінійні події.

4) **Стихійне лихо (СЛ)** - будь-яке природне явище, як правило, таке, що не може бути відвернуте (землетрус, повінь, цунамі, ураган, виверження вулкану тощо), яке спричиняє економічні збитки й несе загрозу життю й здоров'ю людей.

Необхідно відрізняти стихійні й антропогенні лиха. Останні можна відвернути, вони мають конкретних винуватців. При стихійних бідах можуть бути лише побічні винуватці (проектувальники споруд, які не врахували правил сейсмічного будівництва, злочинці серед будівельників, керівники "халтурного" будівництва тощо), які сприяли більш тяжким наслідкам від стихійних бід.

Сдасюк і Шестаков розрізняють екологічні ситуації за таких характеристик: набору проблем; типу техногенних перебудов; домінуючих факторів формування; типу умов; масштабу прояву; часу існування; місцю прояву; ступінню гостроти прояву.

Розглядаючи останню класифікацію необхідно враховувати стан суб'єктів і їх середовищ. Спираючись на класифікацію показників {табл.. 1) виділяють

такі види станів: стан об'єктів середовища по відношенню до їх норми (оцінюється при допомозі об'єктних екологічних ситуацій); стан об'єктів середовища по відношенню до вимог суб'єктів (оцінюється при допомозі суб'єктно-об'єктних показників); стан суб'єктів середовища по відношенню до їх норми (оцінюється при допомозі суб'єктних показників).

Зона екологічної безпеки і екологічної кризи відрізняються, на думку багатьох авторів, меншою гостротою екологічної ситуації, меншим охопленням території, менш значним впливом на якість життя і стан природного середовища (табл.1).

М. Котляков, Б.І. Кочуров за ступінню гостроти виділяють п'ять видів екологічних ситуацій:

Катастрофічні - характеризуються глибокими і незворотними змінами природи, втратою природних ресурсів і різким погіршенням умов проживання населення. Спостерігається значне погіршення здоров'я людей, а також втрата генофонду біоти і унікальних природних об'єктів.

Критичні (кризисні) - виникають значні малокомпенсуючі зміни ландшафтів, відбувається швидке збільшення виснаження і втрати природних ресурсів (в тому числі генофонду), унікальних природних ландшафтів, значно погіршуються умови проживання населення. При зменшенні або зупинці антропогенної дії можлива нормалізація екологічної ситуації, часткове відновлення ландшафтів.

Таблиця 1

Терміни, що рекомендуються для визначення несприятливих екологічних ситуацій на різних просторово-часових рівнях

Назва періодів	Глобальний масштаб	Регіональний масштаб	Локальний масштаб	Терміни, що рекомендуються для різних періодів часу
Багаторічний період	Глобальні екологічні проблеми (глобальна екологічна катастрофа та	Регіональні екологічні проблеми (зони екологічної біди, катастрофічної ситуації, кризових ситуацій, безпечних	Локальні екологічні проблеми (ділянки екологічної деградації)	Проблеми
Сезонний період	Глобальні екологічні порушення	Регіональні екологічні порушення	Локальні екологічні порушення (ділянки екологічних змін)	Порушення
Добовий період	Глобальні відхилення від норми	Регіональні відхилення від норми	Локальні відхилення від норми	Відхилення

Боков і Лушчик подають таку класифікацію екологічних ситуацій: природно- екологічні (з виділенням підтипів ландшафтно-екологічних); економіко-екологічні; соціально-екологічні; медико-екологічні; політико-

екологічні; техніко-екологічні.

Природно-екологічні - пов'язані з функціонуванням природних систем, особливо з екстремальними явищами: землетрусами, виверження вулканів, обвалами, селями, тайфунами, цунамі та ін. Оцінка ситуації визначається за показниками видозміни ландшафтів: деградації ґрунтів, зменшення лісистості, заміна корінних рослинних асоціацій виробничими, співвідношення площ різних типів ландшафтів за ступінню перетворення, величини біомаси, величини стійкості ландшафтів та ін.

Еколого-економічні - визначаються характером природокористування. Мова йде оцінку використаних ресурсів, ступінь деградації природних ресурсів, продуктивності угідь і ресурсів і т.п.

Соціально-екологічні ситуації пов'язані з проблемами стану людської популяції, стилем життя, сприйняттям екологічних проблем населенням, екологічно обумовленим соціальним станом та ін.

Медико-екологічні ситуації формуються показниками здоров'я населення (сумарний показник захворюваності, зміною народжуваності, материнська і дитяча смертність, вроджені аномалії), ендемічні хвороби (крайові, ландшафтні).

Політико-екологічні - ситуації, що оцінюють міжнародні екологічні, територіальні і ресурсні конфлікти, проблеми вирішення екологічних проблем політичним шляхом і т. п.

Еколого-техногенні ситуації залежать від функціонування технічних систем, де особливе значення мають ситуації, пов'язані з аваріями на підприємствах і транспорті. Крім того, необхідно розрізняти екологічні ситуації, що є результатом тривалих процесів і надзвичайних ситуацій, які виникають в короткий проміжок часу і в результаті природних стихійних бід чи техногенних аварій.

Існує наступна система зон екологічних бід.

Зона екологічної біди - ділянки природи, де в результаті господарської чи будь-якої діяльності відбулися незворотні зміни навколишнього природного середовища, що сприяють погіршенню здоров'я населення, порушенню природної рівноваги, знищенню природних екосистем, деградації флори й фауни.

Зона екологічної безпеки - територія, в межах якої систематично порушуються норми й регламенти, проявляються ознаки деградації компонентів природного середовища, в окремих групах населення рівень екологічно залежних захворювань вищий середньостатистичного по регіону, області, населеному пункту.

Зона екологічної кризи - територія в межах якої відбувається деградація основних екосистем, природні ресурси знаходяться на межі виснаження, демографічні

Напружені - спостерігається негативна зміна в окремих компонентах ландшафтів, порушення природних умов і деяке погіршення умов проживання населення.

Задовільні - спостерігаються при незначних змінах ландшафтів, що мало впливають на здоров'я людини і зникають в результаті процесів саморегуляції природних ландшафтів або проведення природоохоронних заходів. До цієї категорії можуть бути віднесені культурні ландшафти.

Умовно сприятливі - формуються в ландшафтах, що мало попадають під антропогенний вплив і екстремальних природних процесів.

Для визначення виду екологічної ситуації використовують сукупність стану водойм, ґрунтів, рослинності, ландшафтів, соціально-економічного стану та ін.

При оцінці екологічних ситуацій необхідно враховувати суб'єктно-об'єктивні відносини. Оцінка екологічних ситуацій враховує **наявність суб'єктів**, які задають критерії оцінок. В більшості випадків в якості такого суб'єкта виступає людина або група людей. Соціум, суспільство в цілому є суб'єктом, хоч їх критерії визначити більш важко. Для традиційної (біоекології) суб'єктами виступають рослини і тварини, екологічні системи. Суб'єктами можуть бути і ландшафти, хоч вони, як правило розглядаються, як "дім", об'єктом для живих організмів.

Другий тип оцінки - оцінка стану об'єкта (наприклад ландшафту) по відношенню до його норми, що встановлюється за історичними даними, за аналогією чи на основі побудови теоретичної моделі.

Третій тип оцінки - оцінка стану суб'єкта в порівнянні з його нормальним станом (наприклад, станом здоров'я людини).

Оцінка екологічних ситуацій повинна проводитися з врахуванням типів природно- господарських систем і охоронних територій. Найбільш характерні з них: міста, промислові і сільськогосподарські зони, ділянки зайняті середовищезахоронними лісами, рекреаційні зони, заповідні території. В кожній з них ця оцінка екологічних ситуацій визначається за різними критеріями, що пояснюється різноманітністю:

- 1) функцій цих систем, від чого різні і вимоги до якості середовища;
- 2) просторовою щільністю інформації;
- 3) тимчасовою зміною цих систем;
- 4) характерних наборів екологічних показників, що описують стан цих систем.

При оцінці екологічної ситуації важливо врахувати чи є вона спадковою чи виникла в результаті події, що тільки відбулася. Важливо визначити зміну гостроти прояву: спостерігається погіршення чи поліпшення ситуації. Тому при оцінці екологічної ситуації необхідно врахувати такі фактори:

- 1) тип природно-господарської системи. В кожній з них формуються різні

суб'єктно- об'єктивні відносини, де мають місце свої пріоритети, використовуються різні критерії оцінки й екологічні показники;

2) тип діяльності (будівельна, рекреаційна, аграрна, медична та ін.). При врахуванні типу діяльності різноманіття оцінок, критеріїв і пріоритетів збільшується додатково;

3) просторовий рівень розгляду. Зміна рівнів призводить до зміни набору екологічних показників, рангу аналізуючих геосистем і територіальних одиниць;

4) тимчасовий рівень розгляду. Зміна тимчасових рівнів призводить до зміни набору показників, що впливає з характеру геосистемних взаємодій в кожному тимчасовому інтервалі;

5) ступінь стійкості ландшафтних систем (в більшості залежить від ступеня антропогенного впливу на нього та перетвореності й здатності до самовідновлення).

Таблиця 2

Співвідношення функцій природно-господарських систем і вимог суб'єктів до екологічних умов

Типи природногосподарських систем	Характерні суб'єкти	Функції природногосподарських систем	Вимоги до екологічних умов
Селитибні	Людина. Міська інфраструктура (комунальні системи,	Забезпечення еколого-економічного і соціального середовища	Відповідність санітарно- гігієнічним, медико-
Промислові зони	Виробничі об'єкти	Забезпечення промисловими і продовольчими товарами	Те ж саме для промислових об'єктів
Рекреаційні зони	Людина (рекреант, турист). Створення рекреаційної інфраструктура	Забезпечення відпочинку	Підвищені санітарно-гігієнічні, медико-біологічні і естетичні норми
Агроландшафти	Культурні рослини	Забезпечення продуктами харчування, продовольчою сировиною	Забезпечення якості середовища, яка дозволяє вирощувати "екологічно-чисті" продукти
Середовищохоронні ліси	Ландшафт (еталонний)	Середовищохоронні, ресурсохоронні	Збереження ландшафту в стані близькому до природного
Заповідні території	Ландшафт (еталонний)	Збереження природного генофонду	Збереження природного екофону

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4
«Нормування забруднень»

Мета роботи

Ознайомити здобувачів освіти з підходами до нормування навантажень на довкілля. Розглянути нормативи, які характеризують якість природного середовища і допустимі господарські навантаження на територію.

Теоретичні відомості

1. Розробка критеріїв допустимої кількості шкідливих речовин у довкіллі почалася більше 100 років тому - у 1896 році Хірт вперше запропонував ГДК хлористого водню на рівні 1% (1600мг/м^3), зараз же цей показник становить 0.5мг/м^3 , тобто у 3200 разів менше. У СРСР у 1922 році спеціальною постановою Наркомату праці вперше встановлені норми для повітря робочих зон по сірчистому газу, окислам азоту, соляній кислоті, а в довоєнний час ГДК затверджені по 79 речовинам. Зараз для повітря виробничих приміщень встановлено 1000 ГДК, для атмосфери населених місць - 250 ГДК, для водойм - більше 1000 ГДК, для ґрунту - 30 ГДК.

Першочергово ГДК встановлюється за результатами експериментів на тваринах, а всі наступні уточнення і зміни - за результатами спостережень над людьми, які працюють у забрудненому середовищі. Тому ГДК постійно переглядаються у бік зменшення. Основним критерієм безпеки при цьому є здоров'я людини., але в окремих випадках на передній план може вийти безпека флори і фауни. Наприклад, по сірчистому газу норма для людини становить 0.5мг/м^3 , а для рослин - 0.02мг/м^3 . зростання вимог до якості довкілля призводить до корінної зміни техніки і технологій.

У екологічному законодавстві США розрізняють стандарти якості компонентів довкілля первинні і вторинні. Первинні націлені на здоров'я людей, вторинні - захищають від можливої втрати добробут суспільства.

2. Для збереження природи і захисту всього живого від шкідливого впливу забруднюючих речовин здійснюють їх нормування, тобто обмеження викидів з метою зменшення концентрації цих речовин. Межі концентрації одних і тих же речовин для різних видів рослин і тварин відрізняються. Нормування здійснюється з врахуванням їх впливу на людину.

Таких нормативів, які характеризують якість природного середовища і допустимі господарські навантаження на територію, вже встановлено багато і їх список постійно розширюється. Розрізняють п'ять груп нормативів:

І. Стандарти якості довкілля - ГДК (гранично допустимі концентрації) - це максимальна концентрація забруднювачів у повітрі, воді, ґрунті, яка не викликає шкідливого впливу на здоров'я людини, не викликає окремих мутагенних та канцерогенних реакцій (почали розроблятися ще у 30-і роки).

II. Нормативи режимів - режими водоохоронних зон, курортних зон, зелених зон міст, приморських зон. Ці нормативи практично не пов'язані з першою групою і використовуються незалежно один від одного.

III. Нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) і гранично допустимих навантажень (ГДН) на територію при даному виді її господарського використання. ГДВ встановлюються для повітряного і водного середовища для окремого джерела викидів за умови, що приземна концентрація забруднюючих речовин, які викидаються в тому числі й іншими джерелами, не перевищує ГДК. Для цього враховують фонове забруднення - забруднення атмосфери, здійснене іншими джерелами.

ГДН - тиск на довкілля, перевищення якого призводить до зміни і деградації довкілля або окремих його складових (для нормального функціонування пасовищ норма випасу складає 3-5 голів на гектар, а перевищення призводить до стоптування травостою. Це ж стосується лісосіки, відлову риби, відстрілу тварин). ГДВ і ГДН завжди мають конкретний характер, тобто розраховуються відповідно до конкретних регіональних і локальних умов.

ГДС (гранично допустимі скиди) - допустиме скидання у водні об'єкти, при якому можливе збереження норм якості середовища. Встановлюється з врахуванням концентрації шкідливих речовин від всіх джерел викидів.

IV. Нормативи допустимих перетворень - розорювання, осушення, обводнення, заліснення, забудови, а також нормативи оптимального співвідношення земель з різними типами використання для регіонів з різними кліматичними умовами.

V. Доза - кількість одиниць фізичного фактору (радіації, наркоречовини, ліків), яке приходить на організм або одиницю маси тіла, що впливає на організм (летально, токсично, оптимально, недостатньо). Мінімальний поріг встановлений не для всіх речовин - для канцерогенів він відсутній. З ускладненням світу вони постійно удосконалюються.

3. Ефект сумачії - погіршуючий вплив кількох речовин при сумісному їх положенні у довкіллі (комбінований вплив). Навіть нейтральні за своїм впливом речовини, що знаходяться у одному середовищі, можуть її зробити непридатною для життя. Ефект сумачії встановлений для 47 комбінацій шкідливих речовин. При умові одночасної присутності у повітрі, воді або ґрунті кількох речовин, яким властивий ефект сумачії, сума їх концентрацій не повинна перевищувати одиницю при розрахунках за формулою:

$$C_1/ГДК_1 + C_2/ГДК_2 + ... C_n/ГДК_n < 1,$$

де C_1, C_2, C_n - фактична концентрація кожного забруднювача,

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$ — ГДК цих речовин.

4. Санітарно-захисна зона - зона певних розмірів та певної ландшафтної структури, яка відокремлює промислове підприємство від навколишніх територій. Її розмір залежить від рівня екологічної безпеки підприємства (клас):

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

I клас - санітарно-захисна зона 1000м;

II клас - СЗЗ 500м;

III клас - СЗЗ 300м;

IV клас - СЗЗ 100м, V клас - СЗЗ 50м.

При необхідності СЗЗ може бути збільшена. Основна умова, якої дотримуються - це її благоустрій та озеленення з врахуванням існуючих зелених насаджень. Житлові мікрорайони повинні бути відокремлені від СЗЗ смугами деревно-чагарникової рослинності шириною не менше 50м, при ширині зони до 100м - не менше 20м, при ширині зони 300м площа деревно-чагарникової рослинності повинна складати 60%, а від 300 до 1000м - 50%.

Санітарно-захисні зони передбачають затримання забруднюючих речовин, тому в них не допускається розміщення шкіл, дитячих садків, спортивних споруд, оздоровчих та лікувальних закладів.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5
«Вплив транспортних засобів на довкілля»

Мета роботи

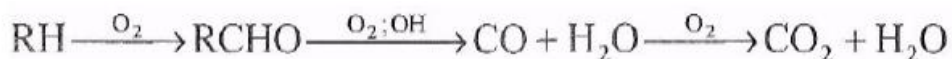
Ознайомитись із механізмом утворення токсичних елементів відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання та знати заходи які сприяють зниженню токсичності відпрацьованих газів транспортних засобів.

Теоретичні питання

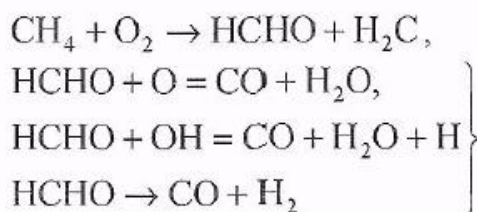
Склад газів, що утворилися після згорання палива у двигунах внутрішнього згорання, і кількісне співвідношення в них окремих компонентів залежить від властивостей і складу робочої суміші, що спалюється, а також ступеня завершеності реакції згорання.

Шкідливі речовини у двигунах внутрішнього згорання утворюються внаслідок багатостадійного процесу: альдегіди, оксид вуглецю, вуглеводні, сажа, канцерогенні речовини - як результат неповного окислення палива і його піролізу; оксиди азоту - у результаті реакції окислення азоту повітря і палива; оксиди сірки - внаслідок окислення сірки палива.

Загальний механізм утворення основних вуглекислих токсичних елементів відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання можна представити таким чином:



Під час згорання метану:



Альдегіди є продуктом неповного згорання вуглеводнів. Серед альдегідів найсуттєвіше впливає на токсичність відпрацьованих газів формальдегід (HCHO).

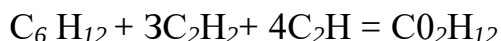
Утворення сажі. Це об'ємний процес термічного розкладання (піролізу) вуглеводів у газовій фазі за умов значної нестачі кисню



Кінетика процесу утворення сажі залежить від структури молекул вуглеводнів і кількості атомів вуглецю в ньому. Найбільше сажі утворюється під час згорання ароматичних вуглеводів. За відносно низьких температур здебільшого відбуваються реакції полімеризації і конденсації, внаслідок яких можуть синтезуватися канцерогенні речовини, що становлять велику небезпеку для здоров'я людини.

Механізм утворення канцерогенних вуглеводів. Канцерогенні речовини, що надходять у довкілля, - це продукти неповного згорання органічного палива. Наявність (відсутність) канцерогенних речовин у продуктах згорання і у повітрі оцінюють за наявністю бенз(о)пірена $C_{20}H_{12}$.

Стехіометричне рівняння утворення бенз(о)пірена має вигляд:



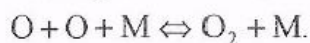
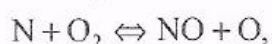
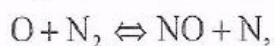
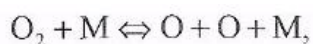
де C_6H_{12} - напіврадикал;

C_2H_2 і C_2H - елементарні будівельні блоки.

Бенз(о)пірен утворюється у локальних, збагачених паливом зонах камер згорання після деякого зниження температури. Щоб зменшити інтенсивність утворення бенз(о)пірена та інших канцерогенних вуглеводів, необхідно розбризкувати паливо на менші краплини і повніше змішувати його з повітрям. За дуже високих температурах бенз(о)пірен та інші канцерогенні речовини починають руйнуватися.

Механізм утворення оксидів азоту. За умов високотемпературного згорання палива азот повітря стає реакційно здатним і, поєднуючись, зокрема, з киснем, створює оксиди NO , NO_2 , N_2O_5

Ланцюгова схема цієї реакції така:



Визначальною щодо утворення NO є перша реакція, швидкість якої залежить від концентрації кисню.

Серед основних заходів для зниження токсичності відпрацьованих газів транспортних засобів потрібно виділити такі:

1. Використання нових типів силових рушіїв, з меншим викидом шкідливих речовин.

Такими заходами є розроблення газотурбінних автомобільних двигунів, адіабатних дизелів, двигунів Стерлінга, електричних акумуляторних силових агрегатів тощо.

Використання альтернативних двигунів із низькою токсичністю стримує їх висока вартість, недостатня надійність, малий запас ходу і гірші паливо-економічні характеристики порівняно з поршневими двигунами внутрішнього згорання.

2. Змінення конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів для зниження токсичності відпрацьованих газів.

Більшість розробок спрямовано на підвищення усталеності займання і швидкості згорання збіднених паливо-повітряних сумішей, що забезпечує низьку токсичність відпрацьованих газів. Для цього у бензинових двигунах використовують удосконалені камери згорання і впускні тракти, що

забезпечують турбулентність паливо-повітряної суміші під час згорання, системи запалювання зі збільшеною енергією розряду, системи впорскування бензину, що характеризуються рівномірністю розподілу компонентів суміші у циліндрах, форкамерно-факельний робочий процес тощо. Щоб підвищити точність керування складом паливо-повітряної суміші і кутом випередження запалювання, використовують мікропроцесорну техніку.

3. Застосування пристроїв очищення або нейтралізації відпрацьованих газів. Для автомобілів із бензиновими двигунами дуже ефективними є каталітичні нейтралізатори потрійної дії, які окислюють вуглець та вуглеводні і відновлюють оксиди азоту. Але використання етильованих бензинів за наявності нейтралізатора призводить до отруєння каталізаторів та їх виходу з ладу. Для дизельних автомобілів застосовують фільтри, які очищають відпрацьовані гази від сажі.

4. Використання альтернативного палива або змінення характеристик застосовуваного палива.

До перспективного палива, яке забезпечує зниження токсичності відпрацьованих газів, належать: водень, спирти (етанол, метанол), стиснений природний газ, скраплений нафтовий газ, неетильовані високооктанові бензини.

З перелічених назв палива нині широко застосовують стиснений природний газ. Із розширенням виробництва неетильованих бензинів заплановано відмовитись від використання етильованих спочатку у великих містах, а потім і в усій країні.

5. Законодавче обмеження викидів шкідливих речовин нових автомобілів та тих, що перебувають в експлуатації, а також дотримання митних вимог щодо імпорту старих автомобілів.

Для цього державні стандарти зі вказаної проблеми потрібно зорієнтувати на врахування вимог Європейського Союзу. Поетапне підвищення вимог стандартів стимулює проведення заходів щодо зниження токсичності відпрацьованих газів автомобільними заводами і станціями технічного обслуговування.

6. Розроблення нормативів, процедур контролю, а також технологій, що забезпечують підтримання технічного стану автомобілів на рівні, який гарантує викиди шкідливих речовин у нормативних межах.

Істотного підвищення інтенсивності науково-дослідних робіт у цьому напрямку в нашій країні можна очікувати від уведення практики виплати штрафів за понаднормативний викид шкідливих речовин автотранспортними засобами.

7. Удосконалення процесів керування автомобілем, транспортними потоками, поліпшення дорожніх умов, а також удосконалення планування і організації перевезення вантажів.

Підвищення ефективності перевезення вантажів (зниження зустрічних

перевезень, скорочення простоїв та безвантажних пробігів, підвищення вантажопідйомності автомобілів, вибір оптимальних маршрутів руху тощо) - це суттєвий резерв для зниження викидів шкідливих речовин у довкілля.

Технічне обслуговування як складник зниження негативного впливу на довкілля викидів транспортних засобів.

Протягом експлуатації технічний стан автомобіля змінюється, а разом з ним змінюються його екологічні характеристики. Вплив технічних несправностей на збільшення викидів шкідливих речовин може бути як прямим, так і опосередкованим. У першому випадку зростає концентрація того чи іншого компонента у відпрацьованих газах, у іншому - водій для підтримання швидкісного режиму після зниження через несправності потужності двигуна змушений більше подавати паливної суміші в циліндри, збільшуючи тим самим об'єм відпрацьованих газів і викиди шкідливих речовин.

Суттєвіше збільшують викиди шкідливих речовин виниклі несправності у двигуні автомобіля. Для бензинового двигуна до них можна віднести:

- відхилення паливо-повітряної суміші від оптимального складу внаслідок порушення регулювання і змінений продуктивності дозувальних елементів карбюратора, забруднення повітряного фільтра, підсмоктування повітря поза карбюратором, недостатньої продуктивності паливного насоса;
- відхилення кута випередження запалювання від оптимального через неправильне регулювання цього кута, несправності відцентрового або вакуумного автоматів;
- несправності свічок або неправильне регулювання зазору між електродами у них, дефекти проводів високої напруги, розмикача-розподільника та інших елементів системи запалювання, що порушують процеси займання суміші;
- зношення деталей циліндрово-поршневої групи;
- порушення герметичності клапанів через неправильне відрегулювання теплових зазорів або дефектів клапанів та сідел;
- порушення герметичності системи вентиляції картера.

Побічно впливають на викиди шкідливих речовин несправності трансмісії і ходової частини, що збільшують втрати потужності під час руху автомобіля.

Серед експлуатаційних несправностей найчастіше бувають проблеми з системами живлення та запалювання. Неправильне регулювання системи холостого ходу зустрічається у 70% автомобілів, збагачення понад норму суміші на тягових режимах - у 23%, збіднення суміші - у 7-9%. До 60% автомобілів мають свічки з тими чи іншими несправностями, у 16% зустрічаються відхилення від норми кута випередження запалювання.

Найбільше впливає на викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами змінений складу паливо-повітряної суміші.

Вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах тим вищий, чим багатша суміш. Характерно, що на залежність змінення концентрації оксиду вуглецю від

складу суміші такі параметри, як кут випередження запалювання, робочий об'єм циліндрів або ступінь стиснення в двигуні, впливають незначною мірою.

Ця особливість утворення оксиду вуглецю в бензинових двигунах дозволяє використовувати СО як діагностичний параметр, який характеризує технічний стан системи живлення.

Зниження рівнів транспортного шуму в зоні проживання. Одним зі шкідливих чинників, що забруднює повітряне довкілля у місцях розташування сільськогосподарських підприємств і житлової забудови, є високі рівні шуму, зокрема транспортного. Щоб розрахувати, до якого рівня необхідно знизити транспортний шум для забезпечення нормативних умов життєдіяльності населення, потрібно врахувати такі початкові матеріали;

- а) проект вертикального планування території виробничої та житлової забудови, на якому має бути вказано наявні та запроектовані споруди із зазначенням кількості їх поверхів і призначення;
- б) вертикальне планування і поперечні профілі вулиць і доріг із зазначенням поздовжніх схилів і типу шляхового покриття проїжджої частини;
- в) характеристики руху і склад транспортних потоків (інтенсивність руху в обох напрямках; усереднена швидкість руху транспорту, зокрема вантажного, у загальному потоці на магістральних вулицях і дорогах, а також на вулицях і дорогах житлової забудови з систематичним рухом транспорту;
- г) інтенсивність руху залізничних потягів (окремо пасажирських, вантажних і електропоїздів), усереднивши швидкість їх руху;
- д) розу вітрів для конкретної місцевості.

Акустичний розрахунок необхідного зниження рівнів шуму проводять поетапно: виявляють джерела шуму і встановлюють їх шумові характеристики; вибирають розрахункові точки; розбивають територію виробничої та житлової забудови на ділянки, які відрізняються за умовами поширення шуму; визначають рівні шуму в розрахункових точках; визначають гранично допустимі рівні шуму в розрахункових точках; визначають величину зниження рівнів шуму в розрахункових точках; розробляють найбільш раціональні заходи для зниження шуму до гранично допустимих рівнів.

Основним джерелом шуму в районах житлової забудови є автомобільні потоки з інтенсивністю руху понад 100 од/год та рух залізничних потягів.

***«Біологічна очистка господарсько-побутових та промислових стічних вод
та обробка органічних осадів стічних вод»***

Мета роботи

Ознайомити студентів із технологіями очистки стічних вод, технологічною схемою очищення господарсько-побутових стічних вод.

Теоретичні відомості

Централізована каналізація, хоч і необхідна, але не цілком екологічно безпечна система. В каналізаційних колекторах активно розмножуються хвороботворні бактерії.

Стічні води мають різну ступінь забрудненості. Забрудненість стічної води органічними сполуками, що виражена у величині хімічного споживання кисню (ХСК), являє собою залишки або втрати вихідної сировини, або залишки виробленого продукту, і тому такі забруднення добре розкладаються біологічним шляхом.

Для очистки такої стічної води, як і для інших стічних вод, важливо правильно обрати методи обробки. Самий оптимальний спосіб очищення господарсько-побутових стічних вод на сьогоднішній день - біологічна очистка. З цим постулатом вже ніхто не сперечається. Біологічне очищення із застосуванням ефективної технології може вирішити практично всі проблеми стічних вод. Загальновизнано, що найбільш ефективною біологічною технологією очищення є аеробна, тобто з використанням бактерій, що "дихають" киснем повітря, примусово розчиненим у стічних водах. Кількість колоній бактерій, що беруть участь в цьому процесі, в сотні разів більше, ніж при анаеробних (без доступу кисню) технологіях. Істотною перевагою аеробних процесів є і той фактор, що при них не розвиваються хвороботворні бактерії і відсутній поганий запах. Інші переваги та недоліки (в тому числі й з точки зору економічної ефективності), які мають аеробний та анаеробний методи очистки стічних вод наведені в таблиці 1.

Анаеробні системи сьогодні також мають право на існування, але подолати українські нормативи багатьом з них явно не під силу. Хоча на цьому принципі виходять непогані установки "економ - класу", з використанням ефективних біоактиваторів.

Найбільш ефективні на сьогоднішній день з аеробних технологій - це SBR-системи. Кращі представники цих систем здатні працювати навіть в оборотних системах водопостачання. Якщо не вдаватися в подробиці, то SBR-технології припускають чергування аеробних і аноксидних процесів в одному і тому ж обсязі, з різною кількістю розчиненого кисню. Не всі SBR-системи однакові, хоча будь-яка з них, навіть найпростіша - це завжди крок вперед від традиційних

аераційних технологій.

SBR-технологію пропонується використовувати для очищення середніх і великих обсягів (понад 1000 куб.м. на добу) господарсько-побутових, а також близьких до них за складом промислових стічних вод. Застосування цієї технології є ідеальним рішенням при створенні ефективних і компактних очисних споруд, що принципово відрізняються від традиційних споруд проточної дії тим, що процес біологічного очищення (наповнення стічною водою, перемішування з активним мулом, аерація, седиментація активного мулу, відвід очищеної води, відведення надлишкового мулу) відбувається послідовно в часі в одній ємності - реакторі SBR (англ. *Sequencing Batch Reactor*).

Таблиця 1

Порівняння анаеробних та аеробних методів очистки стічних вод

Анаеробний метод очистки	Аеробний метод очистки
Область та умови застосування	
- тільки після попереднього освітлення (відстоювання); - може застосовуватися при невисоких концентраціях забруднення стічних вод; - відносно тепла вода ($> 25^{\circ}\text{C}$); - надходження токсичних речовин на очисні споруди заборонено; - необхідна попередня нейтралізація для лужних стічних вод;	- можна застосовувати без попереднього освітлення (відстоювання); - може застосовуватися тільки при високих концентраціях забруднення стічних вод ($> 2000\text{ мг / л}$); - також відносно холодна вода; - надходження токсичних речовин на очисні споруди умовно дозволено; - лужні стічні води обробляються без
Особливості експлуатації очисних споруд	
- безперервна подача стічних вод на очисні споруди; - при жорстких вимогах до якості стічних вод потрібно аеробна щабель доочищення; - не спостерігається значне зниження вмісту у воді N і P; - утворюється велика кількість надлишкового активного мулу; - через це при застосуванні носіїв біомаси велика небезпека їх засмічення; - невелика об'ємна продуктивність очисних споруд, потреба у великих виробничих площах; - висока трудомісткість обслуговування	- час без надходження «свіжих» стічних вод; - при жорстких вимогах до якості стічних вод використовуючи декілька ступенів очищення, можна отримати необхідні значення ПДС ; - можливо інтегроване зниження вмісту в стічній воді N і P; - утворюється дуже мало надлишкового активного мулу; - немає небезпеки засмічення носіїв біомаси; - висока об'ємна продуктивність очисних споруд, потреба в малих виробничих площах; - майже не вимагають технічного обслуговування;

Повний часовий період від наповнення до спустошення реактора SBR (цикл роботи - рис.1), як і тривалість окремих стадій процесу, можна регулювати залежно від бажаного ступеня очищення і складу стічної води що поступає на очищення.

Принцип SBR-технології дозволяє очищати стічні води до нормативних показників для скидання у водойми рибо-господарського водокористування, при

відносно невеликих витратах і невеликій займаній площі. Повністю автоматизована система керування дозволяє змінювати будь-які параметри і, таким чином, регулювати якість очищеної води при мінімальній кількості обслуговуючого персоналу.



Рис. 1. Процес біологічної очистки за технологією SBR

Ще одним процесом очищення стічних вод є процес, що заснований на ферментно- кавітаційному окислюванні суміші сирого осаду з надлишковим активним мулом. В установці відбувається біологічне окислювання органічних забруднень за рахунок кавітації низької інтенсивності, циркуляції та аерації стічних вод. За рахунок потужної циркуляції через насоси з встановленими на них турбоджетами і оксиджетами здійснюється як регенерація, так і глибока мінералізація та дегельмінтизація мулового осаду під впливом кавітації низької інтенсивності. Ефективність роботи установки за окремими показниками становить від 73,4 до 98,5%, зниження вмісту, зокрема, завислих речовин становить з 200 до 3 мг/дм³, БСКповню з 300 до 3 мг O₂/дм³, ХСК з 450 до 30 мг O₂/дм³.

Установка складається з інтегрального модуля біологічної очистки, модуля фізико- хімічної очистки стічних вод, модуля механічної очистки. Біологічна очистка господарсько- побутових та промислових стічних вод та обробка органічних осадів стічних вод дозволить:

- зменшити витрати енергоресурсів з 0,4-0,8 кВт/год на 1 м³ до 0,05-0,51 кВт/год на 1 м³ стічної води;
- зменшити зону санітарної охорони з 150-500 м до 15-50 м;
- зменшити площу відчуження в 2 рази;
- зменшити шумову дію обладнання;
- позбавитись мулових площадок.

Впровадження таких систем відбулось в Італії (3 об'єкта), Казахстані (1 об'єкт), Росії (24 об'єкта). В Україні з застосуванням такої системи в 2008 році проведена реконструкція КОС м.Майкоп із збільшенням їхньої продуктивності з 116000 до 200000 м³/добу. Середній термін окупності таких систем складає 2-3 роки.

Господарсько-побутові стічні води включають води від кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень, лікарень, господарчі води, що утворюються при митті приміщень тощо. У побутових стічних водах органічна речовина в забрудненнях складає близько 58%, мінеральні речовини - 42%. Ці води містять велику кількість органічних речовин, які при надходженні у водойми без очистки викликає дефіцит кисню і накопичення сірководню, посилене розмноження ціанобактерій і синьо-зелених водоростей («цвітіння» води або евтрофікація), що у свою чергу викликає масові замори водних організмів, особливо промислових видів риби. Присутність великої кількості органічних речовин створює в ґрунтах відновне середовище, в якому виникає особливий тип мулових вод, що містять сірководень, аміак, іони металів. Така вода стає непридатною не лише для питних цілей, а й для рекреаційних потреб.

Значну частку в забруднення води вносять детергенти (миючі засоби). До їх складу входять як активна основа поверхнево активні речовини (ПАР) і різні добавки: лужні і нейтральні електроліти, перекисні сполуки, речовини, що запобігають ресорбції забруднювачів. Детергенти, потрапляючи у водні об'єкти, викликають спінювання, погіршують органолептичні властивості води, порушують процеси кисневого обміну, токсично впливають на фауну, утруднюють процеси біологічного окислення органічних речовин, перешкоджають біологічному очищенню стічних вод. Крім того, в неочищених водах можуть міститися збудники різноманітних інфекційних захворювань.

Характеристика господарсько-побутових стічних вод та очищених з використанням технологій Потенціал-4 вод наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристики стічних до та після очищення

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Концентрації		
			До очищення	Після очищення	Після доочищення
1	Завислі речовини	мг/л	400-1200	14,0-20,0	5,0
2	БСК5	мгО ₂ /л	375-600	15,0-20,0	6,0
3	ХСК	мгО ₂ /л	500-800	80-100	40,0
4	Азот амонійний (N)	мг/л	60,0-140,0	2,0	0,5
5	Нітрити	мг/л	не ліміт.	2,0	0,1
6	Нітрати (N)	мг/л	45,0	45,0	10,0
7	СПАР	мг/л	20,0	1,0	0,5
8	Фосфати	мг/л	8,0	2,0	0,5

9	Сан.-епідеміолог. показники	(колі-індекс)	не ліміт.	90000	1000
10	Жири та нафтопродукти	мг/л	50,0-30,0	1,5-0,5	0,3-0,005

Каналізаційна насосна станція з вбудованим блоком очистки (КНС з ВБО) та біоплато призначена для водовідведення, очистки та знезараження господарчо-побутових стічних вод. В основі запропонованої технології використані ПКР 51-153-00 «Каналізаційна насосна станція з вбудованим блоком очистки стічних вод потужністю 20 - 40 м³/добу» та ПКР 57-191-00 «Каналізаційна насосна станція з вбудованим блоком очистки стічних вод потужністю 100 - 200 м³/добу», розроблені НІЦ «Потенціал-4» в 1995-1997 роках на основі науково-дослідних і конструкторських робіт, виконаних спільно з Інститутом гідробіології НАН України, та запроваджені на багатьох комунальних об'єктах та промислових підприємствах України.

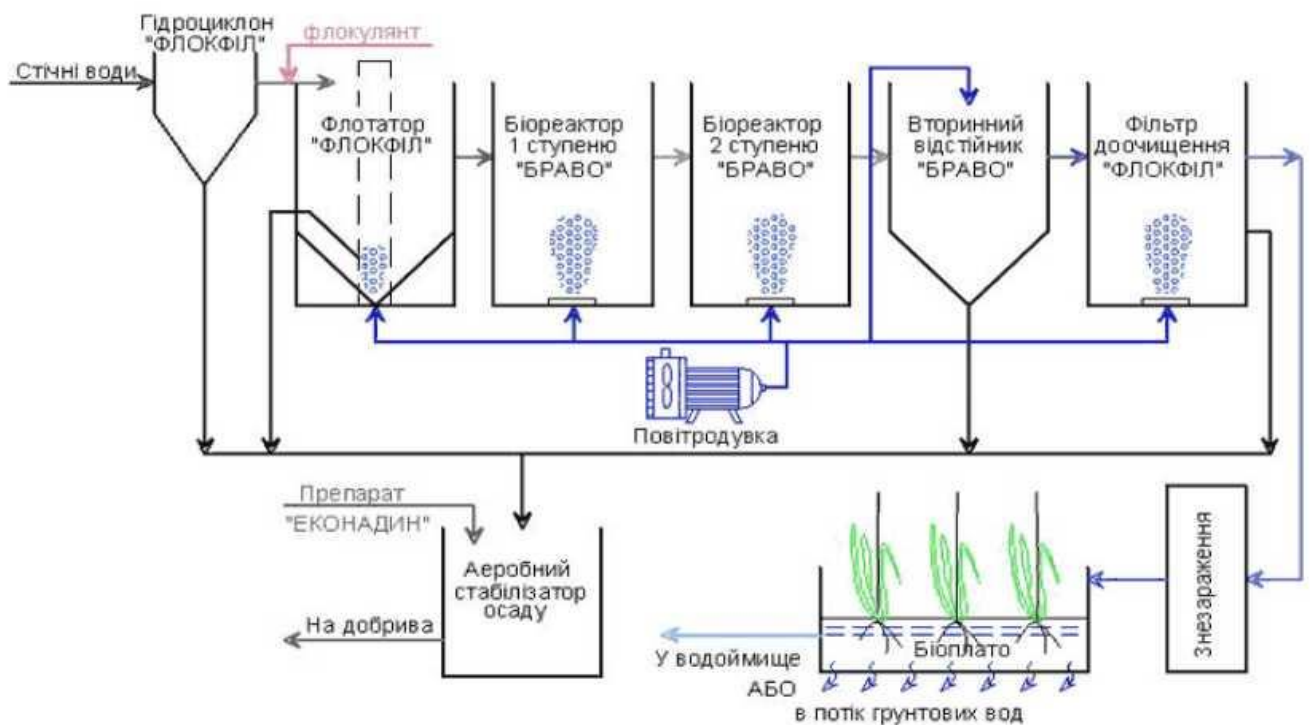


Рис. 2. Технологічна схема очищення господарсько-побутових стічних вод.

Орієнтовна вартість робіт та витрат на впровадження каналізаційної насосної станції з вбудованим блоком очищення (КНС з ВБО) зворотних вод та біоплато наведено в табл. 2.

На ПКР отримані позитивні висновки Державної експертизи інституту «УкрНДЦводоканалпроект» (ТФ-21425276 від 05.03.1996 р.), Українського гігієнічного наукового центру (28.6/234 від 04.03.1996 р. та 28.6/327 від 27.02.1997 р.), Міністерства охорони здоров'я України (№ 5.02.12/661 від 20.08.1999 р.), Міністерства охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки (№ 09-5-1/12-6 від 15.02.1996 р.).

В проектних розробках використані останні досягнення науково-

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

технічного прогресу в області очистки і знезараження господарчо-побутових вод, застосоване прогресивне вітчизняне та імпорតне водоочисне обладнання.

Технологічна схема очищення господарсько-побутових стічних вод наведена на рис.2. Вона передбачає наступні етапи очистки:

- фізико-хімічна очистка зворотних вод з використанням гідроциклону та флотатора;
- повна біологічна очистка зворотних вод в біореакторах з адаптованими водними організмами на установках «БРАВО»;
- знезараження зворотних вод без використання хлорвміщуючих речовин;
- аеробна стабілізація осаду з його зневодненням для наступного використання для удобрення лісопарків та лісонасаджень;
- використання біоплато, як водоохоронної біоінженерної споруди для доочистки та водовідведення зворотних вод.

Таблиця 2

Вартість робіт та витрат на впровадження каналізаційної насосної станції

Потужність КНС з ВБО, м ³ /добу	Кількість людей, які проживають в зоні дії	Розмір споруд	Територія під КНС з ВБО з врахуванням СЗЗ 20м, а х	Кількість операторів (год/добу)	Витрати на впровадження КНС з ВБО та біоплато, тис.	Витрати електроенергії	
						кВт/м ³	кВт/добу
3	До 15	3х4	(46х46)	-	28	1,6	4,8
5	15-30	3х4	(46х46)	-	40	1,5	7,5
8	30-45	3х4	(46х46)	-	55	1,2	9,6
10	45-60	3х5	(46х46)	-	70	1	10
12-20	100-150	3х7	(46х46)	1(2)	90-150	1	20
30-40	200-250	3х8	(46х46)	1(4)	220-300	0,9	36
50-60	300-350	6х8	(46х46)	1(8)	340-400	0,85	51
80-100	500-600	6х10	(46х50)	1(8)	420-460	0,8	80
120-150	700-750	9х18	(49х58)	1(8)	480-580	0,8	120
160-200	800-1000	9х20	(52х60)	1(8)	660-820	0,8	160
400-600	1200-1800	12х24	(52х64)	4(24)	1350-1900	0,6	360
800-1000	2400-3000	12х28	(52х68)	4(24)	2300-2900	0,6	600

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

«Вплив забруднення ґрунтів на здоров'я людей та його нормування»

Мета роботи

Ознайомитись з особливостями впливу забруднення ґрунтів на здоров'я людей та його нормування, знати види та етапи рекультивації порушених земель.

Теоретичні відомості

У мінеральній частині ґрунтів присутні близько 50 елементів. Хімічні елементи знаходяться в ґрунті в окисленому стані або у вигляді солей.

Органічна складова ґрунтів являє собою продукти розкладу тваринного або рослинного походження (гумус), а також білки, вуглеводні, органічні кислоти, жири, дубильні речовини тощо. У ґрунтах знаходиться велика кількість живих організмів, котрі мають велике значення для ґрунтоутворення.

З ґрунту хімічні речовини частково переходять в рослини, а з рослин з їжею потрапляють в організми тварин та людей. Хімічні мікроелементи мають велике значення для розвитку рослинного і тваринного світу, в тому числі й людини. Нестача або надлишок мікроелементів у ґрунті призводить до порушення обмінних процесів не лише у травоядних, але і м'ясоїдних тварин та в організмі людини. Це викликає ендемічні захворювання. Ґрунти мають здатність накопичувати радіоактивні речовини, котрі вражають живі організми, а потрапляючи з їжею в організм тварин та людей, викликають захворювання різних органів.

$$k_{cj} = \sum_{l=1}^n \frac{C_l}{C_{\phi l}}$$

Найбільш поширеними є забруднення ґрунтів канцерогенами типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Основними джерелами канцерогенних забруднень є вихлопні гази двигунів автомобілів, тракторів, тепловозів, літаків, а також викиди котельнь та промислових підприємств. Забруднення ґрунту канцерогенами фіксується на віддалі до 5 км від доріг та джерел викидів.

Патогенні мікроорганізми, котрі потрапляють в ґрунт та розмножуються в ньому, можуть бути збудниками інфекційних захворювань. До патогенних бактерій відносяться збудники таких інфекційних захворювань як сибірська виразка, газова гангрена, правець, ботулізм, холера, черевний тиф, дизентерія, бруцельоз, чума тощо. Забруднення ґрунтів патогенними організмами відбувається від тваринних та людських фекалій. Зараження тварин та людини патогенними мікроорганізмами спостерігається при вживанні неочищеної сирової рослинної, погано провареної тваринної їжі, шляхом контакту з зараженим ґрунтом, котрий є місцем існування та розмноження мух.

Особливу групу паразитарних хвороб, що поширюються через ґрунти, складають гельмінти (паразитні черв'яки).

Таким чином, ґрунти можуть бути джерелом порушення здоров'я тварин та людей. Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Нормування хімічних речовин в ґрунтах розпочалося лише в 1976 році. Розроблено методичні рекомендації щодо встановлення ГДК хімічних речовин у ґрунтах. При цьому термін "гранично допустима кількість (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти" означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти, мг/м³, і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 1

Таблиця 1

Значення ГДК хімічних речовин в ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг
Метали	
Ванадій	150
Кобальт (рухлива форма)	5,0
Марганець, вилучений з:	
чорнозему	700
дерново-підзолистого ґрунту:	
pH = 4	300
pH = 5,1-5,9	400
pH = 6	500
Мідь (рухлива форма)	3,0
Нікель	4,0
Ртуть	2,1
Свинець	32
Свинець (рухлива форма)	6,0
Хром	6,0
Цинк	23
Неорганічні сполуки	
Нітрати	130
Миш'як	20
Сірководень	0,4
Фосфор (суперфосфат)	200
Фториди - водорозчинні	10
Ароматичні вуглеводні	
Бензол	0,3
Ізопропилбензол	0,5
Ксилоли	0,3
Стирол	0,1
Толуол	0,3
Добрива та ПАР	
Рідкі комплексні добрива з	80
Азотно-калійні добрива	120
Поверхнево активні	0,2

Номенклатура регламентованих ГДК хімічних речовин у ґрунті складає декілька десятків найменувань. За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови

їх систематичного проникнення до ґрунту розташовуються в такій послідовності: пестициди та їхні метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо. Крім ГДК, як оціночний застосовується показник орієнтовно допустимої кількості забруднюючої ґрунти хімічної речовини (ОДК), котрий визначається розрахунковим методом. Санітарна оцінка стану ґрунтів здійснюється за спеціальними показниками. За основний хімічний показник беруть санітарне число - частка від ділення кількості ґрунтового білкового азоту в міліграмах в 100 г абсолютно сухого ґрунту до кількості органічного азоту в тих же одиницях. Показником бактеріального забруднення ґрунту є титр кишкової палички та титр одного з анаеробів. Санітарно-гельмінтологічним показником ґрунту є число яєць гельмінтів у 1 кг ґрунту. Ентомологічний показник визначається за наявністю личинок та лялечок мух в 0,25 кв.м. поверхні ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Оціночні показники санітарного стану ґрунтів населених пунктів та сільськогосподарських угідь

Ґрунт	Число личинок та лялечок мух	Число яєць гельмінтів	Титр калі	Титр анаеробів	Санітарне число
Чистий	0	0	1 і вище	0,1 і вище	0,98-1
Мало- забруднений	Одиниці	До 10	1-0,01	0,1-0,001	0,85-0,98
Забруднений	10-25	11-100	0,010,001	0,0010,0001	0,7-0,85
Сильно- забруднений	25	Понад 100	0,001 і менше	0,0001 і менше	0,7 і менше

Для земель єдиного державного земельного фонду встановлюється номенклатура показників ґрунтів згідно з Держстандартом 17.4.2.01-81. Ця номенклатура показників повинна застосовуватися при розробці нормативно-технічної документації з охорони ґрунтів від забруднень, а також при контролі стану ґрунтів.

Контроль стану ґрунтів здійснюється за спеціальними методиками санітарними лікарями, санітарно-епідеміологічними станціями, а контроль хімічних забруднень, котрі викликають підкислення та підлужнення ґрунтів - агрохімічними лабораторіями, СЕС та органами охорони природи.

Порушення земель відбувається при виконанні пошукових робіт, видобуванні та переробленні корисних копалин, при будівництві підприємств та доріг. Воно викликає зміни ґрунтового покриву, гідрологічного режиму, утворення техногенного рельєфу та інші якісні зміни. Порушені землі втрачають свою початкову цінність та є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище.

При виконанні земляних робіт верхні родючі шари, котрі містять гумус, підлягають зніманню та подальшому використанню на малопридатних і рекультивованих землях. Норми знімання родючого та потенційно родючого шарів ґрунтів

$$H = b \cdot F, \text{ м}^3; \quad H = b \cdot F \cdot g, \text{ т}$$

де h - глибина родючого шару;

F - площа ґрунтового контуру;

g - питома вага родючого шару.

Глибина знімання родючих шарів ґрунтів регламентується Держстандартом 17.5.3.06-85. Норми знімання родючого шару ґрунту наводяться в табл. 3.

Порушені землі підлягають рекультивації, під якою розуміють комплекс робіт, скерованих на відновлення продуктивності та господарської цінності земель, а також поліпшення якості навколишнього середовища згідно з інтересами суспільства. Загальні вимоги до рекультивації земель регламентуються Держстандартом 17.5.3.04-83. Найважливішим етапом рекультивації є землювання - комплекс робіт зі зняття, транспортування та нанесення родючого шару ґрунту і потенційно придатних порід на рекультивовані ділянки землі. Технологія землювання вибирається з розрахунку мінімального проходу транспортних та планувальних машин по ділянці з метою недопущення надмірного ущільнення нових шарів ґрунту.

Таблиця 3

Норми знімання родючого шару ґрунту

Тип та підтип ґрунтів	Діапазон глибини знімання, см
Дерново-підзолисті	20 або на глибину орного шару
Буроземно-підзолисті	20-50
Бурі лісові	20-30
Чорноземи типові	50-120
Лугові	40-50
Сіроземи	40
Жовтоземи	30
Гірсько-лугові	30-80
Торф'яні болотні	На всю глибину торф'яного шару



Рис. 1. Види та етапи рекультивації землі

Загальні вимоги до землювання викладено в Держстандарті 17.5.3.05-84. Родючий шар ґрунту для землювання повинен відповідати Держстандарту 17.4.2.02-83, а для сільськогосподарського напрямку рекультивації - Держстандарту 17.5.1.03-78. Основною характеристикою землювання є величина родючого шару, що наноситься на рекультивовану землю, яку визначають, орієнтуючись на призначення ділянки, особливості природної зони, економічні можливості тощо. Землювання може бути суцільним і вибіркоvim, звичайним і комбінованим.

Звичайне землювання здійснюється за один раз без перемішування основного шару та того, що наноситься.

Комбіноване землювання здійснюється у два етапи: нанесення родючого шару товщиною 10-15 см та перемішування його з поліпшуваним ґрунтом або породою; повторне нанесення родючого шару ґрунту до запроектованої норми.

Основні вимоги до землювання в залежності від типу ґрунтів та конкретного природного середовища викладено в Держстандарті 17.5.3.05-84.

«Методи очищення газових викидів. Апарати для очистки газоподібних викидів»**Мета роботи**

Ознайомити студентів з методами очищення газових викидів. Розглянути схематичні схеми апаратів для очистки газоподібних викидів.

Теоретичні відомості

Для очистки та знешкодження газів найбільше розповсюдження отримали наступні апарати:

1. Сухі механічні пилоуловлювачі (апарати групи “С”)

У цих апаратах відділення домішок від газового потоку здійснюється механічним шляхом з використанням сил гравітації, інерції або відцентрових сил. Ці апарати характеризуються простотою конструкції, відносно невеликими витратами на експлуатацію, але їх ефективність невелика, вони використовуються на першій ступені очистки від грубодисперсних частинок.

Вони підрозділяються:

1.1 Гравітаційні апарати.

Пилоосаджувальна камера. Принцип дії : осадження часток при нешвидкому проходженні газового потоку через камеру. Ефективність очистки 40-50% при розмірі часток $d > 40 \dots 50$ мкм.

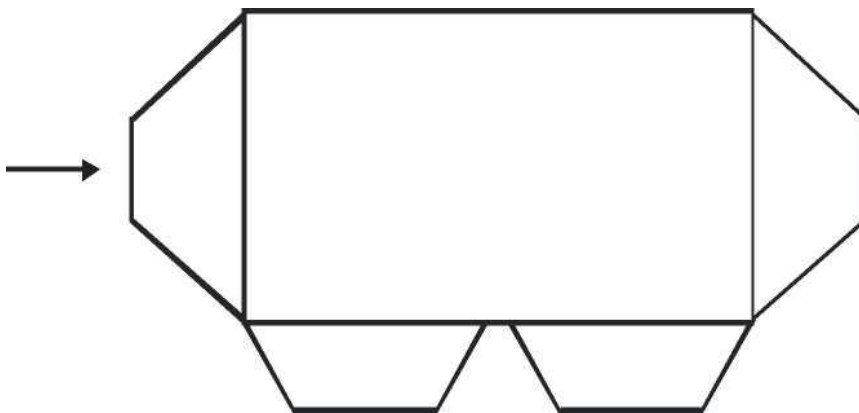


Рис. 1 - Пилоосаджувальна камера

1.2 Інерційні апарати.

До них відносяться: пиловий мішок та камера з перегородками.

Принцип дії цих апаратів засновано на використанні сил інерції часток, що виникає при зміні напрямку або швидкості газу. Ефективність очистки 65-80% при $d=25.30$ мкм. Швидкість газу рівняється 1.10 м/с.

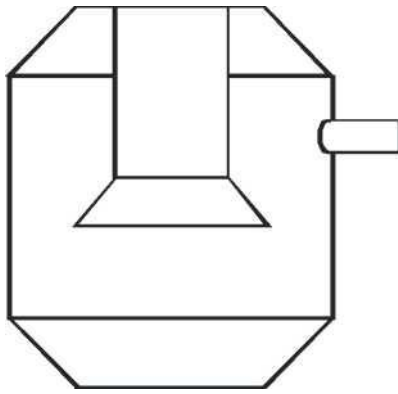


Рис. 2 - Пиловий мішок

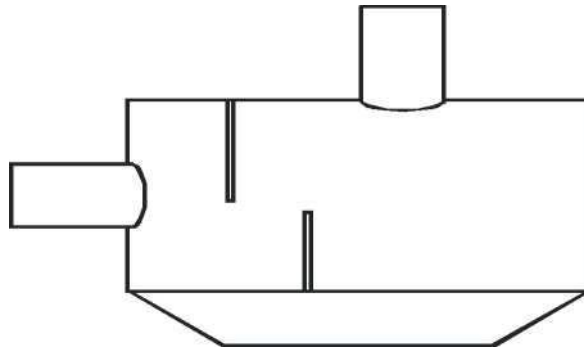


Рис. 3 - Камера з перегородками

1.3 Ротаційні апарати

Циклони. Ці апарати являють собою сухі інерційні пиловловлювачі, в яких уловлювання частинок відбувається під дією віцентрових сил, що виникають при обертанні газового потоку в корпусі апарату. Приймаються одиночні, групові та батарейні циклони. Вони очищають відхідні гази від дрібно- та середньодисперсного пилу на 60-80%, а також від крупнодисперсного пилу ($> 10 \text{ мкм}$) на 80-90% і вимагає невеликих капітальних і експлуатаційних затрат. Тому що циклони не забезпечують необхідної ступінь очистки, їх застосовують у якості першого ступеня очистки перед більш ефективними апаратами.

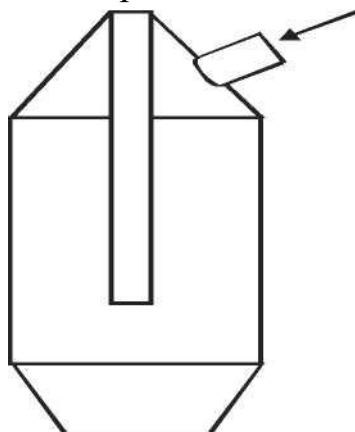


Рис. 4 - Циклон

2. Мокрі пиловловлювачі (апарати групи "М").

У цих апаратах очищення відбувається за рахунок передачі рідини в запилений газовий потік чи при проходженні газу через шар рідини (як правило, води). Тут також використовуються механічні методи очищення.

Переваги цих апаратів:

- можливість очищення газу, який має високу температуру, його підвищеної вологості, вибухопожежонебезпечності;
- більш висока ефективність очищення при одночасній можливості очищення від дрібнодисперсних часток ($d < 0.1$ мкм);
- одночасне зволоження й охолодження газу.

Недоліки:

- необхідність систем водопостачання, відводу і переробки шламу;
- можливість забивання газопроводів і устаткування пилом;
- необхідність антикорозійного захисту при агресивних газах;
- складність експлуатації поза виробничими приміщеннями в холодний період року.

2.1 Порожнисті газопромивники

Принцип роботи цих апаратів заснований на проходженні газового потоку через завісу рідини, що розпорошується, у результаті чого пил захоплюється краплями рідини й осаджується в апараті.

Достоїнствами є простота конструкції, низький гідравлічний опір (до 500 Па) при задовільній ефективності ($\eta = 0.5...0.7$) при уловлюванні часток $d > 10$ мкм. Можуть використовуватися для охолодження і зволоження як попередня ступінь очищення перед більш ефективними апаратами.

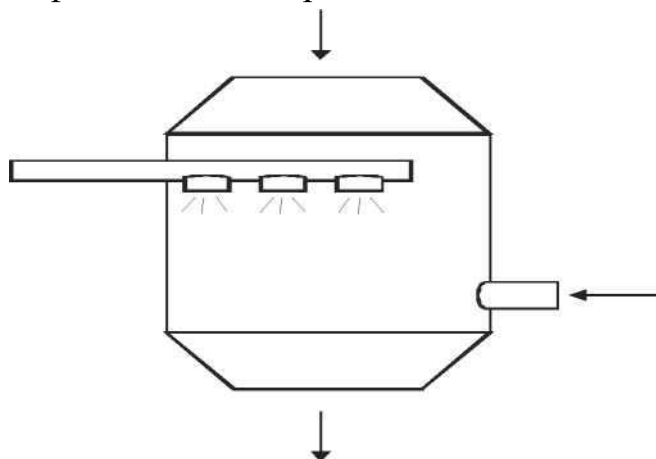


Рис. 5 - Полий газопромивник

2.2 Насадочні газопромивники

Конструкція таких апаратів багато в чому нагадує скрубера, але відрізняється наявністю спеціальних насадочних тіл, що поміщаються усередину апарата з метою збільшення площі контакту фаз - газової і рідкої. Як насадку може використовуватися галька, кокс, кільця з перегородками, кільця Рашига чи Палля, кульки з полімерних матеріалів, стекла, гуми.

Насадочні апарати можуть використовуватися для уловлювання пилу, що добре змочується, особливо в тих випадках, коли процес супроводжується чи охолодженням абсорбцією.

Ефективність очищення $\eta = 0.9$ і більше при $d = 2$ мкм.

Недоліком є забивання насадки, що веде до різкого зростання гідравлічного

опору і зниженню продуктивності апарата. При використанні легких кульок апарат зветься "із псевдоожиженою кульовою насадкою". Такі апарати позбавлені вищевказаного недоліку, тому що насадка знаходиться в постійному русі, кручений під дією газового потоку. Використовуються кульки діаметром 20...40 мм і насипною щільністю 100...300 кг/м³, що менше щільності води. Це забезпечує вільне переміщення насадки в газожидкісній суміші.

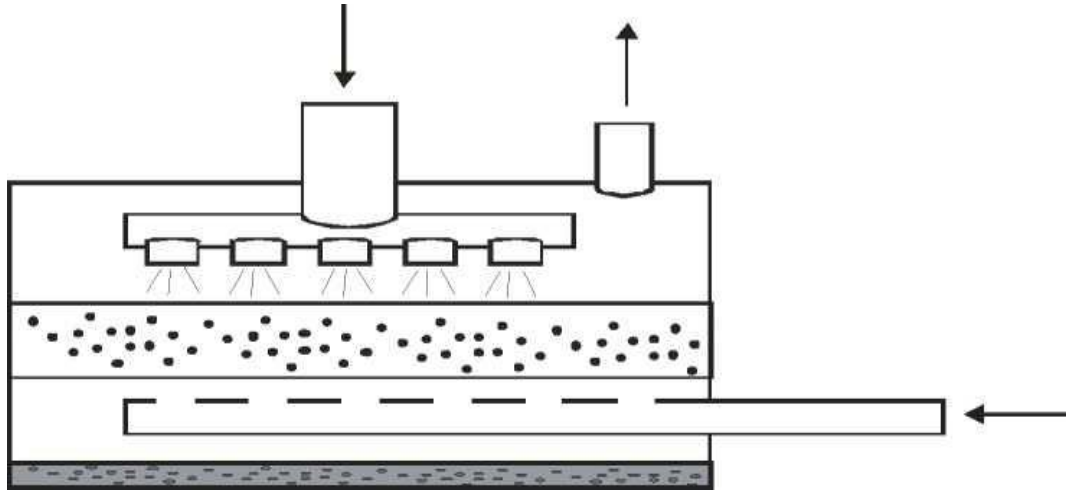


Рис. 6 - Насадочний газопромивник

2.3 Турбулентні газопромивники (скрубери)

Принцип роботи цих апаратів (їх називають ще - труби Вентурі) заснований на уловлюванні часток пилу краплями рідини, що зрошує, яка диспергується самим газовим потоком за рахунок високої швидкості газу в горловині апарата (40...150 м/с)

Після виходу з труби Вентурі великі краплі рідини з частками пилу уловлюються у циклонах - накопичувачах (вбудованих сепараторах). Ефективність $\eta = 0.95...0.96$ при $d = 1...2$ мкм.

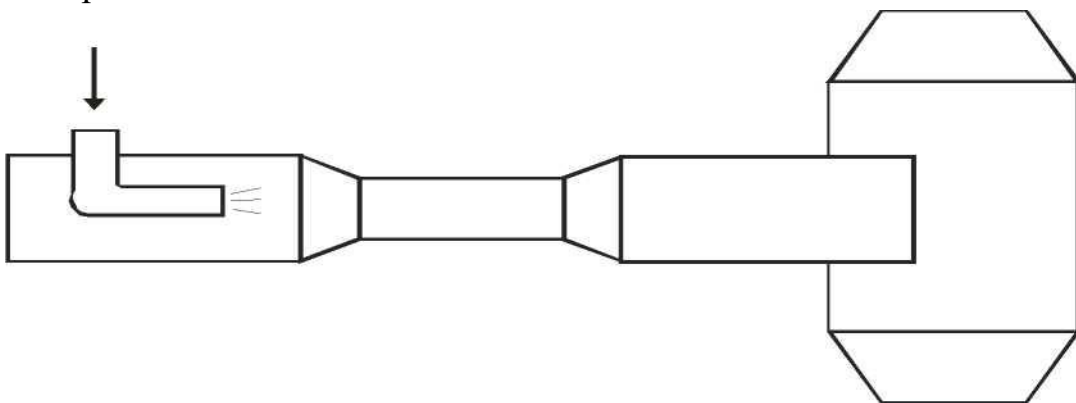


Рис. 7 - Скруббер Вентурі

2.4 Промислові фільтри

Фільтрація - процес очищення газів від твердих чи рідких часток за допомогою пористих середовищ. Фільтрація являє собою сполучення механізмів інерційного зіткнення, перехоплення і дифузії часток. Частки, зважені в газі, осаджуються на поверхні чи в об'ємі пористих середовищ за рахунок дифузії, ефекту торкання (зачеплення), інерційних, електростатичних і гравітаційних сил. У фільтрах використовуються пористі перегородки чотирьох основних типів:

- гнучкі (із волокнистих матеріалів (наприклад тканина), аркушів гуми, яка має

осередки й ін. матеріалів);

- напівтверді (шари волокон, стружки, об'ємних сіток і ін.);
- тверді (із зернистих - кераміка, пластмаса, металокераміка - чи волокнистих матеріалів, оформлених у виді шарів зі скла - чи металевих волокон, а також у виді металевих сіток чи перфорованих аркушів);
- зернисті (із шарів нерухомих матеріалів, або матеріалів, що переміщують,).

З перерахованих типів найбільше поширення в умовах машинобудування, приладобудування, хімічної й ін. галузей промисловості знайшли фільтри з тканини - так називані рукавні фільтри. Фільтрація запиленого потоку відбувається через пористі перегородки гнучкого типу. Принцип роботи заснований на фільтрації повітря через тканину, а частки осідають на нитках і ворсинках. Як фільтрувальний матеріал використовують тканини з натуральних волокон (вовняні, бавовняні, лляні й ін.) і синтетичних волокон (нітрон, капрон, лавсан, поліпропілен), а також склотканини.

Регенерація тканин здійснюється шляхом механічного струшування, імпульсною чи зворотною продувкою. Ефективність до 0.95...0.98 і більш. До тканин рукавних фільтрів пред'являють ряд вимог:

- висока пилоємність у процесі фільтрації;
- здатність утримувати пил, у кількості, достатньому для очищення;
- стійкість до стирання, термостійкість;
- мінімальне вологовбирання;
- низька вартість і ін.

До загальних недоліків рукавних фільтрів варто віднести: - щодо невеликий термін служби рукавів (у кращому випадку 6...12 мес.);

- неможливість застосування для очищення вологих, що сліпаються пилів і при високій температурі газу;
- часті ушкодження рукавів, що знижує ступінь очищення.

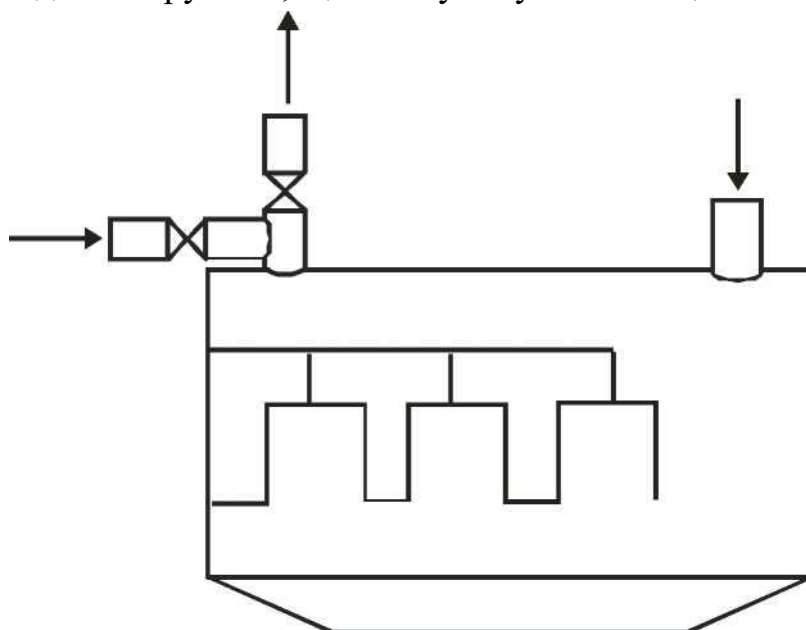


Рис. 8 - Рукавний фільтр

3. Електричні пиловловлювачі (апарати групи "Е")

До апаратів цього типу відносяться електрофільтри й електромагнітні пиловловлювачі. Найбільше поширення в промисловості одержали електрофільтри, принцип дії яких заснований на іонізації газу в зоні коронного розряду на електроді, передачі зарядів іонів часткам пилу й осадженні останніх на осадному електроді (осадним електродом служать стінки електрофільтри), тобто тут використовується фізичний метод очищення. Осілу пил видаляють струшуванням і промиванням. Ефективність $\eta = 0.95 \dots 0.98$ і вище.

Недоліки:

- потреба в значних виробничих площах;
- великі витрати на установку й експлуатацію;
- потреба у висококваліфікованому персоналі;
- дуже чутливий до відхилень від заданого технологічного режиму і навіть до незначних механічних дефектів конструктивних елементів електрофільтри, що позначається на ефективності.

4. Апарати сорбційного очищення газів (апарати групи "Х")

В апаратах цього типу здійснюється хімічне і фізико - хімічне очищення газів від газоподібних домішок (SO_2 , H_2SO_4 , HCl , NO_2 і т.п.) методами абсорбції й адсорбції. Відповідно до цього, у залежності від типу процесів, що протікають в апаратах, використовуються два типи апаратури - абсорбери й адсорбери. В умовах машинобудування та приладобудування для цього типу очищення застосовують апаратуру, у якій одночасно протікають процеси очищення від пилу і газоподібних речовин. При цьому як абсорбери можуть бути використані різні апарати мокрого типу, у т.ч. пінні, насадочні й ін., у яких рідким поглиначем є водянні розчини органічних і неорганічних речовин (моноетаноламну, диетаноламіну, аміаку, карбонатів чи калію натрію, трикалійфосфату й ін.).

Як адсорбери можуть бути використані і зернисті фільтри. Наповнювачами - адсорбентами використовують активоване вугілля, селікагелі, алюмогелі, целіти, що застосовуються у вигляді гранул розміром 2...8 мм.

5. Апарати термічного і термокаталітичного очищення (апарати групи "Т")

Для знешкодження газів складного складу, пару токсичних палив, а також продуктів їхнього згоряння в двигунах застосовують методи спалювання газоподібних домішок у полум'яних печах, смолоскипах, каталітичних реакторах. Таким чином, тут використовується термічний метод очищення (по класифікації, проведеної раніше).

Суть методу прямого високотемпературного спалювання - окислювання компонентів киснем. Метод застосовується для знешкодження практично будь-якого пару і газів, продукти спалювання яких менш токсичні, чим вихідні. Процес ведуть у спеціальних топкових пристроях, промислових печах, топках чанів, у відкритих смолоскипах. Ефективність очищення до 0.99.

Переваги:

- відносна простота апаратурного оформлення;

- універсальність використання, тому що склад вихідних газів незначно впливає на роботу термічних нейтралізаторів.

Недоліком цього методу є необхідність використання додаткового палива, витрата якого при початковій температурі знешкоджуваного газу порядку 50 °С складе 25...40 кг/1000 м³ газу.

Принцип каталітичних процесів - реалізація хімічних взаємодій, що приводять до конверсії (перетворенню) підлягаючих знешкодженню домішок у нешкідливі речовини в присутності каталізаторів, роль яких полягає в збільшенні швидкості хімічних взаємодій. Застосовуються каталізатори на основі шляхетних металів Au, Pd і ін., а також оксидів марганцю, міді, кобальту й ін. Використовуються також т.зв. оксидні контакти, активізовані шляхетними металами в невеликих кількостях (1...1.5 %). Істотний вплив на швидкість і ефективність каталітичних процесів робить температура газу й ін. фактори. Процес здійснюється в апаратах, що носять назву "каталітичні реактори", ефективність яких досягає 0.9...0.99.

Каталітичний процес використовується, зокрема, для відновлення діоксиду азоту до елементарного азоту в присутності газу, що відновлює (CH₄, H₂O, NH₃ і ін.) і каталізатори при високій температурі:

Гранично допустимі концентрації речовин

Таблиця 1

Речовини	Гранично допустимі концентрації, мг/м ³	
	Максимально разова	Середньодобова
Азот диоксиду	0,085	0,085
Амміак	0,2	0,2
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Сірний ангідрид	0,5	0,05
Вуглецю оксид	3	1

У процесі експлуатації каталізатори піддаються поступовій дезактивації чи деструкції, що зв'язано з отруєннями т.зв. "каталізаційними отрутами", механічним стиранням чи спіканням каталізатора. У зв'язку з цим до промислових каталізаторів пред'являються вимоги у відношенні високої активності, теплопровідності, стійкості до механічних і термічних навантажень. Апарат може бути доповнений теплообмінником з метою утилізації тепла.

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

Основна

1. Вінклер І. А., Тевтуль Я. Ю. Екологічна безпека джерел енергії. Від традиційних до сучасних і перспективних : навч. посібник. 2-ге вид., стереотип. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 280 с.
2. Дячок В. В., Венгер Л. О. Основи промислової екології : навч. посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2024. Ч. 1 : Екологічна безпека гідросфери. 224 с.
3. Дячок В. В., Венгер Л. О. Основи промислової екології : навч. посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2024. Ч. 2 : Екологічна безпека атмосфери. 200 с.
4. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2024. 170 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Цигика В. В. Інженерна екологія (для студентів технічних спеціальностей) : вид. 3-є, випр. і доп. Ужгород : ПП «Інватор», 2020. 204 с.
6. Кучерявий В. П. Загальна екологія : підручник. Ч. 1. Львів : Новий Світ-2000, 2025. 290 с.
7. Кучерявий В. П. Загальна екологія : підручник. Ч. 2. Львів : Новий Світ-2000, 2025. 340 с.
8. Люта О. В., Сабадаш В. В. Нормування і прогнозування емісій промислових забруднень : навч. посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2024. 150 с.
9. Носачова Ю. В., Іваненко О. І., Вембер В. В. Екологічна безпека інженерної діяльності : підручник. Київ : Кондор, 2024. 212 с.
10. Пляцук Л. Д., Гурець Л. Л. Процеси та апарати природоохоронних технологій. Теоретичні основи : підручник. Суми : Університетська книга, 2023. 270 с.

Додаткова

7. Авраменко Н. Л., Цимбалюк С. Я. Екологія : навч. посіб. 2-ге вид., зі змінами та доп. Ірпінь : ВЦ НУДПСУ, 2011. 252 с.
8. Гречанівський О. Є. Радіаційна стійкість природних та штучних мінеральних матриць для довготривалої та екологічно безпечної утилізації високоактивних радіоактивних відходів : монографія. Київ : Логос, 2012. 127 с.
9. Гумницький Я. М., Петрушка І. М. Інженерна екологія. Загальний курс : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. Частина 1. 260 с.
10. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов ; за заг. ред. В. М. Ісаєнка. 2-ге вид., актуаліз. Київ : НАУ, 2019. 452 с.
11. Інженерна екологія. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. / О. Д. Муляр, І. М. Бендера, Я. М. Михайлович та ін. ; за ред. О. Д. Муляра, І. М. Бендри. Кам'янець-Подільський : Сисин Я. І., 2016. 308 с.
12. Коляда О. В., Чалая О. С., Головань Л. В. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище : метод. вказівки для викон. практ. та самост. роботи. Харків : РВВ ДБТУ, 2022. 101 с.

13. Промислова екологія : навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Швах, М. М. Козяр. Київ : Кондор, 2018. 372 с.

14. Стратегія сталого розвитку України на період до 2030 року (проект). URL: https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ**Закони України**

- Про охорону навколишнього природного середовища: базовий закон (редакція 2025 року регулює повноваження щодо встановлення суворіших регіональних нормативів екологічної безпеки).
- Про основні засади екологічної політики України на період до 2030 року: нова редакція 2025 року, що визначає пріоритети післявоєнного відновлення та євроінтеграції.
- Про інтегрований дозвіл: набрав чинності 08.08.2025 р. Впроваджує єдиний дозвіл на викиди, скиди та управління відходами для великих підприємств.

Постанови та Розпорядження КМУ

- Національний план управління відходами до 2033 року: затверджений розпорядженням КМУ № 1353-р від 27.12.2024 р.
- Порядок здійснення моніторингу місць утворення та видалення відходів: постанова КМУ № 551 від 13.05.2025 р..
- Порядок передачі результатів моніторингу викидів у режимі реального часу: постанова КМУ № 1181 від 25.09.2025 р. (обов'язково для підприємств-забруднювачів).

Сільськогосподарська техніка та системи керування

- ДСТУ EN ISO 25119-1:2024: Сільськогосподарські та лісгосподарські трактори і машини. Системи керування, пов'язані з безпекою. Частина 1. Загальні принципи проектування.
- ДСТУ EN ISO 25119-4:2024: Сільськогосподарські та лісгосподарські трактори і машини. Частина 4. Виробництво, експлуатація та модифікація.
- ДСТУ EN ISO 3691-4:2023 (діє у 2025): Самохідний транспорт та його системи. Вимоги безпеки.

Екологічний менеджмент та енергетика

- ДСТУ 9328:2025: Екоіндустріальні парки. Критерії сталості та метод оцінювання (чинний з 01.09.2025).
- ДСТУ ISO 3977-4:2025: Газові турбіни. Частина 4. Паливо та навколишнє середовище (чинний з 01.10.2025).
- ДСТУ ASTM D6335:2024: Оливи моторні. Метод визначення високотемпературних відкладень (термоокиснення).

Контроль забруднень

- ДСТУ ІЕС 61619:2024: Рідини ізоляційні. Визначення забруднення поліхлорованими біфенілами (PCB) методом газової хроматографії.
- ДСТУ 9291:2024: Захист від пожежі. Загальні положення.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Садовий** Олексій Степанович
Суковіцина Ірина Миколаївна

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 4,5,.
Тираж 20 прим. Зам. № ____.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.