

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний заклад

«Південноукраїнський національний педагогічний університет
імені К.Д.Ушинського»

Кафедра технологічної і професійної освіти

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до практичних робіт з дисципліни

«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»

для студентів всіх спеціальностей

частина I

Одеса - 2016

УДК: 614.81355.58

ББК: 67.99168.9

Укладачі : Л.В.Орел д.с-г.н., професор

Т.А.Петухова к.пед.н., доцент

Рецензенти : М.О.Колегаєв к.т.н., професор, завідувач кафедри

«Безпекажиттєдіяльності» Одеської національної морської академії

В.Д.Гогунський д.т.н., професор, завідувач кафедри управління системами безпеки життєдіяльності ОНПУ

Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни

«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ» частина І для студентів всіх спеціальностей

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри технологічної і професійної освіти від «18» січня 2016 року , протокол № 6

Рекомендовано Вченою радою ДЗ ПНПУ імені К.Д.Ушинського до друку від «31» березня 2016 рік , протокол № 9

ЗМІСТ

Практична робота №1 Моніторинг антропогенного забруднення ґрунтів.....	4
Практична робота №2 Атмосфера: види забруднень і методи очищення атмосферного повітря.....	14
Практична робота №3 Антропогенне забруднення води та способи її очищення.....	42
Практична робота №4 Оцінювання стійкості об'єкта щодо впливу сейсмічних хвиль землетрусу.....	61
Практична робота №5 Оцінювання стійкості об'єкта до пожежної безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.....	73
Практична робота №6 Прогнозування хімічної обстановки.....	102
Практична робота №7 Електробезпека. Шкідливі та вражаючі фактори електричного струму	128

Практична робота №1
МОНІТОРИНГ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ
ҐРУНТІВ

Мета роботи : Вивчити види й причини забруднення ґрунтів. Освоїти методи моніторингу

План

1. Ключові положення моніторингу
 - 1.1. Загальна схема моніторингу
2. Антропогенні забруднення ґрунтового покриву
 - 2.1. Важливість охорони ґрунтового покриву
 - 2.2. Класифікація ґрунтових забруднень

Теоретичні відомості

1. Ключові положення Слово «monitoring» - латинського походження. Воно означає, той, що нагадує, застерігає, попереджає. У науковий вжиток введений канадським ученим Р. Маном напередодні Стокгольмської конференції ООН з проблем навколишнього середовища (червень 1972). Професор Ман запропонував називати моніторингом «систему повторних спостережень за одним або більше елементами навколишньої природи в просторі і часі з певними цілями і наперед заданою програмою».

Ю.А. Израель (1978) вважає, що моніторингом найбільш правильно називати «систему спостережень, що дає змогу виділити зміни стану біосфери під впливом антропогенної діяльності».

Українські дослідники П.Г. Тищенко і М.М. Падун (1988) пропонують таке визначення : «Систему спостереження і контролю стану навколишнього середовища для визначення тенденцій його змін і попередження небажаних явищ відповідними регулюючими засобами називають моніторингом».

Отже, маємо декілька модифікацій поняття моніторингу. З них пріоритет належить канадському вченому. Це поняття здобуло міжнародне

визначення і тому саме його розуміння, на погляд, треба залишити в науковому вжитку.

1.1. Загальна схема моніторингу

Усі територіальні об'єкти поділяють на три масштабні рівні: глобальний, регіональний і локальний. Такий поділ потрібний як з огляду величини території (акваторії), так і тому, що географічні закономірності притаманні геосистемам глобального рівня не властиві геосистемам іншого рівня – регіонального чи локального.

Підконтрольні об'єкти. Вони тісно пов'язані з масштабними рівнями. Наприклад, біосфера в цілому та її частина (суходіл і океан) є підконтрольними об'єктами глобального, фізико-географічні країни, краї та області (наприклад, Карпати, Волино-Подільський край, Волинська височина) – регіонального, а фізико-географічні округи, райони (ландшафти) – локального моніторингу (табл.1).

Підконтрольними об'єктами моніторингу геосистем можуть бути лише фізико-географічні (природні), а й державно-адміністративні утворення, зокрема, транснаціональні асоціації країн (країни Спільного ринку, Скандинавські країни, країни СНД), національні країни, історичні та адміністративні регіони, водозбірні басейни, виробничі структури.

Щоби на державному рівні забезпечити зацікавлені інститути та приватних осіб достовірною інформацією про екологічний стан території, на якій вони проживають, слід найперше налагодити спостереження і контроль геосистем локального рівня, тобто поєднань однотипних ландшафтів (видів ландшафтів) та їхніх морфологічних одиниць – урочищ і фацій.

Структура. Як і підконтрольні об'єкти, структура, функції та органи управління моніторингу перебувають у прямій залежності від масштабного рівня геосистем. Структура глобального рівня складається з Світового координатного центру моніторингу, а також мережі фонових станцій спостереження, розташованих на суходолі, переважно в

біосферних заповідниках, і в океані (на островах і спеціальних наукових судах) та відповідних комунікаційних і контрольних засобів.

Структуру регіонального рівня утворюють регіональні координаційні центри та мережа станцій (фонові, регіональні, імпакті), розташованих у межах певного регіону разом з засобами спостереження і зв'язку.

Національну службу моніторингу переважно зіставляють або прирівнюють до структур регіонального рівня.

Структури локального рівня складаються з кадрового забезпечення, мережею станцій і постів спостереження, аналітичних лабораторій та комунікаційно-контрольних засобів. Вони повинні тісно контактувати з відомчими службами моніторингу (моніторингу земель, моніторингу вод, моніторингу лісів тощо).

Таблиця 1. Загальна схема моніторингу геосистем

Рівень	Підконтрольний об'єкт	Структура	Функції	Органи управління
Глобальний	1. Географічна оболонка 2. Материків і океани	Світовий координаційний центр моніторингу Континентально-океанічний центр Глобальна мережа станцій	Виявлення тенденції змін	ООН через свої організації в різних країнах
Регіональний	1. Краю, області 2. Національні держави	1. Регіонально координаційні центри	Оцінка стану навколишнього середовища	Міжнародні, урядові й суспільні структури
Локальний	Округу, райони Виробничі об'єкти	Обласні служби моніторингу	Аналітико-прогнозно-рекомендаційний блок	Відомчі екологічні служби

Структура національної служби моніторингу повинна бути триступінчастою: локальні (районні) ланки об'єднані в крайові регіональні інститути (Поліський, Волино-Подільський, Придніпровський, Донецький, Таврійсько-Причорноморський, Слобідський, Карпатський, Кримський), які замикаються в «Національному центрі моніторингу геосистем». Головною ланкою в цій структурі є Регіональний інститут. Його функції не

обмежуються обробкою інформації районних експедицій і локальних спостережень, а доповнюються даними про економічний розвиток регіону, і, що дуже потрібно точними показниками про антропогенний вплив на геосистеми.

Організація Національної служби моніторингу геосистем не виключає існування альтернативних (відомчих) служб. Наявність таких служб буде стимулювати пошуки нових концепцій, методик, аналізів і, таким чином, сприятиме об'єктивності інформації.

Функції моніторингу різних масштабних рівнів мають суттєві відміни. Якщо на глобальному рівні узагальнюється інформація, отримана з регіонів і виявляються тенденції щодо змін біосфери в цілому та її континентальних і океанічних частин, то на регіональному рівні таку інформацію збирають, обробляють і передають через національний центр моніторингу у Світовий координаційний центр. Крім цього, тут визначають оцінку стану геосистем, моделюють прогноз екологічної ситуації і виявляють тенденції зміни компонентів природи та геосистеми у межах регіону.

Функції моніторингу локальних геосистем надзвичайно різноманітні. Вони можуть бути зведені до таких чотирьох блоків: інвентаризаційно-спостережно-контрольного, аналітико-прогнозно-рекомендаційного, накопичувально-ощадного (банку даних) та комерційного.

На глобальному рівні є урядові і неурядові структури світового співтовариства, що діють під егідою ООН та інших міжнародних інститутів. У межах певних регіонів діють відповідні міжнародні урядові наукові та громадянські структури (Балтійські, Карпатські, Чорноморські та ін.).

Національні структури створює і опікає виконавча влада через відповідні міністерства (охорони природного середовища, охорони здоров'я, сільського та лісового господарств, гідрометеослужбу та ін.) за

участю вчених НАН України, галузевих академій; та вищих навчальних закладів.

На локальному рівні організацію й управління здійснює місцева влада через відповідні виконавчі структури за участю академічних та вищих навчальних закладів відповідного профілю.

2. Антропогенні забруднення ґрунтового покриву

Ґрунтовий покрив Землі являє собою надзвичайно важливий компонент біосфери, який відповідає за численні процеси, які відбуваються в біосфері. Він створювався природою протягом тисячоліть, нині в результаті «нерозумної експлуатації» знаходиться в стані виснаження.

Ґрунт виконує роль біологічного поглинача, нейтралізатора і руйнівника різних забруднювачів. Якщо ця частина біосфери буде зруйнована, то функціонування біосфери безповоротно порушиться. В зв'язку з цим надзвичайно важливим є вивчення глобального біохімічного стану ґрунту, своєчасного попередження негативних змін, які відбуваються під впливом антропогенної діяльності.

Зараз охорона і раціональне використання земельних ресурсів – одна із найактуальніших проблем.

2.1. Важливість охорони ґрунтового покриву

Охорона ґрунтів від забруднень є важливим завданням людини, тому що будь-які шкідливі з'єднання, що перебувають у ґрунті, рано або пізно попадають в організм людини.

По-перше, відбувається постійне вимивання забруднень у відкриті водойми й ґрунтові води, які можуть використатися людиною для питва й інших потреб.

По-друге, ці забруднення із ґрунтової вологи, ґрунтових вод і відкритих водойм попадають в організми тварин і рослин, що вживають цю воду, а потім по харчових ланцюжках знов-таки попадають в організм людини.

По-третє, багато шкідливих для людського організму з'єднань мають здатність кумулюватися в тканинах, і, насамперед, у кістках.

По оцінці дослідників, у біосферу надходить щорічно близько 20 ÷ 30 млрд. т. твердих відходів, з них 50 ÷ 60 % органічних сполук, а у вигляді кислотних агентів газового або аерозольного характеру - близько 1 млрд. т.

Різні ґрунтові забруднення, більшість із яких антропогенного характеру, можна розділити по джерелу надходження цих забруднень у ґрунт:

1. З атмосферними опадами. Багато хімічних сполук, що попадають в атмосферу в результаті роботи підприємств, потім розчиняються в крапельках атмосферної вологи й з опадами випадають у ґрунт. Це, в основному, гази - оксиди сірки, азоту й ін. Більшість із них не просто розчиняються, а утворюють хімічні сполуки з водою, що мають кислотний характер. У такий спосіб утворюються кислотні дощі.

2. Пили, що осаджуються у вигляді аерозолів. Тверді й рідкі з'єднання при сухій погоді звичайно осідають безпосередньо у вигляді пилу й аерозолів. Такі забруднення можна спостерігати візуально, наприклад, навколо котелень узимку сніг чорніє, покриваючись частками сажі. Автомобілі, особливо в містах і біля доріг, вносять значну лепту в поповнення ґрунтових забруднень.

3. При безпосередньому поглинанні ґрунтом газоподібних з'єднань. У суху погоду гази можуть безпосередньо поглинатися ґрунтом, особливо вологим.

4. З рослинним опадом. Різні шкідливі з'єднання, у будь-якому агрегатному стані, поглинаються листами через продихи або осідають на поверхні. Потім, коли листи опадають, всі ці з'єднання надходять таки в ґрунт.

2.2. Класифікація ґрунтових забруднень

Забруднення ґрунту важко класифікуються, але якщо узагальнити й виділити головне, то спостерігається наступна картина :

1.Сміттям, викидами, відвалами, відстійними породами. У цю групу входять різні за характером забруднення змішаного типу, що включають як тверді, так і рідкі речовини, не занадто шкідливі для організму людини, але ґрунту, що засмічують поверхню, що утрудняють ріст рослин на цій площі

2.Важкими металами. Даний вид забруднень уже становить значну небезпеку для людини й інших живих організмів, тому що важкі метали нерідко мають високу токсичність і здатністю до кумуляції в організмі. Найпоширеніше автомобільне паливо - бензин містить дуже отрутне з'єднання - тетраетилсвинець, що містить важкий метал свинець, що попадає в ґрунт. З інших важких металів, з'єднання яких забруднюють ґрунт, можна назвати Cd (кадмій), Cu (мідь), Cr (хром), Ni (нікель), Z (кобальт), Hg (ртуть), As (миш'як), Mn (марганець).

3.Пестицидами. Ці хімічні речовини в цей час широко використовуються як засоби боротьби зі шкідниками, хворобами, бур'янами культурних рослин і тому можуть перебувати в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці можуть перебувати в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці для тварин і людини вони наближаються до попередньої групи. Саме із цієї причини був заборонений для використання препарат ДДТ (дихлор-дифеніл-трихлорметилметан), що є хімічною стійкістю, не розкладаючись протягом десятків років. Сліди ДДТ були виявлені дослідниками навіть в Антарктиді! Пестициди губительно діють на ґрунтову мікрофлору: бактерії, актиноміцети, гриби, водорості.

4.Мікотоксинами. Дані забруднення не є антропогенними, тому що вони виділяються деякими грибами, однак, по своїй шкідливості для організму вони коштують в одному ряді з перерахованими забрудненнями ґрунту.

5.Радіоактивними речовинами. Радіоактивні з'єднання коштують трохи обособлено по своїй небезпеці, насамперед тому, що по своїх хімічних властивостях вони практично не відрізняються від аналогічних не радіоактивних елементів і легко проникають в усі живі організми,

вбудовуючись у харчові ланцюжки. З радіоактивних ізотопів можна відзначити як приклад один найнебезпечніший – ^{90}Sr (стронцій-90). Даний радіоактивний ізотоп має високий вихід при ядерному розподілі ($2 \div 8 \%$), великий період напіврозпаду (28,4 роки), хімічний засіб з кальцієм, а, виходить, здатність відкладатися в кісткових тканинах тварин і людини.

6.Забруднення відходами.

Відходи – це непридатні для виробництва даної продукції види сировини, його невикористовуванні залишки або виникаючі в ході технологічного процесу речовини (тверді, рідкі, газоподібні), які не використовуються в даному виді виробництва. Причому, термін «виробництво» у даному контексті включає й сферу споживання. Відповідно, залежно від місця утворення (по галузевому принципі) відходи ділять на промислові, будівельні, транспортні сільськогосподарські, військові, побутові й т.д.

Санітарна охорона ґрунту. Мета санітарної охорони ґрунту полягає в збереженні такої його якості, при якому він не був би фактором передачі заразних для людини й тварин захворювань і не привів б до прямих або непрямих, по екологічних ланцюжках (ґрунт — рослина — тварина — людина; ґрунт — повітря — людина), гострих або хронічних отруєнь екзогенними хімічними речовинами з можливими віддаленими наслідками. Заходи щодо санітарної охорони ґрунту підрозділяються на наступні групи:

1. Санітарно-технічні заходи (збір, видалення, знешкодження й утилізація відходів, що забруднюють ґрунт).

2. Технологічні заходи, спрямовані на створення безвідхідних і маловідхідних технологічних схем виробництв, що зменшують або знижують до мінімуму утворення відходів.

3. Планувальні заходи, що стосуються наукового обґрунтування й дотримання величини санітарно-захисних зон між очисними спорудженнями й житловими будинками, місцями водозабору, вибору

схем руху автотранспорту, вибору земельних ділянок під очисні спорудження.

4. Законодавчі, організаційні й адміністративні заходи

Однак якщо ґрунт уже заражений, його необхідно очистити й відновити. Найбільше часто при знезараженні ґрунту застосовується процес промивання. Цей процес переслідує дві мети:

1. Механічний вплив і обробка води (іноді з добавками). Фізично видаляють забруднення із ґрунтових часток.

2. Перемішування ґрунтових часток дозволяє відокремити сильно забруднені дрібні частки від більших ґрунтових часток, тим самим знижуючи обсяг матеріалу, що вимагає подальшої обробки, і витрати на процес знезараження.

Таким чином, цей процес заснований на використанні води з наступним зменшенням обсягу робіт, при якому небезпечні забруднюючі речовини вилучаються й концентруються за допомогою фізичних і хімічних методів у невеликій частині осаду. Основна концепція процесу складається в переносі забруднюючих речовин із ґрунту в промивну воду з наступним їхнім вилученням. Очищений ґрунт може бути повернутий на поля або знайти корисне застосування. невеликий обсяг, Що Залишився, забрудненого осадового ґрунту, що залишився, може бути оброблений речовинами, які руйнують або зв'язують забруднювачі. До фізичних методів обробки ґрунтів відносяться: подрібнення, просіювання, мокре сортування, притирочне роздрібнення, сепарація в щільному середовищі, флотація, гравітаційний осад й механічне зневоднювання. Відповідними хімічними засобами є детергенти, активні-поверхнево-активні речовини, речовини, що викликають утворення хелатних з'єднань, коагулянти, флокулянти. Промивання є ефективним методом обробки як ґрунтів, так і донних відкладень рік, озер й інші.

Процес може бути ефективним й економічно виправданим, коли забруднена ґрунт або донні відкладення містять не більше 40% мулу, а

частки глини мають розміри не більше 63 мікронів. Вміст твердих органічних речовин не повинен перевищувати 20% обсягу.

До типових небезпечних забруднень, які ефективно видаляються цим методом, відносяться:

- донні відкладення, насичені нафтопродуктами;
- радіоактивні забруднення;
- важкі метали;
- креозот;
- пестициди,
- ціаніди тощо

Ключові питання

- Визначення моніторингу.
- Структура моніторингу.
- В чому полягає екологічне значення ґрунту і важливість його охорони?
 - Які джерела надходження антропогенних забруднень ґрунту?
 - Класифікація ґрунтових забруднень.
 - Які відходи промисловості належать до категорії надзвичайно небезпечних?
 - В чому полягає небезпека використання пестицидів?
 - Гігієнічне значення ґрунту.

Самостійне завдання

- ◆ Для успішного виконання практичної роботи студенту необхідно вивчити літературу [7,8,9,10]
- ◆ ідготуватися до дискусії на тему: "Екологічне значення ґрунту".

Завдання для практичної роботи

1. Вивчити і законспектувати що таке моніторинг, його типи, види забруднення ґрунту, способи очищення.

Практична робота №2

АТМОСФЕРА: ВИДИ ЗАБРУДНЕНЬ І МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета роботи: Вивчення причин і видів забруднювання повітряного басейну, наслідки забруднювання. Ознайомлення з методиками очищування повітря та прогнозування його стану на майбутнє.

План

1. Атмосфера

2. Антропогенний вплив на атмосферу

2.1 Визначення міри забрудненості атмосфери

2.2 Визначення категорії небезпечності підприємств залежно від характеру забруднюючих речовин, які вони викидають до атмосфери

2.3 Розрахунок викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом

2.4 Розрахунок аерозольного винесенню електроліту з акумуляторів

3. Очищення викидів до атмосфери. Методи та засоби очищування викидів до атмосфери

Теоретичні відомості

1. **Ключові положення** Повітряна оболонка нашої планети – атмосфера – захищає живі організми від згубного впливу ультрафіолетового випромінювання Сонця та жорстких космічних випромінювань. Вона також захищає Землю від метеоритів і космічного пилу.

Атмосфера підтримує тепловий баланс. Атмосферне повітря – це джерело дихання людини, тварин, синтезу хімічних речовин. Вона є матеріалом для охолодження різноманітних промислових та транспортних установок, а також середовищем, в яке викидаються відходи життєдіяльності людини, тварин та рослин. Відомо, що без їжі людина може прожити близько п'яти тижнів, без води – близько п'яти діб, а без повітря не проживе й п'яти хвилин. Потреба людини в чистому повітрі становить від 5 до 10 л/хв, або 12÷15 кг/добу.

Людство перебуває на дні Великого повітряного океану. Найбільш вивчена ділянка атмосфери простягається від рівня моря до висоти 100 м. В цілому атмосфера поділяється на кілька сфер: тропосфера, літосфера, стратосфера, мезосфера, іоносфера (термосфера), екзосфера. Межі між сферами називають паузами. За хімічним складом атмосфера Землі поділяється на нижню (висотою до 100 км) і верхню – гетеросферу, яка має неоднорідний хімічний склад. Крім газів в атмосфері присутні різні аерозолі – пилоподібні або водяні частинки, які перебувають в газоподібному середовищі у завислому стані. Вони можуть бути як природного, так і техногенного походження.

Тропосфера (гр. *trōpos* – зворот + сфера) – це приземна нижня частина атмосфери, в якій існує переважна більшість живих організмів, в тому числі й людина. В цій сфері зосереджено понад 80 % маси всієї атмосфери. Її потужність (висота над земною поверхнею) визначається інтенсивністю вертикальних потоків повітря, які залежать від температури земної поверхні. У зв'язку з цим на екваторі вона сягає висоти 16÷18 км, в середніх широтах – до 10÷11 км, а на полюсах – до 8 км. Виявлено закономірне зниження температури повітря залежно від висоти в середньому на 0,6° С на кожні 100 м.

В тропосфері знаходиться більша частина космічного і антропогенного пилу, водяного пару, кисню, інертних газів та азоту. Вона практично прозора для короткохвильової сонячної радіації. Разом з тим водяні пари, озон, вуглекислий газ, які знаходяться в атмосфері, достатньо сильно вбирають теплове (довгохвильове) випромінювання планети, внаслідок чого відбувається певне нагрівання тропосфери. Це призводить до вертикального переміщення повітряних потоків, конденсації водяних парів, утворення хмар та опадів.

На рівні моря склад атмосферного повітря такий: 78 % азоту, 21 % кисню, незначна частка інертних газів, вуглекислого газу, метану, водню.

Стратосфера (лат. stratum – шар + сфера) – розміщена вище за тропосферу до висоти 50÷55 км. Температура коло її верхньої межі зростає у зв'язку з присутністю озону.

Мезосфера (гр. mesos – середній + сфера) – верхня межа цього шару фіксується на висоті 80 км. Головна її особливість – це різке знижування температури (75÷90°C) біля верхньої межі. Тут спостерігаються так звані сріблясті хмари, які складаються з льодяних кристалів.

Іоносфера (термосфера) (гр. therme – тепло + сфера) – сягає висоти 800 км. Для неї притаманне істотне підвищення температури (більше +1000°C). Під впливом ультрафіолетового випромінювання Сонця газів атмосфери знаходяться в іонізованому стані. З цим пов'язано виникнення полярного сяйва і свічення газів. Іоносфера має властивості багаторазового відбиття радіохвиль, що забезпечує далекий радіозв'язок на Землі.

Екзосфера (гр. echo – поза, зовні + сфера) – розповсюджується від висоти 800 км до висоти 2000÷3000 км. Температури тут сягають +2000 °C і більше. Важливим є той факт, що швидкість руху газів наближається до критичного значення 11,2 км/с. У складі переважають атоми водню та гелію, які формують навколо нашої планети так звану корону, яка сягає висоти 20 тис. км.

2. Антропогенний вплив на атмосферу

Переважають три основні джерела забруднювання атмосфери: промисловість, побутові котельні, транспорт. Для кожного з цих джерел в загальному забрудненні повітря суттєво відрізняються залежно від місця.

Важливою проблемою є дотримання екологічних вимог при експлуатації підприємств, споруд та за інших видів діяльності. Ці вимоги можна реалізувати на підставі впровадження та більш ефективного використання природоохоронних заходів, серед котрих чільне місце посідають заходи щодо попередження забруднення атмосфери, оскільки будь-яке порушення чистоти атмосферного повітря неодмінно впливає на стан води та землі. У зв'язку з цим заходи з охорони повітря мають

забезпечувати збереження рослинного і тваринного світу. Отже, охорона навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу потребує комплексного підходу до розв'язування проблеми попередження забруднювання атмосфери та води викидами промислових підприємств.

Під забруднюванням атмосферного повітря розуміють збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги. Серед промислових викидів основними джерелами забруднювання атмосферного повітря є низькі технологічні та вентиляційні викиди (світлові та вентиляційні ліхтарі цехів, труби вентиляційних установок тощо) неперервної дії, котрі становлять близько 80 % від загальної маси викидів. Надзвичайно важливою особливістю таких викидів, з погляду забруднення атмосфери, є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їхнього виникнення, а не на п'ятнадцятикратній від висоти труб віддалі.

Отже, промислові викиди до атмосфери несприятливо впливають перш за все на людину та навколишнє середовище, а найбільш важкі форми вияву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, котрі перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК) в два - п'ять, а нерідко й у більшу кількість разів, і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса ґрунтом та поверхнею водоймищ. У зв'язку з цим дуже гострою є проблема запобігання забрудненню атмосфери міст, де зосереджено більшу частину населення та промисловості.

Причиною несприятливої екологічної ситуації є нерозв'язані проблеми, пов'язані з реалізацією природоохоронних заходів, недосконалістю методичних матеріалів з проектування повітроочисних пристроїв, недостатністю вихідних даних для проведення екологічних

експертиз продукції, що випускається, та розроблюваних технологічних процесів.

Промислові викиди в атмосферу поширюються на значну відстань, забруднюючи приземний шар повітря не лише на промислових майданчиках, але й на прилеглих населених територіях. Суттєвий вплив на рівень забруднення повітря справляють організовані та неорганізовані технологічні викиди.

Існуюча нормативно-технічна документація припускає граничне забруднення повітряного середовища у місцях повітроприймальних пристроїв систем промислової вентиляції, воно становить 0,3 ГДК, а забруднення повітряного середовища викидами з вентиляційних систем не повинне перевищувати 1 ГДК. Однак на багатьох підприємствах згадані вимоги не виконуються, а забрудненість повітря нерідко перевищує не лише ГДК, але й норми ГДВ у кілька разів.

Систематична або періодична наявність в атмосферному повітрі населених пунктів шкідливих речовин з концентраціями, що перевищують нормативні величини, призводить до захворювань, навіть ракових, до поширення серед частини населення токсикоманії, ускладнює перебіг серцево-судинних захворювань, сприяє виникненню та розвиненню захворювань дихальної й нервової систем людини. Дослідження засвідчують, що в місцевостях з порівняно невисоким рівнем забрудненості повітряного середовища частота захворювань органів дихання зростає у два та більше разів, а за високого рівня забруднення – в чотири - десять разів. Від впливу забруднюючих в першу чергу страждають діти. Шкода, котрої зазнають діти, в декілька разів перевищує шкоду, завдану здоров'ю дорослих. Про це свідчить результати досліджень, проведених фахівцями Каліфорнійського університету. І трагедія, котра сталася в Чернівцях 1988 року, цей висновок підтверджує. На зростання шкідливих викидів в першу чергу зреагували діти.

У дітей, котрі мешкали в центрі міста, повністю або частково стало випадати волосся (алопеція).

Встановлено, що невинне перевищування допустимої концентрації лише одного з видів контрольованих забруднюючих речовин призводить до підвищення захворюваності в 1,7 разів, а в деяких вікових групах –до трьох разів.

Забруднення атмосфери справляє також безпосередній вплив на фасади будівель, декоративні прикраси, автомобілі, пам'ятники, одяг тощо. Наприклад, згідно з дослідженнями лабораторії економіки Сумського філіалу ХПІ, у Волинській області, де чисте повітря, фарбування автомобілів здійснюється один раз на два роки, а на Донбасі –два рази на рік. Викиди токсичних речовин (сірчистого та сірчаного ангідридів, сірководню, аміаку, пилу) скорочують термін експлуатації одягу на 5 %, зумовлюють необхідність частого прання, зниження прозорості скла в будівлях та спорудах, що спричинює підвищену витрату електроенергії. Результати досліджень свідчать, що в місті з населенням 100 тис. людей додаткові видатки на експлуатацію житлових та громадських будинків становлять понад 35 %, на побутові потреби – 18 %, на озеленення – 14 %, на прибирання території у зв'язку з пиловими викидами – 15 %, витрати, пов'язані зі зростанням споживання води –10 %.

2.1 Визначення міри забрудненості атмосфери

Згідно з нормативно-технічною документацією, нормування якості навколишнього природного середовища здійснюється з метою встановлення гранично допустимих норм впливу на навколишнє середовище, що гарантує екологічну безпеку населення та збереження генетичного фонду, забезпечує раціональне використання й відтворення природних ресурсів за умов стійкого розвитку господарської діяльності. В Україні розроблені та діють нормативи ГДК, перевищення котрих за певних умов негативно впливає на здоров'я людини.

У табл.2.1 наведено ГДК деяких найбільш поширених шкідливих речовин. Як видно навіть з цього невеликого переліку, нижня межа токсичності шкідливих речовин, тобто їхня ГДК, сильно відрізняються.

Утабл. 2.1 ГДКс.д. – середньодобова гранично допустима концентрація забруднювача в повітрі, котра не справляє на людину опосередкованого шкідливого впливу при цілодобовому вдиханні; ГДКм.р. – максимально разова гранично допустима – концентрація забруднювача в повітрі (населених місць), що не викликає рефлексорних реакцій в організмі людини.

Таблиця 2.1 Гранично допустимі концентрації (мг/м³) деяких шкідливих речовин для повітря населених місць

Речовина	ГДКс.д	ГДКм.р	К
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2	3,0
Двоокис сірки	0,05	0,5	1,0
Двоокис азоту	0,04	0,085	0,8
Окис вуглецю	3,0	5,0	60
Аміак	0,04	0,2	0,8
Хлористий водень	0,2	0,2	4,0
Ціанистий водень	0,01	-	0,2
Окис кадмію	0,001	-	0,02
Свинець	0,0003	0,03	0,006
Сірководень	0,005	0,03	0,1
Бензапірен	0,000001	-	0,00002
Фенол	0,003	0,01	0,06
Формальдегід	0,003	0,035	0,06
Фтористий водень	0,005	0,2	0,1

Примітка: На тих територіях, які підлягають посиленій охороні, встановлюються більш жорсткі вимоги – ГДК має бути зменшено на 20 %.

Сумарний ефект мають: ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид; ацетон та фенол; ацетон та ацетофенол; ацетон та фурфурол, формальдегід, фенол; ацетальдегід та вінілацетат; аерозолі п'ятиокису ванадію та окисів марганцю; аерозолі п'ятиокису ванадію та сірчистий ангідрид; аерозолі

п'ятиокису ванадію та триокису хрому; бензол та ацетофенон; вольфрамовий та сірчистий ангідриди; гексахлоран та фозолон; 1,2-дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропанта тетрахлоретилен; ізобутенілкарбінол, диметилвінілкарінол; озон, двоокис азоту та формальдегід; окис вуглецю, двоокис азоту та формальдегід; окис вуглецю, двоокис азоту, формальдегід, гексан; сірчистий ангідрид та аерозоль сірчаної кислоти; сірчаний ангідрид та аерозоль сірчаної кислоти; сірчаний ангідрид та нікель металевий; сірчистий ангідрид та сірководень; сірчистий ангідрид та двоокис азоту; сірчистий ангідрид, окис вуглецю, пил конверторного виробництва; сірчистий ангідрид, окис вуглецю, двоокис азоту та фенол; сірчистий ангідрид та фенол; сірчистий ангідрид та фтористий водень; сірчаний та сірчистий ангідриди, аміак та окиси азоту; сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна та азотна); фенол та ацетофенон; фурфурол, метиловий та етиловий спирти; циклогексан та бензол; етилен, пропілен, бутилен, амілен.

Потенціювання – взаємне посилення впливу двох чи більшої кількості агентів навколишнього середовища, за котрого сумарний ефект їхнього взаємного впливу перевищує суму ефектів, що виникають при ізольованій дії кожного з цих агентів зокрема.

Ефект потенціювання притаманний таким речовинам: бутилакрилат та метилметакрилат з коефіцієнтом 0,8; фтористий водень та фторсолі з коефіцієнтом 0,8.

Речовини, для котрих не визначені ГДК населених місць, оцінюються за орієнтовними безпечними рівнями впливу (ОБРВ).

Для того, щоби визначити стан забруднення повітря кількома речовинами, що діють одночасно, часто використовують комплексний показник – *індекс забруднення атмосфери (ІЗА)*. Для його обчислення, нормовані на відповідні значення ГДК, середні концентрації домішок за допомогою розрахунків зводять до концентрації двоокису сірки (коефіцієнт К в табл.2.1), а здобуті значення додають. Отриманий у такий

спосіб показник ІЗА вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки.

Для кожного населеного пункту визначено конкретний перелік п'яти пріоритетних домішок, за котрими обчислюється індекс забруднення атмосфери ІЗА5.

Викиди характеризуються кількістю забруднюючих речовин, їхнім хімічним станом, концентрацією, агрегатним станом.

Промислові викиди поділяються на організовані та неорганізовані. Організовані промислові викиди – це викиди, що надходять до атмосфери через спеціально споруджені газоходи, повітропроводи та труби.

Неорганізовані викиди надходять до атмосфери у вигляді неспрямованих потоків внаслідок порушення герметизації, невиконання вимог охорони атмосфери при навантажуванні та розвантажуванні, порушення технології виробництва або несправності обладнання.

За агрегатним станом викиди поділяються на чотири класи:

I – газоподібні та пароподібні;

II – рідкі;

III – тверді;

IV – змішані.

За величиною маси викиди об'єднано в шість груп, т/доб: 1 група – маса менше за 0,01 включно; 2 група – від 0,01 до 0,1; 3 група – від 0,1 до 1; 4 група – від 1 до 10; 5 група – від 10 до 100; 6 група – понад 100.

Викиди підлягають періодичній інвентаризації, під котрою слід розуміти систематизування відомостей про розподіл джерел викидів на території об'єкта, їхню кількість та склад.

Метою інвентаризації є визначення викидів шкідливих речовин, що надходять в атмосферу від об'єктів; оцінювання впливу викидів у навколишнє середовище, встановлення ГДВ або ТВП; вироблення рекомендацій з організації контролю за викидами; оцінювання стану очисного обладнання та екологічності технологій і виробничого обладнання; планування черговості природоохоронних заходів.

Інвентаризація здійснюється один раз на п'ять років згідно з Інструкцією з інвентаризації викидів забруднюючих речовин до атмосфери. Джерела забруднювання атмосфери визначаються на основі схем виробничого процесу підприємства. Для діючих підприємств контрольні точки встановлюються за периметром санітарно-епідеміологічної станції.

Основними параметрами, котрі характеризують викиди забруднюючих речовин в атмосферу, є вид виробництва, джерело виділення шкідливих речовин, джерело викиду, кількість джерел викидів, координати розташування викиду, висота джерела викиду, діаметр та висота труби, параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду (швидкість, об'єм, температура), характеристика газоочисних споруд, види та кількість шкідливих речовин тощо.

Шкідливі речовини, які потрапляють до атмосфери від промислових та транспортних підприємств, енергетичних установок, транспортних засобів, розчиняються в повітрі та переносяться рухомими потоками повітря на великі відстані. Розсіювання забруднень призводить до зниження концентрації шкідливих речовин в зонах їхнього викиду й до одночасного збільшення площ із забрудненим повітрям.

На характер поширення шкідливих речовин в атмосфері та на величину зон забруднення впливають метеорологічні умови (горизонтальний та вертикальний рух мас повітря, їхня швидкість, температура, вологість, дощ, сніг, наявність хмар).

Окрім метеорологічних чинників, на розсіювання забруднень впливає рельєф місцевості, наявність лісів, водойм, гір тощо. На забрудненість міст та населених пунктів впливає їхнє планування та озеленення.

Розрахунок забруднення атмосфери викидами промислових підприємств виконується згідно з методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах

підприємств або зі збірником методик розрахунку концентраційних викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами.

2.2 Визначення категорії небезпечності підприємств залежно від характеру забруднюючих речовин, які вони викидають до атмосфери

Для визначення категорії небезпечності підприємств використовують дані про викиди забруднюючих речовин до атмосфери за формою статистичної звітності 2 – «Повітря». При цьому в даній формі слід розшифрувати графи «Вуглеводні» та «Інші» і не потрібно наводити інформацію про сумарні викиди шкідливих речовин в атмосферу від групи підприємств.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують за виразом:

$$КНП = \sum (M_i / ГДК_{сд})^{a_i} \quad (2.1)$$

де M_i – маса викиду i -ї речовини, т/рік;

$ГДК_{с.д.}$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -ї речовини, мг/м³; n – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу;

a_i – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i -ї речовини зі шкідливістю сірчистого газу (визначається за табл.2.2)

Таблиця 2.2 Безрозмірна константа відповідно до класу небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовини			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Для розрахунку КНП за відсутності середньодобових значень ГДК використовують значення максимальноразових ГДК, ОБРВ або зменшені вдесятеро значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин. Значення КНП щодо речовин, для котрих відсутня інформація про ГДК або ОБРВ, прирівнюють до маси викидів певних речовин.

За величиною КНП підприємства поділяються на чотири категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємства за категоріями небезпечності наведено в табл.2.3

Таблиця 2.3 Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ,м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Залежно від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів (СЗЗ).

Як приклад, розглянемо викиди, які забруднюють атмосферне повітря електродного заводу, та визначимо категорію цього підприємства (табл.2.4).

Таблиця 2.4 Викиди за інгредієнтами та класом небезпечності виділюваних речовин

Назва виділюваних речовин	ГДКс.д., мг/м ³	Клас небезпечності	Викид, т/рік
Завислі речовини (пил)	0,15	3	4663,293
Окис вуглецю	3,0	4	8992,420
Сірчистий ангідрид	0,05	3	727,285
Двоокис азоту	0,04	2	150,000
Бензапірен	0,000001	1	0,665
Смолисті	0,02	(0,2 = ГДК роб.зони)	2 911,579

Отримане значення КНП перевищує 108, що є свідченням того, що цей завод є джерелом забруднення довкілля й належить до I категорії за забрудненням атмосфери. Оцінити ступінь забруднення атмосфери

виділюваними речовинами можна на підставі чисельного результату, здобутого від піднесення до степеня відповідного члена, який входить до рівняння. Розташуємо виділювані речовини підприємством за ступенем забруднення атмосфери (СЗА) (табл.2.5).

Таблиця 2.5 Розподіл шкідливих речовин за ступенем забруднення атмосфери

Бензапірен	7900000000	Пил	31089
Смолисті	1138660	Сірчистий ангідрид	14546
Двоокис азоту	44283	Окис вуглецю	1346

2.3 Розрахунок викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом

Переважна більшість підприємств має парк автомобілів різних типів, у зв'язку з чим виникає необхідність обчислення щорічних викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом та включення цих даних до планових форм з метою здійснення державного обліку цих викидів та розробляння заходів щодо їхнього зниження на всіх рівнях планування, контролю та обліку.

В основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом покладено середній питомий викид автомобілів окремих груп (вантажні, автобуси, легкові). При цьому викид шкідливих речовин коригується залежно від технічного стану автомобілів, їхнього середнього віку, а також від впливу природних кліматичних умов.

Для автомобілів парку підприємства маса викидів за розрахунковий період t часу j - речовини (M_j^t) за наявності в групі автомобілів з різних типів двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) – бензиновими, дизельними, газовими тощо – визначається за формулою

$$M_j^t = \sum \sum m_{jik} L_{ik} \Pi^{R_{jik}} \quad (2.2)$$

де i – кількість груп автомобілів;

m_{jik} – питома вага викиду j -ї шкідливої речовини автомобілем, i - групи з двигуном k -го типу розрахунковий період (включаючи пробіговий викид з урахуванням картерних викидів та випаровувань пального), г/кг;

L_{ik} – пробіг автомобілів i -ї групи з двигуном k -го типу за розрахунковий період, млн км;

ΠR_{jik} - добуток коефіцієнтів впливу n факторів на викид j -ї шкідливої речовини автомобілями i -ї групи з двигуном k -го типу. Коефіцієнт впливу визначається за табл.2.6

Таблиця 2.6 Коефіцієнт впливу для різних груп автомобілів

Групи автомобілів	Коефіцієнт впливу викидів					
	Окису вуглецю		вуглеводнів		окисів азоту	
	СВП	РТС	СВП	РТС	СВП	РТС
Вантажні й вантажні спеціальні з бензиновими ДВЗ	1,33	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8
Вантажні й вантажні спеціальні з дизельними ДВЗ	1,33	1,80	1,20	2,0	1,0	1,0
Автобуси з бензиновими ДВЗ	1,32	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8
Автобуси з дизельними ДВЗ	1,27	1,80	1,17	2,0	1,0	1,0
Легкові службові й спеціальні	1,28	1,63	1,17	1,83	1,0	0,85
Легкові індивідуального користування	1,28	1,62	1,17	1,78	1,0	0,9

Примітка: СВП – середній вік парку, РТС – рівень технічного стану.

Наведений в табл.2.7 склад шкідливих речовин не відбиває повною мірою кількісного складу шкідливих домішок у відпрацьованих газах автомобілів з ДВЗ дизельного типу (табл.2.7).

Таблиця 2.7 Кількісний склад шкідливих домішок, мг/м³ у відпрацьованих газах

Компоненти	Двотактні дизелі		Чотиритактні дизелі	
	Холостий хід	100 % навантаження	Холостий хід	100 % навантаження
Двоокис вуглецю	1,70	2,20	1,20	2,10
Монооксид вуглецю	1100,00	1100,00	700,00	1300,00
Акролеїн	24,00	31,20	2,90	0,86
Оксиди азоту	650,00	900,00	90,00	87,00
Двоокис сірки	1600,00	1700,00	1800,00	1800,00
Сажа	0,18	0,09	0,12	0,07
Пари палива	3,00	25,00	3,00	25,00

Примітка: для діоксиду вуглецю якісний склад наведено у відсотках. Частку шкідливих домішок, які проникають у повітряне середовище через нещільність двигуна та його газоповітряний тракт, встановлюють за допомогою замірів у реальних умовах або розрахунковим методом

$$P = N_e(3K_{ц} + 30K_{к}) \quad (2.3)$$

де **P** – кількість газу, мг/год;

N_e – ефективна потужність дизеля за мінімальної кількості обертів, мг/год; **K_ц**, **K_к** – вміст окремих складових (газів) у відпрацьованих газах циліндра і картера, мг/л (табл.2.8).

Таблиця 2.8 Вміст окремих складових, мг/л у відпрацьованих газах і в картері

Шкідливих домішок	Відпрацьований газ	Картер
Монооксид вуглецю	0,80	1,3
Акролеїн	0,90	0,04
Вуглеводні	0,71	0,03*
Оксиди азоту	0,61	-

*Приведено сумарну концентрацію

2.4 Розрахунок аерозольного винесенню електроліту з акумуляторів

Свинцево-кислотні акумулятори належать до найбільш поширених хімічних джерел струму, широко застосовуються в різних галузях техніки, в тому числі в електрокарах, котрі є одним з основних міжцехових транспортних засобів. За експлуатації кислотних акумуляторних батарей виділяються водень, кисень, двоокис сірки, сурм'янистий та миш'яковистий водень, вуглекислий газ, а також аерозоль сірчаної кислоти (акумуляторні гази) у вигляді туману. Водень та кисень виділяються внаслідок електролізу води.

Сурм'янистий водень (стибін) отримується при взаємодії атомарного водню з сурмою, котру додають для надання міцності пластинам. Частина сурм'янистого водню розчиняється в електроліті, в активній масі та в сепараторах, а більша частина разом з воднем надходить у повітря. Виділення сурм'янистого водню помітно збільшується зі збільшенням газовиділянь з акумулятора.

Миш'яковистий водень (арсин) утворюється в невеликих кількостях внаслідок протікання реакцій поміж миш'яком та сірчаною кислотою. Миш'як у вигляді незначних домішок міститься у свинці та в сірчаній кислоті. Арсин - з'єднання нестійке, яке легко розкладається на миш'як та водень. Вуглекислий газ виділяється з акумуляторів в незначній кількості при використуванні в них сепараторів з дерева.

Кількість водню (д/г), що виділяється при заряджанні кислотних акумуляторів, обчислюється за виразом: ,

$$V_{H_2} = 0,5 n_r (I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n) \quad (2.4)$$

де $I_1 I_2 I_n$ – величина струму (вказується в паспорті акумулятора), А;

n – кількість акумуляторів в батареї, яка заряджається.

Знаючи V_{H_2} , можна встановити, скільки сірчаної кислоти потрапило у повітря з урахуванням того, що з 1л водню виділяється 0,3 мг/л H_2SO_4 – для герметичних акумуляторів з дихальним отвором; 0,9 мг/л – для відкритих акумуляторів із захисним склом; 3,0 мг/л – для відкритих акумуляторів без захисного скла. У разі заряджання лужних акумуляторів ,

$$V_{H_2} = 0,5 n_r (I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n) \quad (2.5)$$

де n_r – коефіцієнт, який враховує величину зарядного струму, дорівнює 0,85 при заряджанні акумулятора постійним струмом та 0,25 – при заряджанні струмом, спадним за величиною.

Кількість луку, що виділяється, визначається за залежністю:

$$X = 0,14 V_r ; \quad X = 1,5 V_{H_2} \quad (2.6)$$

де V_r ; V_{H_2} – кількості газів та водню (відповідно), які виділяються з акумулятора, л/год.

Особливістю лужних акумуляторів є активна взаємодія водного розчину з вуглекислим газом, повітря з утворенням карбонатів. Наявність їх спричинює підвищення внутрішнього опору акумуляторів. Зростання карбонатів у 2,5÷3 рази порівняно з нормою знижує ємність акумуляторів на 35÷40%.

3 . Очищення викидів до атмосфери. Методи та засоби

очищування викидів до атмосфери

Однією з особливостей атмосфери є її здатність до самоочищування. Самоочищування атмосферного повітря відбувається внаслідок сухого та мокрого випадання домішок, абсорбції їх земною поверхнею, поглинання рослинами, переробки бактеріями, мікроорганізмами та в інші шляхи. Саджання дерев та кущів сприяє очищуванню повітря від пилу, оксидів вуглецю, діоксидів сірки та інших речовин. Найкращі поглинальні властивості стосовно діоксиду сірки мають тополя, липа, ясен. Одне доросле дерево липи може акумулювати протягом доби десятки кілограмів діоксиду сірки, перетворюючи його на нешкідливу речовину. Велика роль в очищуванні атмосферного повітря належить ґрунтовим бактеріям та мікроорганізмам. За температури 15÷35 °С мікроорганізми переробляють на 1м² до 81 т на добу оксидів та діоксидів вуглецю. Однак можливості природи щодо самоочищування мають обмеження, що слід враховувати при розроблянні нормативів ГДВ.

Одним з головних показників очищення викидів є ступінь їхнього очищення від шкідливих речовин $K_{оч}$:

$$K_{оч} = M_y / M_{заг} \quad (2.7)$$

де M_y – маса шкідливих речовин, які вловлюються в очисному пристрої;

$M_{заг}$ – загальна маса шкідливих речовин у викидах.

Ступінь очищення має визначатися за кожною забруднюючою речовиною. Ступінь очищення поділяється на проектний та фактичний, а за рівнем – на максимальний та експлуатаційний.

Для оцінювання забезпеченості підприємств очищуванням в часі використовується коефіцієнт технологічних процесів газоочищуванням:

$$K_{\infty} = T_r / T_{то} \quad (2.8)$$

де $T_{то}$ – час роботи технологічного обладнання;

T_r – час роботи газоочисних установок.

За несприятливих метеорологічних умов, коли викиди із забрудненням можуть бути шкідливими для здоров'я населення, підприємства повинні знижувати викиди шкідливих речовин за рахунок технічних засобів або повної (часткової) зупинки джерел забруднення.

Сучасні вимоги щодо якості та ступеня очищення викидів є досить високі. Для їхнього дотримання необхідно використовувати технологічні процеси та обладнання, котрі знижують або повністю виключають викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечують нейтралізацію утворених шкідливих речовин; експлуатувати виробниче та енергетичне обладнання, котре виділяє мінімальну кількість шкідливих речовин; закрити невеликі котельні та підключити споживачів до ТЕЦ; застосовувати антитоксичні присадки ; переводити теплоенергетичні установки з твердого палива на газ.

Способи очищення викидів в атмосферу від шкідливих речовин можна об'єднати в такі групи:

- очищування викидів від пилу та аерозолів шкідливих речовин;
- очищування викидів від газоподібних шкідливих речовин;
- зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згоряння транспортних засобів та стаціонарних установок;
- зниження забруднення атмосфери при транспортуванні, навантаженні і вивантажуванні сипких вантажів.

Для очищування викидів від шкідливих речовин використовуються механічні, фізичні, хімічні, фізико-хімічні та комбіновані методи.

Механічні методи базуються на використуванні сил ваги (гравітації), сил інерції, відцентрових сил, засадів сепарації, дифузії, захоплювання тощо. Фізичні методи базуються на використанні електричних та електростатичних полів, охолодження, конденсації, кристалізації, поглинання.

У хімічних методах використовуються реакції окислення, нейтралізації, відновлення, каталізації, термоокислення.

Фізико-хімічні методи базуються на принципах сорбції (абсорбції, адсорбції, хемосорбції), коагуляції та флотації.

Гравітаційні пилоочисні камери працюють за принципом зниження швидкості руху газів до рівня, коли пил та частинки рідини осідають під впливом сил ваги. Ефективність роботи пилоочисних камер

$$d = \left(\frac{18\mu H v}{gL(\rho - \rho_g)} \right)^{1/2} \quad (2.9)$$

де d – діаметр частинок, які осаджуються;

μ – кінематична в'язкість газу;

H – висота камери; v – швидкість течії газу;

v – гравітаційне прискорення;

L – довжина камери;

ρ – густина частинок;

ρ_g – густина газу.

Гравітаційні пилоосаджувальні камери – це порожнинна з полицями або коробка з листової сталі з бункером для збирання пилу. Довжина коробки ,

$$L = H v_r / v_{oc} \quad (2.10)$$

де H – висота камери;

v_r – швидкість руху газів;

v_{oc} – швидкість, з якої пил випадає до бункера.

З зниження висоти камери процес очищення поліпшується, тому порожнину камери розділяють полицями, котрі проектуються під кутом або з можливістю регулювання.

Гравітаційні пилоосаджувальні камери придатні для осадження частинок пилу діаметром понад 50 мкм.
 Гідравлічний опір гравітаційних камер лежить в межах 50 ÷ 150 Па.
 Швидкість газу – 0,2 ÷ 1,5 м/с.
 Камери забезпечують ступінь очищення не більше 50 %, тому їх використовують як попередній ступінь пилоловлювання.

Інерційні сепаратори працюють на засаді різкої зміни напрямку потоку газів. У місцях змінювання напрямку відбувається осідання

твердих частинок забруднюючих речовин. Сепаратори дозволяють осаджувати частинки діаметром 2530 мкм. Інерційні газоочисники мають продуктивність від 45 до 582 м³/год. До цього типу можна віднести і жалюзійні пиловловлювачі, котрі мають гідравлічний опір 100÷400 Па, допускають температуру очищуваного газу до 450° С, швидкість на підході до решітки – 15÷25 м/с.

Циклонні сепаратори працюють за принципом використання відцентрового ефекту. Відокремлення твердих частинок в них відбувається під впливом відцентрових сил:

$$P_{\mu} = \frac{A\rho d^3 v^2 r^{2n}}{R^{2n+1}} H \quad (2.11)$$

Де A – сталий безрозмірний коефіцієнт;

ρ – густина частинок;

d – діаметр частинок;

v_r – тангенційна складова швидкості руху частинок;

r – радіус частинок;

R – радіус установки;

N – стала, яка залежить від радіуса установки й робочої температури;

H – висота циклона.

Практично використовуються такі типи циклонних сепараторів:

- горизонтальні пиловловлювачі, котрі працюють за принципом надавання газам вихроподібного колового руху за допомогою вертушки з системою невідхилюваних лопатей;
- вертикальні сепаратори, що працюють за принципом подавання газу зверху через горизонтально встановлену кільцеву крильчатку, котра надає газові обертового руху; тверді частинки осідають на дні, а очищений газ відводиться через центральну трубу;
- вертикальні сепаратори з тангенційно розташованою вхідною частиною. У цьому сепараторі затриманий газ надходить збоку або знизу і набуває тангенційного руху, котрий виносить тверді частинки до стінок, а потім до пилозбирачів;

◦ ротаційні струменеві пиловловлювачі є різновидом відцентрового циклонного сепаратора, в котрому вихроподібність руху газу посилено тангенційним повітряним потоком. У них пил накопичується всередині повітряного середовища і під дією гравітаційних сил падає на дно пилозбирача.

Апарати мокрого очищення газів від пилу працюють за принципом промивання газів. Ці види очисних пристроїв застосовуються на дільницях фарбування виробів, нанесення полімерних покриттів, у замкнених системах повітрокористування. Такі пристрої дозволяють очищувати гази від дрібних механічних забруднень. Існує велика кількість апаратів мокрого очищення газів. Застосовуються й прості водяні завіси, через котрі пропускаються забруднені потоки повітря.

За принципом роботи апаратів мокрого очищення газів поділяються на орожнинні насадкові; барботажні та пінні; ударно-інерційні; відцентрові; динамічні та турбулентні промивачі.

Порожнинні та насадкові апарати-скрубери працюють за принципом пропускання газів через потік розпиленої розбризканої або стікаючої по насадках води. Швидкість потоку газів не перевищує $1 \div 1,2$ м/с, гідравлічний опір апаратів не перевищує 250 Па. Витрата води становить до 10 м^3 на 1 м апарата. Найбільш повно скрубери видаляють частки розміром понад 10 мкм. Недоліком скрубєрів є часте забивання отворів розпилювачів.

При роботі барботажних та пінних апаратів забруднені гази проходять через шар рідини чи піни. Апарати мають великий гідравлічний опір (до 2000 Па). Вони дозволяють вловлювати частки розміром до 2 мкм. Продуктивність апаратів конструкції ЛТІ – від 2 до 45 тис. $\text{м}^3/\text{год.}$, швидкість проходження газів – до 2 м/с, ступінь очищення – до 99 %.

Апарати ударно-інерційного типу працюють за принципом інерційного осаджування механічних забруднень під час змінювання напрямку газового потоку над поверхнею рідини. Найбільшого застосування набули статичні пиловловлювачі типу ПВМ, ротоклони та

скрубери ударної дії. Продуктивність ударно-інерційних апаратів – $2500 \div 90000$ м³/год. Швидкість потоку газу – до 56 м/с, ступінь очищення – до 98 %. Витрата води – $0,8 \div 4$ м³/год. на 1000 м³ газу.

Відцентрові апарати мокрого очищення газів працюють за принципом завихрювання газів спеціальними лопатками або зарахунок тангенційного підведення газу одночасним зрошенням форсунок. Їх використовують для очищення димових газів з великим вмістом сірчаних газів, забезпечуючи ступінь очищення до 90 %. Використовуються також динамічні та турбулентні промивачі.

При роботі *електростатичних установок* очищувані гази пропускають через електростатичне поле високої напруги (до 50 кВ), створене спеціальними електродами. При проходженні через електричне поле частинки набувають негативного заряду і притягуються до електродів, з'єднаних із землею, тому мають позитивний заряд відносно частинок. Для очищення електродів передбачено спеціальну механічну систему. Електростатичний метод очищення газів дозволяє вловлювати частинки розміром до 0,1 мкм. Початкові видатки на створення електростатичних фільтрів є вищі, ніж для апаратів інших типів, однак експлуатаційні видатки нижчі. Споживання енергії цими пристроями становить $0,3 \div 0,6$ кВт на 10000 м³ газу.

Упористих фільтрах забруднені гази пропускають через тканину, сукно, вовсть, синтетичні матеріали (нітрон, лавсан, хлорин), металеві сітки, гравій тощо. Ці фільтри забезпечують високу якість очищення. Основний їхній недолік – зниження тиску газу після фільтрування, висока вартість експлуатації, часта заміна фільтрувальних елементів.

Найбільш поширеними апаратами для очищення газів від механічних частинок є рукавні фільтри, основним елементом котрих є рукавоподібний мішок, натягнений на трубчасту раму. При проходженні газів через мішок пилові частинки залишаються на тканині. Видалення пилу з мішків здійснюється механічним витрушуванням, продуванням його у зворотному напрямку, очищенням струменями повітря,

використанням низькочастотних акустичних генераторів для відокремлювання твердих частинок від мішка.

Використовуються також зернисті фільтри, в тому числі з металокераміки, а також тканинні і рулонні фільтри, котрі забезпечують високу якість очищення. Однак їхнім недоліком є невисока пилоємкість та швидке засмічування.

У технологічних вентиляційних та енергетичних викидах підприємств а найбільш часто зустрічаються діоксид сірки, оксид азоту, оксид та діоксид вуглецю, мінеральні речовини від виробництва будівельних матеріалів, сполуки металів, феноли, синтетичні матеріали, лакофарбові матеріали тощо.

Методи очищення викидів від газоподібних речовин за характером фізико-хімічних процесів з очищуваними середовищами поділяються в такий спосіб:

- промивання викидів розчинниками, які не сполучуються із забруднювачами (метод абсорбції);
- промивання викидів розчинами, які вступають у хімічну сполуку із забруднювачами (метод хемосорбції);
- поглинання газоподібних забруднювачів твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- поглинання та використання каталізаторів;
- термічна обробка викидів;
- осаджування в електричних та магнітних полях;
- виморожування.

Метод абсорбції (лат. absorptio – поглинання речовин із роцинів або сумішів газів твердим тілом або рідиною) на відміну від адсорбції поглинання відбувається всім об'ємом поглинувача (абсорбента). Базується на розділенні газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання шкідливих компонентів абсорбентом.

В якості абсорбентів обирають рідини, здатні поглинати шкідливі домішки. Для вилучання з викидів аміаку, хлористого та фтористого

водню використовується вода. Один кілограм води здатен розчинити сотні грамів хлористого водню та аміаку. Сірчисті гази у воді розчиняються погано, тому витрати води у цьому разі є надто великі. Для вилучання з викидів ароматичних вуглеводів, водяної пари та інших речовин застосовується сірчана кислота. Для здійснення процесу очищення газових викидів методом абсорбції застосовуються плівкові, форсункові, трубчасті апарати – абсорбери. Об’ємна витрата рідини

$$V_p = m / (X_n - X_k) \quad (2.12)$$

де m – маса домішок, які підлягають вилученню;

X_n, X_k – початкова й кінцева концентрації шкідливої домішки в рідині.

Площа контакту газу з рідиною

$$F = m \cdot 10^3 / k_a \Delta p_{cp} \quad (2.13)$$

де k_a – коефіцієнт абсорбції (масопередачі);

Δp_{cp} – середня рушійна сила абсорбції.

Значення Δp_{cp} є вищим при зустрічному русі газу та рідини, ніж при русі в одному напрямку. Процес абсорбції має неодмінно передбачати застосування десорбції – регенерації рідини з метою вилучення розчинених домішок.

Метод хемосорбції базується на поглинанні газів та пари рідкими й твердими поглиначами з утворенням хімічних сполук. Цей метод використовується при очищенні викидів через вентиляції гальванічних дільниць. При цьому розчинником для очищення викидів від хлористого водню є 3 %-вий розчин їдкого натру. Цей метод використовується також для очищення викидів від окисів азоту.

Метод адсорбції (лат. ad – на, у, при + sorbere – поглинати) – поглинення речовин із Рощині або сумішів газів поверхневим шаром рідин або твердих тіл. Баується на селективному вилученні з газових сумішей шкідливих домішок за допомогою твердих адсорбентів. Найбільш широко як адсорбент застосовується активоване вугілля, іонообмінні смоли тощо.

Необхідна маса адсорбенту

$$M_a = V_B G t \cdot 10^3 / a_{noz} \quad (2.14)$$

де V_B – об’ємна витрата газу, що очищується;

G – концентрація домішки, яка вилучається;

T – час протікання адсорбції;

a_{noz} – поглинальна здатність адсорбенту.

Геометричні параметри адсорбенту обираються та враховуються за номограмами чи аналітичними залежностями.

Каталітичний метод базується на перетворюванні токсичних компонентів викидів на менш токсичні чи нешкідливі за рахунок використання каталізаторів. Швидкість каталітичних реакцій можна визначити за рівнянням

$$V_k = K_p G_a G_b G_v \dots G_n \quad (2.15)$$

де K_p – константа каталітичної реакції;

$G_a G_b G_v G_n$ – концентрація речовин, які вступають в реакцію;

a, b, v, n – порядок реакції за відповідним компонентом.

В якості каталізатора використовують платину, метали платинового ряду, окиси міді, двоокис марганцю, п’ятиокис ванадію тощо.

Каталітичний метод використовується для очищення викидів від окису вуглецю за рахунок його окислення до двоокису вуглецю.

Термічний метод базується на допалюванні та термічному нейтралізованні шкідливих речовин у викидах. Цей метод використовується тоді, коли шкідливі домішки у викидах піддаються спаленню. Термічний метод є ефективний у разі очищення викидів від лакофарбових та просочувальних ділянок. Системи термічного та вогневого знешкодження забезпечують ефективність очищення до 99 %.

Загалом послідовність вибору типу очисних пристроїв та фільтрів є така:

- виявлення характеристик викидів (температура, вологість, вид та концентрація домішок, токсичність, дисперсність тощо);
- визначення типу очисного пристрою або фільтра за витратою газу, необхідним ступенем очищення, можливостями виробництва та іншими факторами;

- віднайдення робочої швидкості газів;
- техніко-економічний аналіз можливих варіантів очищення;
- обчислення параметрів очисного пристрою;
- проектування та вибір очисного пристрою або фільтра.

При виборі засобів очищення викидів до атмосфери слід послуговуватися такими рекомендаціями:

- сухі механічні способи та пристрої є неефективні при вилучанні дрібнодисперсного та липкого пилю;
- мокрі методи неефективні при очищуванні викидів, в котрих містяться речовини, які погано злипаються й утворюють грудки;
- електроосаджувачі неефективні у випадку вилучання забруднень з малим питомим опором, котрі погано заряджаються електрикою;
- рукавні фільтри є неефективні для очищування викидів з липкими та зволженими забрудненнями;
- мокрі скрубери не можна застосовувати для роботи поза приміщеннями в зимових умовах.

2.6 Зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання

У викидах двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) міститься понад 100 шкідливих сполук:

- оксид;
- діоксин вуглецю;
- оксид азоту;
- альдегіди;
- сажа;
- водяні пари

При використанні в ДВЗ етилованих бензинів з вихлопними газами в атмосферу викидаються сполуки свинцю.

При згорянні однієї тонни бензину в атмосферу викидається, кг: оксидів вуглецю – 39,5; вуглеводнів – 34; окисів азоту – 20; діоксиду сірки – 1,55; альдегідів – 0,93. При згорянні однієї тонни дизельного пального в атмосферу викидається, кг: оксиду вуглецю – 21; вуглеводнів – 20; окисів азоту – 34; альдегідів – 6,8; сажі – 2.

Масовий склад викидів значною мірою залежить від режимів експлуатації та справності систем ДВЗ та вчасності проведення регулювань.

На збільшення витрат пального та шкідливих речовин у вихлопних газах карбюраторних двигунів найістотніше впливають зношеність жиклерів карбюратора, порушення регулювання системи холостого ходу та регулювання рівня пального в карбюраторі, зношеність деталей прискорювального насоса, підвищення гідравлічного опору повітряного фільтра, неправильне встановлення запалювання, неналежна величина зазора в контактах переривача та їхнє забруднення, нагар на свічках запалювання, знижена температура охолоджувальної рідини, зношеність деталей кривошипно-шатунного механізму, порушення регулювання поміж клапанами та штовхачами тощо.

Згадані несправності збільшують витрати пального на 10 %, а кількість шкідливих речовин у викидах – на 15÷50 %.

У дизельних ДВЗ на збільшення витрат пального та складу вихлопних газів впливають такі несправності: зменшення тиску впорскування, покриття голки форсунки смолистими нашаруваннями, закоксування сопел розпилювачів, зношеність плунжерних пар паливного насоса, засмічування повітроочищувача, зміна кута впорскування, зниження температури охолоджувальної рідини, зношеність деталей паливного насоса, газорозподілу та шатунно-кривошипного механізму. Залежно від виду несправності, витрати пального в дизельних двигунах можуть збільшуватися до 20 %, а кількість викидів шкідливих речовин – на 20÷100 %.

Зниження викидів шкідливих речовин ДВЗ можна досягти застосуванням таких методів: рідинного та полум'яного нейтралізування, ежекційного допалювання, використання каталізаторів, подавання повітря до випускного колектору, застосування антидимових фільтрів тощо. Зниження вмісту шкідливих речовин у викидах ДВЗ можна забезпечити й за рахунок застосування присадок до пального – метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій.

Ключові запитання

1. Що являє собою атмосфера?
2. Основні функції атмосферного повітря.
3. Будова атмосфери. Види забруднень атмосфери.
4. Основні методи очищення атмосфери.
5. В чому полягає відмінність методу очищення атмосфери – адсорбції від абсорбції?
6. Суть методів хемосорбції. На чому базуються каталітичний та термічний методи?
7. Яке значення має зниження забруднення атмосфери вихлопними газами двигунів внутрішнього згорання?

Самостійне завдання

1. Вивчити основні теоретичні положення.
2. Підготувати відповіді на ключові запитання.
3. Знати основні типи очищення атмосферного повітря.
4. Підготуватися до дискусії з питань «парникового ефекту» та «озонових дірок».

Завдання для практичної роботи

1. З'ясувати засади основних методів очищення атмосферного повітря
1. Обчислити гранично допустимі концентрації основних шкідливих речовин в атмосфері

Практична робота №3

АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ТА СПОСОБИ ЇЇ ОЧИЩУВАННЯ

Мета роботи : Провести моніторинг забруднення води. Ознайомити з методами очищення стічних вод. Навчити умінню методичних розрахунків.

План

1. Ключові положення
2. Водокористування та водоспоживання
 - 2.1 Джерела забруднення води
 - 2.2 Контроль якості води
 - 2.3 Способи очищення стічних вод

Теоретичні відомості

1.Ключові положення

Раціональне використання та охорона водних ресурсів

Проблема забезпечення належної кількості та якості води є однією з найбільш важливих і має глобальне значення. Ще до нашої ери Аристотель вказував на необхідність раціонального використання чистої води та відділення її від тієї, котра використовується для господарських потреб.

Стан 2/3 водних джерел за якістю води не відповідає нормативним вимогам. Через використання неякісної води в 4-5 разів зросла захворюваність людей. Політики все частіше кажуть про ймовірність екологічних війн за воду у ряді країн.

Вода використовується для охолодження машин та механізмів, функціонування технологічних процесів та входить до складу продукції, що виробляється. Питомі норми водоспоживання для виробництва 1 тонни готової продукції складають, м³: чавун – 160÷200; сталь – 150; прокат – 10÷15; нікель – 4000; мідь – 500; синтетичний каучук – 2000-3500; папір – 400÷800; пластмаси – 500÷1000.

Велику кількість води споживають теплові та атомні електростанції. На 1 млн. кВт потужності теплової станції витрачають $1,2 \div 1,6$ км³ води на рік, а атомні – в $1,5 \div 2$ рази більше.

У природі відбувається постійний колообіг води, який забезпечується випаровуванням, транспірацією води рослинами, випаданням опадів. Швидкість водообміну характеризується такими даними, роки: Світовий океан – 2500 (перемішування – 63); підземні води – 400; води озер – 17; води боліт – 5. У річках водообмін відбувається за декілька днів, а в організмі людини – за декілька годин.

У процесі колообігу вода транспортує тепло, розчиняє та переносить природні елементи, руйнує та перетворює літосферу, бере участь в метеорологічних та гідрологічних процесах, є середовищем існування водних організмів, які забезпечують продукування значної частини кисню. Кількість та якість води відновлюються, якщо забезпечуються необхідні для цього умови. Однак розвиток промисловості, транспорту, сільського господарства, урбанізація призвели до того, що природні водойми вже не можуть самоочищатися, тому потрібні штучні споруди для очищення води.

Водоймища характеризуються площею дзеркала, довжиною, глибиною, об'ємом та витратою води, швидкістю течії та рівнем води, її температурою, тривалістю умов, несприятливих за шкідливістю, та умов водообміну періодів (межень, льодостав, відсутність стоку тощо), показниками водообміну, фільтрувальними властивостями ґрунтів. У залежності від ступеня забруднення води об'єкти бувають допустимого, помірного, високого та надзвичайно високого ступенів забруднення (табл.3.1). Це слід враховувати при організації водоспоживання.

Таблиця 3.1. Якісні показники забруднення для водних об'єктів I та II категорій

Ступінь забруднення	Органолептичний режим		Токсикологічний режим	Санітарний режим		Бактеріологічний режим	Індекс забруднення	
	Запах, присмак балів	ГДКорг ступінь перевищення	ГДКтокс ступінь перевищення	БСК20, мг/дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³	Число лактозопозитивних кишкових паличок в 1 дм ³		
Допустимий	2	1	1	3		4	менше $1 \cdot 10^4$	0
Помірний	3	4	3	6		3	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$	1
Високий	4	8	10	8	0	2	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$	2
Надзвичайно високий	>4	>8	>10	8	10	1	більше $1 \cdot 10^6$	3

Примітка: ГДКорг – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за органолептичною ознакою шкідливості;

ГДКтокс – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за токсикологічною ознакою шкідливості; БСК20 – біологічне споживання кисню за 20 діб для водоймищ I та II категорій водокористування.

2. Водокористування та водоспоживання

Водокористування – це використання водних об'єктів для задоволення потреб населення та об'єктів господарської діяльності.

Згідно з Держстандартом 17.1.1.03-86 водокористування класифікується за такими ознаками:

за цілями водокористування – господарсько-питне, комунально-побутове, промислове, сільськогосподарське, для потреб енергетики, для рибного господарства, для водного транспорту та лісосплаву, для лікувальних та курортних потреб тощо;

- за об'єктами водокористування – поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;
- за способом використання – з вилученням води та з її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води;
- за технічними умовами водокористування – із застосуванням технічних споруд, без застосування споруд.

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії.

До I категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До II категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

Вимоги щодо складу та властивостей води регламентуються в залежності від категорії водних об'єктів.

При водокористуванні має місце водоспоживання, яке може бути безповоротним, повторним, оборотним. З метою раціонального використання води запроваджено норми споживання води на одного мешканця та на умовну одиницю продукції, характерну для підприємств кожної з галузей промисловості. У районах з обмеженими водними ресурсами слід дотримуватися водогосподарського балансу, котрий передбачає порівняння водокористування з потенційними ресурсами водних басейнів.

За характером використання води системи водопостачання поділяються на прямоточні, послідовні, оборотні, підживлювальні.

Прямоточна вода використовується у виробничому процесі один раз, після чого скидається у водоймища або каналізацію.

Послідовно використовувана вода споживається в декількох технологічних процесах.

Оборотна вода використовується у виробництві багатократно, з періодичним або неперервним її очищенням. На добре обладнаних підприємствах показник ступеня оборотного та послідовного водопостачання складає 30÷90 %. При цьому слід враховувати і те, що спорудження водоворотних систем в 10 разів дешевше, ніж будівництво очисних установок відповідної потужності.

Навколо водозабору або іншого джерела водопостачання влаштовуються зони санітарної охорони, в котрих встановлюється особливий режим охорони вод від забруднення хімічними речовинами та

шкідливими біологічними організмами, а також стічними водами. Зона санітарної охорони поділяється на дві-три підзони.

Перша підзона – строгого режиму з огороженнями, а інколи і зі спеціальною охороною. Ця зона обсаджується лісовими насадженнями, тут забороняється будувати, випасати худобу, будь-який вид діяльності, котрий може зумовити забруднення води.

Друга підзона має обмеження за видами діяльності, що спричиняють забруднення, здатні проникнути у водозабір; у ній забороняється розташовувати склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ), тваринницькі ферми, застосовувати добрива.

Третя підзона – попереджувальна. У ній також обмежуються види діяльності, що викликають забруднення води.

Загальне водоспоживання підприємства визначається за формулою:

$$V_{заг} = V_{rn} + V_{вир} = \sum q_1 P_i + \sum q_2 N_i \quad (3.1)$$

де q_1, q_2 – питомі норми водоспоживання на господарські та виробничі потреби;

P_i – число працівників в зміні;

N_i – число споживачів у виробництві;

n – число груп працівників та обладнання.

Рівень використання водних ресурсів у промисловому виробництві, а також технічне оснащення споруд та застосовувані технології очищення стічних вод характеризуються такими коефіцієнтами:

1 . використання оборотної води в загальному об'ємі водокористування

$$K_{заг} = (V_{заг} / V_{заг} + V_{джер} + V_{сир}) * 100 \quad (3.2)$$

де $V_{заг}, V_{джер}, V_{сир}$ – кількість води, що використовується відповідно в обороті, що забирається з джерела та надходить з сировиною;

2 . безповоротного споживання та втрат свіжої води

$$K_{спож} = ((V_{заг} + V_{джер} + V_{сир} - V_{скид}) / (V_{джер} + V_{сир} + V_{пост} + V_{заг})) * 100 \quad (3.3)$$

де $V_{скид}V_{пост}$ – кількість води, що відповідно скидається у водойму та використовується повторно;

2. використання води, що забирається з джерела водопостачання

$$K_{спож} = (V_{дж} + V_{сир} - V_{скид} / V_{дж} + V_{сир}) \leq 1 \quad (3.4)$$

4 . водовідведення

$$K_{відв} = V_{скид} / (V_{дж} + V_{сир} + V_{ини}) * 100 \quad (3.5)$$

де $V_{ини}$ – кількість води, що надходить від інших споживачів;

5. нормативного навантаження забруднень стічних вод на водоймищі.

$$k_{оч} + k_{ин} = G_6 / G_3 + G_c / G_3 = 1 \quad (3.6)$$

де $k_{оч}$ – коефіцієнт очищення;

$k_{ин}$ – коефіцієнт нормального навантаження забруднень стічних вод на водойму;

G_6 – кількість забруднень, котрі підлягають видаленню із стічних вод

;

$$G_6 = G_3 - G_c \quad (3.7)$$

G_c – кількість забруднень, що допускається до скидання у водоймища (ГДС);

G_3 – кількість забруднюючих речовин у стічних водах

Водопостачання здійснюється з водогонів, котрі поділяються на питні та технічні. З міського водогону вода може використовуватися для господарсько-питних потреб та гасіння пожеж. Допускається до 15% виробничих потреб у воді задовольняти з міського водогону, решту потреби у воді слід покривати, використовуючи технічні водогон.

2.1 Джерела забруднення води

2.2 Речовини, які викликають порушення якості вод, називаються забруднюючими. Поряд з фізичними та хімічними забруднювачами, має місце теплове та мікробне забруднення води.

Стічні води котелень містять пом'якшувачі, продукти корозії. Наявність на поверхні води масел, нафти погіршує обмінні процеси, знижує вміст кисню у воді, що призводить до загибелі риб. 1л нафти забруднює до 12м² поверхні води водоймища. Якщо вміст нафтопродуктів складає понад 200мг/м³, порушується зоологічна рівновага водних об'єктів. Синтетичні поверхневі активні речовини згубно впливають на розвиток фітопланктону.

Свинець, ртуть, кадмій, нікель, цинк, марганець, потрапивши у воду, роблять її токсичною, що призводить не лише до загибелі зоопланктону, але й завдає шкоди здоров'ю людей. Стічні води гальванічних ділянок за вмістом металів перевищують ГДК в 2000÷5000 разів. Пестициди, що потрапляють у воду при обробці лісопосадок, садів, городів, негативно впливають на живі організми та людей, котрі споживають таку воду. Великої шкоди водним об'єктам завдає будівництво мостів та інших споруд на річках.

Господарсько-побутові стоки призводять до біологічного забруднення води, що може викликати кишково-шлункові захворювання (холера, тиф) та захворювання печінки (гепатит). Особливо небезпечні стани води пунктів санітарної обробки білизни та спецодягу, стоки від лікарень, побутові стоки, котрі, потрапивши у воду, можуть викликати різні глистові захворювання (аскаридоз, ехінокоз тощо). Органічні забруднення часто призводять до не передбачуваних процесів – зв'язування кисню у воді, загибелі живих організмів та фітопланктону. Надлишки фосфору та азоту у воді призводять до її цвітіння та порушення біологічної рівноваги у водоймах (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Наслідки споживання людиною забрудненої води

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
Біологічний		
	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, гастроентерит, лептоспіроз, туляремія

Пиття та їжа	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, дранкункульоз, гельмінтоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шестосоміазис, дерматит
Проживання або знаходження біля води	Черезкомах переносників	Малярія, жовталихоманка, соннахвороба, філярітоз
Хімічний		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки фтору	Ендемічний флюороз
	Миш'як	Інтоксикація
	Селен	Селеном, інтоксикація
	Свинець	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводи	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба
	Нікель	Алергія шкіри, руйнування роговиці ока
	Мідь	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

Радіоактивні речовини, потрапляючи у воду, викликають її іонізацію, що несприятливо впливає на розвиток живих організмів. Більш того, фітопланктон та риби здатні засвоювати велику кількість радіоактивних речовин та накопичувати їх у своєму організмі. Споживання такої риби небезпечно для здоров'я людей. Водні об'єкти з допустимим ступенем забруднення можуть використовуватися для всіх видів водокористування без обмежень, з помірним ступенем забруднення використовуються лише

для культурно-побутового водокористування, з високим ступенем забруднення – небезпечні для будь-якого виду водокористування.

Водні об'єкти з надзвичайно високим ступенем забруднення непридатні для всіх видів водокористування.

Ступінь екологічної безпеки водних об'єктів Реб може бути виражений формулою

$$P_{\text{еб}} = \sum P_{\text{ф}}(t) / \sum P_{\text{н}}(t) \leq 1 \quad (3.8)$$

де $P_{\text{ф}}$ – фактичне значення показників якості води;

$P_{\text{н}}$ – нормовані значення показників якості води.

2.2 Контроль якості води

Вода характеризується складом та властивостями, котрі визначають її придатність для конкретних видів водокористування. Оцінка якості води дається за ознаками, котрі вибираються та нормуються в залежності від виду водокористування. Один з показників води вважається лімітуючим. Лімітуючою вибирають ознаку, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді. Узагальнена числова оцінка якості води дається за індексом, котрий є сукупністю основних показників за видами водокористування. Якість, склад та властивості води у водоймах регламентуються гігієнічними вимогами та санітарними нормами.

Для гігієнічної оцінки води використовують такі показники:

- кількість завислих речовин;
- кількість плаваючих речовин;
- температура;
- водневий показник рН;
- мінеральний склад; розчинний кисень;
- біологічно повне споживання кисню (БПКповне);
- хімічноспоживаннякисню (ХСК);
- наявністьзбудниківзахворювань;
- кількість лактоз опозитивних кишкових паличок (ЛКП);
- кількість каліфагів у бляшкоутворюючих одиницях;

- наявність життєздатних яєць гельментів та найпростіших кишкових;

- кількість хімічних речовин

Таблиця 3.3 – Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	Категорії водокористування	
	Для господарсько-питного водопостачання	Для купання, спорту та відпочинку населення
Завислі речовини	Вміст завислих речовин не повинен збільшуватися більш ніж на:	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Плаваючі домішки	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел та скупчень інших домішок	
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивність більше 1 бала	
Колір	Не повинен виявлятися в стовпчику	
	20 см	10 см
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не має підвищуватися більше ніж на 3°C порівняно з середньомісячною	
Водневий показник рН	6,5	8,5
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм ³ , в тому числі хлоридів – 350 мг/дм ³ , сульфатів – 500 мг/дм ³	
Розчинний кисень	Не має бути менше як 4 мг/дм ³ у будь-який період року в пробі, взятій о 12 годині дня	
Збудники захворювань	Вода не має містити збудників захворювань	

Для санітарної оцінки води використовуються показники:

- гранично допустимі концентрації речовин у воді;
- орієнтовно допустимі рівні речовин у воді (ОДР);
- лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно-токсикологічний, загально-санітарний, органолептичний з розшифруванням його

властивостей: запаху, впливу на колір, утворення піни та плівки, надання присмаку);

Хімічні речовини у воді поділяються на класи небезпеки: I клас – надзвичайно небезпечні; II клас – високонебезпечні; III – небезпечні; IV клас – помірно небезпечні. Віднесення шкідливих речовин до класу небезпеки залежить від їхньої токсичності, кумулятивності, здатності викликати віддалені ефекти, від виду лімітуючого показника шкідливості (табл.3.4).

Таблиця 3.4 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування.

Назва речовин	Клас небезпечності	Гранично допустима концентрація, мг/л
Аміак (за азотом)	III	2,0
Активний хлор	III	Відсутня
Ацетон	III	2,2
Бензол	II	0,5
Кадмій	II	0,001
Кобальт	II	0,1
Марганець	III	0,1
Мідь	III	1,0
Нафтопродукти	IV	0,1
Нітрати	III	45,0
Ртуть	III	0,0005
Свинець	II	0,03
Скипидар	IV	0,2
Фенол	IV	0,001
Хром	III	0,05
Цинк	III	1,0
Нітрити	II	3,0

Крім державного контролю, стан води контролюється підприємствами, котрі використовують воду та скидають стоки у водоймища. Для цього на підприємствах при заводських або спеціальних лабораторіях створюються пости, обладнані необхідною апаратурою для проведення аналізів.

При проведенні контролю за станом вод та стоків використовуються фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи.

Фізичні методи використовуються для визначення прозорості, каламутності, кількості завислих часток та провідності води і стоків. Кількість завислих часток визначається за допомогою мембранних та паперових фільтрів, через котрі пропускаються проба об'ємом 100 – 500 мл. Прозорість, каламутність визначаються за допомогою приладів або органолептичним порівнянням зрізів.

Хімічні методи використовуються для визначення кислотності, лужності у воді металів, солей, органічних та синтетичних речовин.

Бактеріальний аналіз виконується за спеціальними методиками в лабораторіях санітарно-епідеміологічних станцій. Заслуговує на увагу контроль забрудненості за допомогою бактерій – біотестування. Деякі бактерії при появі забруднень починають світитися. Чим більше у воді токсичних речовин, тим сильніше світяться бактерії.

2.3 Способи очищення стічних вод

Попередження забруднення водних об'єктів стічними водами може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження скидання стічних вод у водойми без їхнього очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними методами, повторне використання стічних вод для технічних потреб та поливу, створення оборотних та замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на підприємствах у напрямку зменшення надходження забруднень у стоки, перехід на безвідходні технології, зменшення забруднень територій нафтопродуктами, котрі зі зливовими стоками можуть потрапляти до водойм.

Очищення стічних вод на підприємствах може здійснюватися за однією з таких схем:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;

- очищення стічних вод після їхнього забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;

- безперервне очищення промислових вод та розчинів на локальних очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони передаються на регенерацію, після регенерації повертаються в оборот та лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються та передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Способи очищення забруднених промислових вод можна об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, комплексні

Механічні способи очищення застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідро циклонів;
- усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв;
- фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше – шляхом пропускання їх через пісок;

- освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток та нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень, необхідного ступеня очищення.

Фізико-механічні способи очищення стоків та води базуються на флотації, мембранних методах очищення, азотропній відгонці.

Флоатація – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода – повітря, вода – тверда речовина). Процес очищення СПАР, нафтопродуктів, волокнистих матеріалів флоатацією полягає в утворенні системи “частинки забруднень – бульбашки повітря”, що спливає на поверхню та утилізується. За принципом дії флоатаційні установки класифікуються таким чином:

- флоатація з механічним диспергуванням повітря;
- флоатація з подачею повітря через пористі матеріали;
- електрофлоатація;
- біологічна флоатація;

Зворотний осмос(гіперфільтрація) – процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. При концентрації солей $2 \div 5$ г/л повинен бути тиск до 1 МПа, а при концентрації солей 10-30 г/л – близько 10 МПа.

Ультрафільтрація – мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий. Застосовується для очищення стічних вод від високомолекулярних речовин, завислих частинок та колоїдів.

Електродіаліз – процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, котрий здійснюється під впливом постійного електричного струму.

Електродіаліз застосовується для де мінералізації стічних вод. Основним обладнанням є електродіалізатори, що складаються з катіонітових та аніонітових мембран.

Хімічне очищення використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його

використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних ділень, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезинфекції води та її знебарвлення.

Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти та луги. Нейтралізація здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами, додавання до стічних вод реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо).

Кількість реагента для нейтралізації стічних вод

$$M_v = k * (100/B) * V_{ст} * m * C_k \quad (3.9)$$

де k – коефіцієнт запасу реагента;

B – кількість активної складової в стічній воді;

$V_{ст}$ – кількість стічних вод; m – витрата реагента для нейтралізації активних речовин;

C_k – концентрація кислоти та лугу.

Окислення застосовується для знезараження стічних вод від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфід), а також від органічних сполук. Окислювачами є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорід кальцію тощо.

Розглянемо фізико-хімічні методи.

Коагуляція – процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів. Для позитивно заряджених частинок коагулюючими іонами є аніони, а для негативно заряджених – катіони. Коагулянтами є вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчанокислого кальцію, вуглекислого газу тощо. Коагулюючі здатність солей тривалентних металів в десятки раз вища, ніж двовалентних і в тисячу разів більша, ніж одновалентних.

Флокуляція – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів.

Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліакрилати, поліетилен аміни тощо).

Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти та флокулянти, наприклад, сірчаноокислий алюміній та поліакриламід ППА. Коагуляція та флокуляція здійснюються у спеціальних ємностях та камерах.

При очищенні води використовується і електрокоагуляція – процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

Сорбція – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золю, дрібним коксом, торфом, силікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежить від структури пор, їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м³).

Пристрої для вилучення зі стічних вод або розчинів за цим методом виготовляють у вигляді фільтрів.

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція.

При абсорбції поглинання забруднень здійснюється всією масою (об'єму) абсорбованої речовини.

При адсорбції поглинання забруднювачів відбувається тільки поверхнею адсорбента за рахунок молекулярних сил двох тіл, що взаємодіють.

При хемосорбції поглинання забруднювачів сорбентом відбувається з утворенням на поверхні розподілу нового компонента або фази.

Вибір сорбента визначається характером та властивостями забруднень. Процес очищення стоків різними видами сорбентів здійснюється в спеціальних колонах, заповнених сорбентами.

Екстракція – вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів, котрі повинні мати такі властивості: високу екстрагуючу здатність, селективність, малу розчинність у воді, мати густину, що відрізняється від густини води, невелику питому теплоту випаровування, малу теплоємність, бути вибухобезпечними та нетоксичними, мати невелику вартість.

Екстрагування речовин зі стічних вод здійснюється одним з методів: перехреснопотоковим, ступінчастопротивопотоковим, неперервнопротивопотоковим. Об'єм екстрагента, необхідного для екстракції

$$V_e = m_e n V_{ст} \quad (3.10)$$

де m_e – питома вага екстрагента для однієї екстракції;

n – число екстракцій;

$V_{ст}$ – кількість стічних вод, що підлягають екстракції.

Цей спосіб використовується для вилучення зі стічних вод фенола.

Іонний обмін базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді, ПАР за рахунок обміну іонами між домішками та іонами (іонообмінними смолами) на поверхні розподілу фаз “розчин – смола”. За знаком заряду іоніти поділяються на катіоніти та аніоніти, котрі мають відповідно кислі та лужні властивості. Іоніти можуть бути природними та синтетичними. Практично застосовуються природні іоніти типу алюмосилікатів, гідроокислів та солей багатовалентних металів, іоніти з вугілля та целюлози та різноманітні синтетичні іонообмінні смоли.

Основною властивістю іонітів є їхня поглинальна здатність – обмінна ємність (кількість грам-еквівалентів у стічній воді, що поглинається 1 м³ іоніту до повного насичення).

Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у стічних водах можуть знаходитись різноманітні віруси та бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, цитопатогенний вірус, аденовірус, віруси, що викликають захворювання очей). Тому з метою запобігання

захворюванням стічні води перед повторним використанням для побутових потреб підлягають **біологічному очищенню**.

Стерилізація води здійснюється шляхом нагрівання, хлорування, озонування, обробки ультрафіолетовими променями, біообробки, електролізу срібла, коли анодом є срібний електрод, а катодом – вугілля. Іони срібла мають бактерицидну дію. Для стерилізації 20 м³ потрібно виділити з анода 1 г срібла.

Другий метод електролізної обробки води полягає в додаванні до води кухонної солі, котра при пропусканні струму розкладається, виділяючи вільний хлор.

Біологічне очищення здійснюється в біофільтрах, в аеротенках, в окислювальних каналах, в біотенках, в аеротенках із заповнювачами.

Біологічне очищення може здійснюватися і в природних умовах на полях зрошення, полях фільтрації, у біологічних водоймах.

Залежно від мікроорганізмів, котрі беруть участь у руйнуванні органічних речовин, розрізняють аеробне (окислювальне) та анаеробне (відновлювальне) біологічне очищення стічних вод.

У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення, котрі базуються на механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних способах та пристроях для вилучення забруднень.

Ключові питання

1. Основні хімічні та фізичні властивості води.
2. Яка різниця між дистильованою і питною водами?
3. На які потреби використовується вода?
4. Джерела забруднення води.
5. Складові показники якості води.
6. Які речовини найнебезпечніші для води (по ГДК)?
7. Способи очищення стічних вод.
8. Як працює гідроциклон?
9. Що таке аеротенк і біофільтр?

Самостійне завдання

1. Для успішного виконання та захисту практичної роботи студенту потрібно вивчити літературу [1,2,3,4]
2. На основі літератури зробити малюнки систем очищення води.
3. Підготуватися до дискусії на тему : «Вода – основа життя».

Завдання для практичної роботи

1. Ознайомитись з конструкцією і принципом дії систем і знаряддям очищення води
2. Зробити класифікацію причин і речовин – забруднювачів води.
3. Ознайомитись з будовою та принципом дії різних систем очищення води. Вибрати дві найкращі системи і зробити порівняння (пункт 2 домашнього завдання).
4. Розрахувати водоспоживання підприємств та втрати води. (за даними кафедри)

Практична робота № 4

ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА ЩОДО ВПЛИВУ СЕЙСМІЧНИХ ХВИЛЬ ЗЕМЛЕТРУСУ

Мета роботи: Вивчити природу землетрусів, характер і наслідки впливу сейсмічних хвиль на інженерно-технічний комплекс споруд та набути практичних навичок щодо оцінювання стійкості об'єкта в умовах дії землетрусу (вибуху).

План

1. Характер дії сейсмічних хвиль землетрусу
2. Методика оцінювання стійкості об'єкту до дії сейсмічних хвиль землетрусу

Теоретичні відомості

1 . Ключові положення

Характер дії сейсмічних хвиль землетрусу (ударної хвилі вибуху) на будівлі, споруди, технологічне устаткування і комунально-енергетичні мережі (КЕМ)

За землетрусу з обмеженої області під поверхнею землі виникають пружні коливання - сейсмічні хвилі.

Землетруси - це підземні поштовхи й коливання земної поверхні, які виникають внаслідок раптових зсувів та розривів у земній корі чи то верхній частині мантиї і передаються на великі відстані у вигляді пружних коливань.

Вони відбуваються у вигляді поштовхів, які включають *форшоки*, *головний поштовх* та *афтершоки*. Кількість поштовхів і проміжки часу поміж ними можуть бути найрізноманітнішими. Головний поштовх характеризується найбільшою потужністю. Тривалість головного поштовху зазвичай становить кілька секунд, але суб'єктивно людьми сприймається як надто довга.

За даними психіатрів та психологів, котрі вивчали землетруси, афтершоки іноді справляють важчий психічний вплив, ніж головний

поштовх. У людей під впливом афтершоків виникало відчуття невідворотності біди, і вони, скуті страхом, ставали бездіяльними, замість того щоб шукати безпечне місце й захищатися.

Епіцентр землетрусу - цевний об'єм у товщі Землі, в межах якого відбувається вивільнювання енергії. **Центр епіцентру** - умовне місце, яке називається гіпоцентром, або фокусом.

Проекція гіпоцентра на поверхню Землі називається епіцентром. Навколо епіцентра відбуваються найбільші руйнування.

Щорічно реєструють на земній кулі сотні тисяч землетрусів. Проте більшість з них слабка й людиною не відчувається. Потужність землетрусів оцінюють за інтенсивністю руйнувань на поверхні Землі.

Магнітуда землетрусів - умовна величина, яка характеризує загальну енергію пружних коливань, спричинених землетрусом. Магнітуда пропорційна до логарифма енергії землетрусів і дозволяє порівнювати джерела коливання за їхньою енергією.

Землетруси трапляються на земній поверхні нерівномірно. Аналіз сейсмічних, географічних даних дозволяє окреслити ті області, де слід очікувати на землетрус у майбутньому, й оцінити можливу їхню інтенсивність. У цьому полягає суть сейсмічного районування. Карта сейсмічного районування - це офіційний документ, яким повинні керуватися організації, які проектують і планують господарську діяльність.

Ще не розв'язано проблему прогнозування, тобто визначання часу майбутнього землетрусу. Основний шлях до розв'язку цієї проблеми - реєстрування «передвісників» землетрусу: слабких попередніх поштовхів (форшоків), деформації земної поверхні, змінювання параметрів геофізичних полів. Знання часових координат потенційного землетрусу багато в чому визначає ефективність заходів щодо захисту під час землетрусів.

У районах, схильних до землетрусів, здійснюється сейсмостійке, або антисейсмічне будівництво. Це означає, що при проектуванні й будівництві враховуються можливі впливи на будівлі та споруди сейсмічних сил.

Вимоги до об'єктів, що будуються в сейсмічних районах, встановлено в будівельних нормах і правилах (СНіП И-А.12-69) та інших документах. За прийнятою 12-бальною шкалою небезпечними для будівель та споруд вважаються землетруси з інтенсивністю в 7 балів і більш. Будівництво в районах з сейсмічністю, яка перевищує 9 балів, є неекономічне. Тому в правилах і нормах вказівки обмежено районами 7-9-бальної сейсмічності.

Забезпечення повного збереження будівель під час землетрусів зазвичай вимагає великих витрат на антисейсмічні заходи, а в деяких випадках практично нездійсненне. Враховуючи, що сильні землетруси відбуваються рідко, норми допускають можливість ушкодження елементів, котрі не становлять загрозу для життя людей.

Проблема захисту від землетрусів стоїть дуже гостро. Розрізняють дві групи антисейсмічних заходів:

- попереджувальні, профілактичні заходи, здійснювані до можливого землетрусу (вивчення природи землетрусів, розкривання його механізмів, ідентифікування передвісників, розроблення методів прогнозування);
- заходи, здійснювані безпосередньо перед, під час та після землетрусу.

Дослідження природи землетрусів допомагають розробити методи запобігання й прогнозування цього небезпечного явища. Дуже важливо обирати місця для розташування населених пунктів та підприємств з урахуванням сейсмостійкості району. Віддаленість від осередка землетрусу - кращий засіб при розв'язуванні питань безпеки при землетрусах. Якщо будівництво все-одно доводиться провадити в сейсмонебезпечних районах, то слід враховувати вимоги відповідних правил і норм (СНіПів), котрі зводяться переважно до посилювання конструкції будівель і споруд.

Сейсмічні хвилі - це, за суттю, низькочастотні акустичні хвилі в твердій пружній землі. Вони викликають стискання, зрушування і змішування частинок земної кори, викликаючи руйнування на поверхні землі й загибель людей. Руйнівні дії землетрусу схарактеризовуються дванадцятибальною шкалою інтенсивної дії сейсмічних хвиль (додаток А).

Руйнування прийнято поділяти на суцільні, сильні, середні та слабкі.

Суцільні руйнування. У будівлях і спорудах зруйновано всі основні несучі конструкції й обрушено перекриття. Відновлення неможливе. Устаткування, засоби механізації й техніка відновляння не підлягають. На КЕМ спостерігаються розриви кабелів, руйнування значних ділянок трубопроводів, опор повітряних ліній електропередач тощо.

Сильні руйнування. У будівлях та спорудах спостерігаються значні деформування несучих конструкцій, зруйновано велику площу перекриттів та стін. Відновлення будівель і споруд можливе, але недоцільне, бо практично зводиться до нового будівництва з використанням деяких конструкцій, що збереглися. Устаткування й механізми переважно зруйновано і значно деформовано. На КЕМ наявні розриви і деформування на окремих ділянках підземних мереж, деформування опор повітряних електропередач і зв'язку.

Середні руйнування. В будівлях та спорудах зруйновано переважно несучі, другорядні конструкції (легкі стіни, перегородки, дахи, вікна, двері). Можливі тріщини в зовнішніх стінах. Перекриття й підвали не зруйновано. Деформовано окремі вузли устаткування й техніки. Техніка вийшла з ладу і потребує капітального ремонту. На КЕМ деформовано та зруйновано окремі опори повітряних ліній електропередач, є розриви й ушкодження технологічних трубопроводів. Для відновлення об'єкта(елемента) потрібен капітальний ремонт, виконання якого можливе власними силами об'єкта.

Слабкі руйнування. У будівлях та спорудах зруйновано частину внутрішніх перегородок, заповнення дверних та віконних отворів. Устаткування має незначні деформування другорядних елементів. На КЕМ є незначні руйнування і полумки конструктивних елементів. Для відновлення об'єкта (елемента) потрібен дрібний ремонт.

Ступінь руйнування конкретного типу будівлі, споруди чи устаткування при дії сейсмічних (ударних) хвиль визначається переважно інтенсивністю коливання земної кори J балів (надмірним тиском, ΔPa , кПа).

Ступені руйнування різних об'єктів за різної інтенсивності коливання

земної кори (надмірному тиску) наведено в додатку Б.

Зазначені в додатку Б мінімальні і максимальні значення інтенсивного коливання земної кори (надмірного тиску), котрі спричиняють той чи інший ступінь руйнування, враховують можливі відмінності в конструкції будівель, споруд та інші чинники.

Землетруси (вибухи) можуть супроводжуватися вторинними чинниками ураження: пожежами, вибухами, обвалами, зараженням місцевості радіоактивними і сильнодіючими отруйними речовинами та низкою інших чинників.

2. Методика оцінювання стійкості об'єкту до дії сейсмічних хвиль землетрусу(ударної хвилі вибуху)

За критерій стійкості об'єкта до дії сейсмічних хвиль (ударної хвилі) приймається значення інтенсивного коливання земної кори (надмірного тиску), за якого інженерно-технічний комплекс об'єкта зберігається чи одержує середні і слабкі руйнування. Це значення інтенсивного коливання земної кори (надмірного тиску) прийнято вважати за межу стійкості об'єкта до сейсмічних хвиль (ударної хвилі), $J_{lim} (\Delta P_{f_{lim}})$

Оцінювання стійкості об'єкта до дії сейсмічних хвиль (ударної хвилі) зводиться до визначення $J_{lim} (\Delta P_{lim})$

Для оцінювання потрібні такі вихідні дані:

- прогнозована максимальна величина інтенсивного коливання земної кори (надмірного тиску);

- характеристика об'єкта та його елементів.

Методику оцінювання стійкості об'єкта до дії сейсмічних хвиль землетрусу розглянемо на прикладі оцінювання стійкості одного з основних цехів промислового об'єкта.

Приклад. Оцінити стійкість складального цеху машинобудівного заводу (МБЗ) до дії сейсмічних хвиль землетрусу.

Вихідні дані (варіант 1, додаток В).

Розв'язок

1. Виявляємо основні елементи в конструкціях будівлі, технологічного устаткування та КЕМ складального цеху, від яких залежить його виробнича діяльність.

Вивчаючи будівельно-технічну і технологічну документацію (вихідні дані), встановлюємо, що основними елементами є: будівля, перекриття, устаткування крана, середні верстати, стрічковий конвеєр на залізобетонній естакаді, повітропроводи на металевій естакаді, кабельна наземна та освітлювальна електричні мережі.

2. Визначаємо для кожного основного елемента цеху величини інтенсивного коливання земної кори, яке спричинюють слабкі, середні, сильні і суцільні руйнування за додатком Б. *Наприклад*, будівля цеху із зазначеними характеристиками дістане слабкі руйнувань за 5 та 6 балів, середніх - за $6 \div 7$, сильні - за $7 \div 7,5$ і суцільні - за $7,5 \div 8$ балів. В аналогічний спосіб визначаємо ступені руйнування для решти елементів. Віднайдені величини інтенсивного коливання земної кори за всіма основними елементами відбиваємо умовними знаками за шкалою інтенсивності (дод.А).

3. Визначаємо межу стійкості кожного основного елемента цеху. За межустійкості елемента приймається величина інтенсивного коливання земної кори, яка перебуває на межі слабких і середніх руйнувань. Так, будівля цеху має межу стійкості 6 балів, стрічковий конвеєр - 2 бали і т.д.

4. Визначаємо межу стійкості цеху за мінімальної межі стійкості вхідних до його складу елементів. Зіставляючи межі стійкості всіх елементів цеху (див додаток Б), визначаємо, що межа стійкості складального цеху J_{lim} дорівнює двом балам.

5. Аналізуємо результати оцінювання, робимо висновки і окреслюємо заходи щодо підвищення стійкості цеху до дії сейсмічних хвиль землетрусу:

- збірний цех може опинитися біля межі зон середніх та слабких руйнувань осередка землетрусу з імовірним максимальним значенням інтенсивного

коливання земної кори $J_{max} = 7$ балів, межа стійкості цеху $J_{lim} = 2$ бали, тобто $J_{lim} < J_{max}$, отже, цех є нестійкий до сейсмічних хвиль;

-найслабкішими елементами є: стрічковий конвеєр, контрольно-вимірювальна апаратура і середні верстати;

-оскільки очікувана на об'єкті максимальна інтенсивність сейсмічних хвиль становить 7 балів, а межа стійкості більшості елементів цеху є менша за 7 балів, тодоцільно підвищити межу стійкості цеху до 7 балів.

Для підвищення стійкості складального цеху необхідно: підвищити стійкість будівлі цеху за рахунок добудови додаткових рамних конструкцій; середні верстати, конвеєр, контрольно вимірювальну апаратуру (КВА) закрити захисними кожухами. Результати оцінювання стійкості складального цеху МБЗ до дії сейсмічних хвиль землетрусу заносимо до табл. 4.1, п.п. 1-6.

Таблиця 4.1. Результати оцінювання стійкості складального цеху МБЗ

Елементи цеху та їхня коротка характеристика	Ступінь руйнувань, в балах									J _{lim} елементів, в балах	J _{lim} цеху, в балах
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<u>Будівля</u> одноповерхова з металевим каркасом і бетонним заповненням перекриття на залізо-бетонних плитах					...	^^^	---	***	***	6	
							...	^^^	---	8	
<u>Технологічне устаткування</u> крани і устаткування крана середні верстати стрічковий конвеєр КВА					...	^^^	---	^^^	---	8	2
	...	^^^	---	---	---	***	***	***	***	6,5	
	...	^^^	^^^	^^^	---	***	***	***	***	2 3	
<u>КЕМ</u> трубопроводи на металевій естакаді кабельна наземна електромережа відкрита освітлювальна електромережа							^^^	---	---	7	
			^^^	---	***	7	
					...	^^^	---	***	***	6	

Умовні позначення ступенів руйнування: слабкі ..., середні ^^^, сильні ---, суцільні ***.

Ключові запитання

1. Причини виникнення землетрусу.
2. Характер дії сейсмічних хвиль землетрусу на інженерно-технічний комплекс об'єкта.
3. Ступені руйнувань та їхня характеристика.
4. Що таке стійкість об'єкта і від яких чинників вона залежить?
5. Критерій стійкості об'єкта.
6. Основні заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єкта.
7. Мета проведення оцінювання стійкості об'єкта.

Самостійне завдання

1. Для успішного виконання та захисту роботи студентів потрібно теоретично підготуватись за літературою [8,9,10,9] з характером дії сейсмічних хвиль землетрусу (ударної хвилі вибуху) на інженерно-технічний комплекс об'єкта, методами оцінювання та підвищення стійкості об'єкту.

2. Підготуватися до обговорення з ключових питань.

Завдання для практичної роботи

1. Оцінити (з відбиттям у звіті) стійкість заданого об'єкта до дії сейсмічних хвиль землетрусу (ударної хвилі) у такій послідовності:

- надати вихідні дані згідно з варіантом;
- виявити основні елементи об'єкта і надати їх коротку характеристику;
- визначити для кожного основного елемента об'єкта величини інтенсивного коливання земної кори, яке спричинює слабкі, середні, сильні і суцільні руйнування;
- визначити межі стійкості кожного основного елемента об'єкта;
- визначити межі стійкості об'єкта;
- проаналізувати результати оцінювання, навести висновки й надати необхідні пропозиції.

2. Здобуті розрахункові й оцінкові дані, висновки та пропозиції звести до таблиці і подати у звіті з практичної роботи, який здати викладачеві до завершення заняття.

Додаток А

Характеристика землетрусу (дванадцятибалова шкала)

Інтенсивність коливання земної кори, бали	Ступіні руйнувань	Очікувані наслідки
1-5	Слабкі	Незначні ушкодження окремих елементів будівель, споруд, устаткування, КЕМ. Окремі пожежі
6-8	Середні	Зберігаються коробки будівель та інших міцних конструкцій, несучі стіни, залізобетонні перекриття. Внутрішня частина будівель вигоряє. Устаткування, КЕМ дістають значних ушкоджень. Підземні КЕМ зберігаються. Окремі і суцільні пожежі
8-9	Сильні	Зберігається лише менша частина найміцніших конструкцій, будівель та споруд. Устаткування повністю виходить з ладу. Підземні КЕМ дістають слабких ушкоджень. Суцільні пожежі
10-12	Суцільні	Повне обвалення будівель і споруд. Суцільна катастрофа. Сильна зміна ландшафту місцевості

Додаток Б

Величини інтенсивного коливання земної кори в балах, характеризуючи ступеніруйнування елементів різних будівель, спорудпри землетрусах

№ п.п.	Найменування будівель, споруд, устаткування, комунально-енергетичних мереж	Ступінь руйнувань			
		слабкі	середні	сильні	суцільні
Виробничі будівлі та споруди					
1	Промислові будівлі із залізобетонним каркасом	6 - 7	7 - 7,5	7,5 - 8	8,5 - 9
2	Будівлі з легким металевим каркасом або без каркасної конструкції	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9
3	Бетонні, залізобетонні будівлі і будівлі антисейсмічної конструкції	5,5 - 6	9,5 - 10	10 - 10,5	11 - 12
4	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням.	5 - 6	6 - 7	7 - 7,5	7,5 - 8
5	Будівлі атомних і гідроелектростанцій антисейсмічної конструкції.	7,5	7,5-8,5	8,5-9	9-11

6	Теплові і атомні електростанції звичайної конструкції	5 - 6	6 - 7	7,5 - 8	8,5 - 9
7	Багатоповерхові цегляні (кам'яні) будівлі (три поверхи і більш)	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 7,5
8	Цегляні будівлі (один-два поверхи)	4 - 4,5	5,5 - 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8
9	Будівлі із збірного залізобетону	5 - 6	6 - 7	-	7 - 8
	Залізобетонні плити	7 - 8	9	-	-
Промислове устаткування і споруди					
1	Верстати важкі	6,5 - 7,5	7,5 - 9	9 - 9,5	-
2	Верстати середні	5 - 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8,5	-
3	Крани і устаткування крана	7 - 8	8 - 9	9 - 9,5	10
4	Підйомно-транспортне устаткування	6	8 - 8,5	8,5 - 9,5	9,5 - 10
5	Ковальсько-пресове устаткування	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12
6	Стрічкові конвеєри на залізобетонних естакадах	1 - 2	2 - 3	3 - 6	6 - 7,5
7	Мийні машини	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9
8	Електродвигуни всіх типів	5 - 7,5	8	8,5 - 9	9 - 10
9	Трансформатори до 1000 кВт	6 - 7	7 - 8	8 - 8,5	9,95
10	Контрольно-вимірвальна апаратура	1 - 3	3 - 6	5 - 6,5	7
11	Відкриті розподільні пристрої	5 - 6,5	6,5 - 7,5	-	-
12	Масляні вимикачі	5 - 6,5	6,5 - 7,5	-	-
13	Генератори на 100-300 кВт	7 - 7,5	8 - 8,5	-	-
Комунально-енергетичні споруди і мережі					
1	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	6 - 7	7 - 7,5	7,5 - 8	-
2	КЕМ (водопровід, каналізація, газопровід) заглиблені	9 - 11	11 - 12	-	-
3	Кабельні наземні лінії	3 - 7	7 - 8	8 - 9	9,5
4	Повітряні лінії високої напруги	6,5 - 7	7 - 8	8 - 8,5	8,5 - 9
5	Повітряні лінії низької напруги	6 - 8,5	8,5 - 10	10 - 11	11 - 12
6	Розподільвальні пристрої й допоміжні споруди електростанцій	7 - 7,5	7,5 - 9	9 - 10	11

7	Електромережі і арматура до них, прокладені і встановлені усередині приміщень	Визначається з урахуванням ступеня руйнування будівель і споруд
---	---	---

Примітка: довідкові дані складено за матеріалами інституту сейсмології Казахстану з наступного співвідношення:

Надмірний тиск вибуху $\Delta P \delta, \text{кПа}$	Інтенсивність коливання земної кори, J, в балах
До 20	6
20-30	7
30-50	8
50 і більше	9

Додаток В

Початкові дані для розрахунків

Варіант	Найменування об'єкта	Будівля об'єкта	Технологічне устаткування	Комунально-енергетичні мережі (КЕМ)	J, в балах
1	Складальний цех	Одноповерхове з металевим каркасом і бетонним заповненням, перекриття із залізобетонних плит	Крани і устаткування крана, середні верстати, стрічковий конвейер на залізобетонних естакадах, контрольно-вимірювальна апаратура (КВА)	Трубопроводи на металевих естакадах; кабельна наземна і відкрита освітлювальна електромережі	7
2		Те саме	Те саме	Те саме	7,5
3		Залізобетонний каркас	Крани і устаткування крана; важкі верстати, електродвигуни всіх типів, КВА; мийні машини	КЕМ (водопровід, каналізація, газопровід), заглиблені електромережі і арматура до них; кабельна наземна лінія	8
4		Те саме	Те саме	Те саме	7,5
5	Механічний цех	триповерхова цегляна	Середні верстати; стрічковий конвейер на з.б. естакадах; підйомнотранспортне устаткування; КВА	Повітряні лінії низької напруги: кабельна наземна лінія, заглиблений водопровід	5
6		Те саме	Те саме	Те саме	6

7		Зі збірного залізобетону	Важкі верстати; підйомно-транспортне устаткування, відкриті розподільні пристрої, електродвигуни	Те саме	7
8		Те саме	Те саме	Те саме	6
9	Ковальський цех	Бетонне перекриття із залізобетонних плит	Крани і устаткування крана; ковальсько-пресове устаткування, електродвигуни всіх типів	Те саме	6,5
10		Те саме	Те саме	Те саме	8
11		Те саме	Те саме	Те саме	7
12	Шліфувальний цех	двоповерхова, цегляна	Важкі і середні верстати; електродвигуни всіх типів; відкриті розподільвальні пристрої	Повітряні лінії низької напруги; кабельна наземна лінія, водопровід та каналізація заглиблені	5,5
13		Те саме	Те саме	Те саме	6
14		Те саме	Те саме	Те саме	4
15		Те саме	Те саме	Те саме	6,5
16	Теплова електрична станція	Будівля звичайної конструкції	Трансформатори до 1000 кВт; масляні вимикачі; генератори на 100-300 кВт; КВА.	Повітряні лінії високої напруги; розподільні пристрої і допоміжні споруди	5
17		Те саме	Те саме	Те саме	6
18		Те саме	Те саме	Те саме	7
19		Те саме	Те саме	Те саме	4
20	Атомна електростанція	Будівля антисейсмічної конструкції.	Те саме	Те саме	7,5
21		Те саме	Те саме	Те саме	8
22		Те саме	Те саме	Те саме	6,5
23		Будівля звичайної конструкції	Підйомно-транспортне устаткування; інше згідно з варіантом 16	Те саме	4
24		Те саме	Те саме	Те саме	5

Практична робота № 5

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА ДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Мета роботи : Мета роботи - набути практичних навичок в оцінюванні стійкості об'єкта щодо пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій (НС).

План

1. Горіння та пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів
 - 1.1 Пожежо- і вибухо- небезпечний пил
 - 1.2 Самозаймання речовин
2. Протипожежні вимоги щодо будинків і споруд
 - 2.1 Пожежна профілактика електрообладнання
- 3 . Чинники, які впливають на пожежну небезпеку об'єкта в надзвичайних ситуаціях

Теоретичні відомості

1. Ключові положення

Горіння та пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів

Горіння - це процес окислення, який супроводжується інтенсивним виділенням тепла та променевої енергії.

Горіння виникає, коли є пальна речовина, окислювач та джерело запалювання. Окислювачами можуть бути кисень повітря, бертолетова сіль, пероксид натрію, азотна кислота, хлор, фтор, бром, окисли азоту тощо

Горіння може бути повним і неповним. Повне - за достатньої чи надлишкової кількості окислювача; за такого горіння виділяються токсичні речовини. Неповне - відбувається за недостатньої кількості окислювача. За неповного горіння утворюються продукти неповного згорання, серед яких є токсичні речовини (чадний газ, водень).

При горінні однорідних палих сумішей виникає кінетичне горіння, швидкість поширення якого залежить від швидкості передавання теплової

енергії в суміші і може сягати сотень метрів на секунду й супроводжуватись вибухом.

Вибух - швидке перетворювання речовин (вибухове горіння), супроводжуване виділенням енергії та утворенням ударної хвилі. Ударна хвиля поширюється перед фронтом полум'я зі швидкістю звуку - 330 м/с.

Пожежовибухонебезпечність виробництв визначається агрегатним станом речовин та матеріалів та їхніми показниками пожежовибухонебезпечності. Показники пожежовибухонебезпечності: група займистості, температура займання, температура спалаху, температура самозаймання, нижня та верхня концентраційні межі запалювання, умови теплового самозаймання тощо.

Займистість - це здатність речовини або матеріалу до горіння. Займання - це початок горіння під впливом джерела запалювання. За займистістю речовини й матеріали поділяються на три групи:

- Займисті - речовини і матеріали, здатні самозайматися або займатися від джерела запалювання і самостійно горіти чи то тліти після його усунення. До них відносяться всі органічні речовини;
- Незаймисті - речовини і матеріали, не здатні до горіння у повітрі, від джерел запалювання не займаються, не тліють і не зуглюються; це неорганічні матеріали, метали тощо;
- Важкозаймисті - речовини і матеріали, які горять від джерела запалювання, але нездатні горіти після його усунення; це матеріали, які містять займисті та незаймисті складові.

Температура займання - це найнижча температура речовини, за якої вона виділяє пари з такою швидкістю, що після займання їх від джерела запалювання виникає стійке горіння.

Температура спалаху - це найнижча (в умовах спеціального дослідження) температура речовини, за якої над її поверхнею утворюються пари, здатні спалахувати у повітрі від джерела запалювання, але швидкість утворювання парів є недостатня задля подальшого горіння.

Займисті рідини є більш пожежонебезпечні, аніж тверді матеріали та речовини, тому що вони легко займаються, інтенсивніше горять і утворюють з повітрям вибухо- та пожежонебезпечні суміші й схарактеризовуються температурою спалаху, нижньою і верхньою межею поширювання полум'я.

За температурою спалаху розрізняють рідини:

- легкозаймисті (ЛЗР) - рідини з температурою спалаху до 61°C (в закритому тиглі) або до 66°C (у відкритому тиглі).
- займисті рідини (ЗР) - рідини з температурою спалаху понад 61°C (в закритому тиглі) або понад 66°C (у відкритому тиглі).

Ступінь пожежовибухонебезпечності займистих газів визначається також концентраційними межами поширювання полум'я.

Нижня концентраційна межа поширювання полум'я - це мінімальний вміст палива в середовищі, при якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалення.

Верхня концентраційна межа поширювання полум'я визначається максимальним вмістом палива в середовищі, вище за який суміш стає нездатною до поширювання полум'я. Всередині цих меж суміш спалима, а поза ними суміш не горить.

1.1 Пожежо- і вибухо- небезпечний пил

Залежно від значення нижньої межі поширювання полум'я пил поділяють на вибухо- і пожежонебезпечний. Пил, який складається з найменших частинок спалимих речовин, котрі перебувають у завислому стані (аерозоль) в межах від нижньої до верхньої концентраційної межі поширення полум'я є вибухонебезпечним. За ступенем вибухо- і пожежонебезпечності пил поділяють на дві групи і чотири класи.

Вибухонебезпечний пил (група А) - пил з нижньою межею поширювання полум'я до 65 г/м^3 .

Найбільш вибухонебезпечний пил (І клас) - пил з нижньою межею поширювання полум'я до 15 г/м^3 (пил сірки, каніфолі, нафталіну, сухого молока, торфу).

Вибухонебезпечний пил (II клас) - пил з нижньою концентраційною межею поширювання полум'я від 15 г/м^3 до 65 г/м^3 (пил кави, чаю, борошна, вугілля, сіна, гороху).

Пожежонебезпечний пил (група Б) - пил з нижньою межею поширювання полум'я понад 65 г/м^3 .

Найбільш пожежонебезпечний пил (III клас) - пил з температурою самозаймання до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ (пил тютюну).

Пожежонебезпечний пил (III клас) - пил з температурою самозаймання понад $250 \text{ }^\circ\text{C}$ (деревний та вугільний пил).

1.2 Самозаймання речовин

Самозаймання - явище різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій, які призводять до виникання горіння речовини за відсутності запалювання. Залежно від причин самозаймання буває хімічним, тепловим та мікробіологічним.

Хімічне самозаймання виникає внаслідок дії на речовину кисню повітря, води або взаємодії речовин. Наприклад, самозаймання забрудненого олією ганчір'я через окислювання олії повітрям з виділенням тепла або самозаймання водню під дією води на лужні метали.

Теплове - це самозаймання виникає внаслідок самонагрівання, яке виникло під дією зовнішнього нагріву речовини вище температури самонагрівання.

Мікробіологічне самозаймання виникає в органічних речовинах. За певної вологості й температури в органічних речовинах, торфі ініціюється життєдіяльність мікроорганізмів і утворюється павутинний глет (грибок). При цьому підвищується температура і змінюються форми мікроорганізмів, а за температури 75°C вони гинуть. Але за $60\div 70^\circ\text{C}$ відбувається окислювання і обвуглювання деяких легкозаймистих органічних сполук з утворенням дрібнопористого вугілля. Адсорбуючи кисень повітря, це вугілля нагрівається до температури розпаду і активного окислювання органічних речовин, що й призводить до займання.

2. Протипожежні вимоги щодо будинків і споруд

Виходячи з властивостей речовин і матеріалів, умов їхнього застосування та оброблення відповідно до ОНТП 24-86 «Визначення категорій приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою», приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій – А, Б, В, Г, Д.

До категорії А належать приміщення, де наявні займисті та легкозаймисті рідини з температурою спалаху, що не перевищує 28°C, а також речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем або одні з одними; при утворюванні вибухонебезпечних сумішей розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

До категорії Б належать приміщення, в яких є пил та волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалахування понад 28°C та займисті рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні та пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

До категорії В належать приміщення, де розміщено займисті та важкозаймисті рідини, тверді займисті та важкозаймисті речовини та матеріали (в тому числі пил та волокна), а також речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря та одні з одними лише горіти (за умови, що ці приміщення не належать до категорії А чи Б).

До категорії Г належать приміщення, в яких є незаймисті речовини та матеріали в гарячому, розпеченому чи розплавленому стані, а також займисті гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо; процес їхнього оброблення супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор та полум'я.

До категорії Д належать приміщення, в яких є незаймисті речовини та матеріали у холодному стані.

На збільшення інтенсивності пожежі у приміщеннях та спорудах значно впливає здатність окремих будівельних елементів чинити опір впливові тепла, тобто їхня вогнестійкість.

Вогнестійкість - здатність будівельних конструкцій чинити опір дії високої температури, утворюванню наскрізних тріщин та поширюванню вогню в умовах пожежі й виконувати при цьому власні звичайні експлуатаційні функції. Вогнестійкість конструкцій будівель характеризується межею вогнестійкості.

Межа вогнестійкості - це час, упродовж якого конструкція може витримати дію вогню, а потім вже розпочинається деформування, втрата несучої здатності (обвалювання). Мета вогнестійкості встановлюється дослідним шляхом. Всі будівлі та споруди за ступенем вогнестійкості, за СНіП 2.01.02-85, поділяють на п'ять ступенів (додаток В). Будинок може належати до того чи іншого ступеня вогнестійкості, якщо значення меж вогнестійкості та меж поширювання вогню усіх конструкцій не перевищує значень вимог СНіП 2.01.02-85.

2.1 Пожежна профілактика електрообладнання

Електрична енергія за певних умов легко переходить у теплову, і це може спричинити пожежі й вибухи. Пожежна небезпека електрообладнання, електронних приладів, радіоелектронної апаратури, апаратури керування, електроприймачів пов'язана з використанням займистих матеріалів: гуми, пластмас, лаків, олій.

Джерелами займання можуть бути електричні іскри, дуги, коротке замикання, струмові перевантаження, перегріті опірні поверхні, несправність обладнання. За окислювач зазвичай слугує кисень. Але потужність і тривалість дії цих джерел займання порівняно малі, тому горіння, як правило, не розвивається. Виникнення пожежі в електронних пристроях можливе, якщо використовуються займисті і важкозаймисті матеріали й вироби.

Кабельні лінії електроживлення виконано із займистого ізоляційного матеріалу, тому є найбільш пожежонебезпечними елементами в конструкціях електрообладнання.

Коротке замикання (КЗ)

Короткі замикання (КЗ) виникають внаслідок ушкодження ізоляції елементів обладнання, які проводять струм, та зовнішніх механічних ушкоджень в електричних дротах, монтажних дротах, обмотках двигунів та апаратів. Ізоляція елементів, які проводять струм, може ушкоджуватися за дії на неї високої температури або полум'я, інфрачервоного випромінювання, переходу напруги з первинної обмотки силового трансформатора на вторинну, за підвищених режимів навантаження (нагрівання до високих температур і, як наслідок, при охолодженні конденсування води) тощо.

Сила струму КЗ може становити від одиниць до сотень кілоамперів. Струми КЗ викликають термічну і електродинамічну дію і супроводжуються різким зниженням напруги в електромережі. Струми КЗ можуть спричиняти перегрівання елементів, що проводять струм, та розплавлення дротів (температура до 2000°C). Протікання провідником тривалого допустимого струму силою I пов'язано з виділенням тепла Q , Дж, і кількісно визначається законом Ленца-Джоуля:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (5.1)$$

де I – сила тривалого припустимого струму, А;

R – активний опір, Ом ;

τ - час, с.

Час проходження струму КЗ не перевищує кількох секунд чи навіть долі секунди і залежить від дії апаратів захисту (плавких запобіжників, автоматичних вимикачів тощо). При проходженні струму КЗ, сила якого перевищує допустимий струм, температура нагріву дроту різко підвищується і може сягати небезпечних значень. Відомо, що два провідники, якими проходить електричний струм, взаємодіють один з одним. Напрямок сили взаємодії визначається напрямком струму в провідниках. За однакового напрямку струму електродинамічні сили притягують провідники, за різних - відштовхують. При КЗ в мережі

можуть виникати струми, котрі в десятки й сотні разів перевищують номінальні, тому електродинамічні сили намагаються деформувати провідники й ізолюючі елементи, на яких вони кріпляться. КЗ супроводжується різким зниженням напруги в електромережах. Внаслідок цього виникає частковий або повний розлад в електропостачанні споживачів.

Профілактика КЗ передбачає такі заходи:

- правильний вибір, монтаж і експлуатація електричних мереж, електрообладнання;
- правильний вибір конструкцій, електрообладнання, способу встановлення і класу ізоляції (опір ізоляції, згідно з ПУЕ, 500 кОм);
- електричний захист електричних мереж, електрообладнання (швидкодіючі реле, автоматичні вимикачі, запобіжники).

Перевантажування

При проходженні струму провідниками виділяється тепло, яке нагріває їх до температур, за яких посилюються окислювальні процеси, на дротах утворюються оксиди, які мають високий опір, збільшується опір контакту й, відповідно, кількість тепла, що виділяється. А це спричинює старіння або руйнування ізоляції. Наслідком цього може бути електричний пробій ізоляції та ушкодження пристрою, а за наявності займистої ізоляції і пожежо- та вибухонебезпечного середовища - пожежа або вибух. Оскільки кожний провідник розраховано на певний струм, то збільшення його може призвести до перевантаження.

Перевантаження може статися через помилковий розрахунок при проектуванні мереж і схем (занижений переріз дротів, перевантаження радіоелементів, додаткове вмикання пристроїв до джерел живлення на які їх не розраховано), пониження напруги в мережі.

Профілактика пожеж від перевантажень:

- при проектуванні необхідно правильно обирати переріз провідників мереж і схеми з допустимою густиною струму, щоб $I_{\text{доп}} \geq I_p$
- в процесі експлуатації електричних мереж не можна додатково вмикати електроприймачі, якщо мережу на це не розраховано;
- для захисту електрообладнання від струмів перевантаження найбільш ефективні є автоматичні й електронні схеми захисту, вимикачі, теплові реле та плавкі запобіжники.

Перехідні опори

Причиною пожежі та аварій можуть стати великі перехідні опори, які виникають в місцях з'єднань та розгалужень провідників, в контактах пристроїв або на клеммах, якщо ці з'єднання здійснено неправильно або покрито іржею.

При проходженні струму навантаження в такому контактному з'єднанні виділяється певна кількість тепла, пропорційна до квадратного струму й опору точок дійсного дотику. Вона може бути настільки велика, що місця перехідних опорів сильно нагріваються. Якщо контакти торкатимуться спалимих матеріалів, то ці матеріали можуть зайнятися, якщо ж є вибухонебезпечна суміш газів, - станеться вибух.

Профілактика пожеж від перехідних опорів:

- для збільшення площі дійсного дотику контактів слід використовувати пружні контакти або спеціальні сталеві пружини;
- для відведення тепла від точок дотику та його ання необхідно виготовляти контакти певної маси і поверхні охолодження;
- всі контактні з'єднання повинні бути доступні для огляду.

Головним засобом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильні вибір та експлуатація обладнання у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях і виробництвах. Згідно з ПУЕ, приміщення (цехи, дільниці тощо) поділяються на пожежонебезпечні (П-I, П-II, П-IIa, П-III) й вибухонебезпечні (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa) зони.

Пожежонебезпечна зона - це простір, де можуть перебувати займісті речовини, як за нормального технологічного процесу, так і за можливих його порушень.

Вибухонебезпечна зона - це простір, в якому є або можуть з'явитися вибухонебезпечні суміші.

За ступенем пожежної небезпеки пожежонебезпечні приміщення поділяються на такі класи:

П-I - приміщення, в яких використовуються або зберігаються тверді займісті рідини з температурою спалахування парів понад 61°C (склади мінеральних мастил, насосні станції спалимих рідин).

П-II - приміщення, в яких виділяється займістий пил чи волокна з нижньою концентраційною межею займання більш, ніж 65 г/м^3 до об'єму повітря, які не можуть утворювати вибухонебезпечні суміші (деревобробні цехи, малозапилювані цехи, млини).

П-IIIa - приміщення, в яких утворюються тверді займісті матеріали без виділення пилу й волокон (склади паперу, цехи зберігання меблів).

П-III - зовнішні установки, в яких використовуються займісті рідини з температурою спалахування понад 61°C або тверді займісті речовини (склади палива й деревини).

Вибухонебезпечні установки та приміщення поділяються на такі класи:

- за газом - В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг;
- за пилом - В-II, В-IIIa.

В-I - приміщення, в яких виділяються займісті гази або пари легкозаймистих речовин в такій кількості і мають такі властивості, що можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші за нормальних умов роботи (постійно є вибухонебезпечна концентрація – завантаження - розвантаження технологічних апаратів, зберігання або переливання легкозаймистих речовин).

В-Ia та **В-IIIa** - приміщення, в яких вибухонебезпечні суміші утворюються внаслідок аварії або несправності апаратів, установок, а за

нормальних умов роботи технологічного обладнання вибухонебезпечні суміші не утворюються.

В-Іб - приміщення характеризуються такими ж показниками, як і в В-Іа, але мають такі особливості:

- займисті гази мають високу нижню границю вибуховості (15% і більше і різкий запах за гранично допустимих концентрацій);
- може мати місце локальна вибухонебезпечна концентрація;
- займисті гази легкозаймистих речовин знаходяться в таких кількостях, які в приміщенні не створюють загальної вибухонебезпечної концентрації, робота з ними провадиться без використання відкритого вогню. Ці приміщення відносять до вибухонебезпечних за умови, що робота виконується у витяжних шафах або під витяжною парасолею).

В-Іг - зовнішні установки, в яких містяться вибухонебезпечні пари, гази й легкозаймисті речовини (сховища легкозаймистих речовин).

В-ІІ - приміщення, в яких виділяється пил, який переходить до завислого стану, що здатний утворювати з повітрям та іншими окислювачами вибухові системи за нормальних нетривалих режимів роботи технологічних апаратів та обладнання.

3 . Чинники, які впливають на пожежну безпеку об'єкта в надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека - такий стан об'єкта, за якого створюються можливості виникнення пожежі та її наслідків.

Неконтрольоване горіння, котре завдає матеріального збитку, називається пожежею. Джерелами запалювання можуть бути полум'я, іскри, розжарені поверхні устаткування та предметів, удар, тертя, світлове випромінювання, теплота теплохімічних реакцій тощо. Джерело запалювання характеризується температурою і часом дії.

Основними причинами виникнення пожежі на об'єктах за умов надзвичайних ситуацій є:

- руйнування котельних, трубопроводів з легкозаймистими паливними рідинами (ЛЗПР) або вибухонебезпечними рідинами й газами;
- коротке замикання електропроводки в пошкоджених і частково зруйнованих будівлях, спорудах, установках і пристроях;
- вибухи і спалахи деяких речовин і матеріалів (ацетон, цинк тощо);
- ураження блискавкою;
- порушення правил експлуатації технологічного устаткування;
- інші причини.

На виникнення й поширювання пожеж впливають наступні чинники:

- пожежна небезпека виробництва;
- вогнестійкість будівель і споруд;
- щільність забудови об'єкту;
- метеорологічні умови.

Оцінювання стійкості об'єкта з погляду пожежної безпеки в умовах надзвичайної ситуації

За показник стійкості об'єкта до дії вогню приймається мінімальне значення температури запалювання (енергії запалення, світлового імпульсу), за якого може статися спалах матеріалів (речовин) або конструкцій, будівель та споруд від джерел запалення, внаслідок чого виникне стійке горіння, котре призводить до пожежі на об'єкті.

Мінімальне значення температури запалювання (енергії запалення, світлового імпульсу) прийнято вважати межею стійкості об'єкта до дії вогню $t_{заг.lim}$, °С (E_{lim} , мДж; $U_{св.lim}$, кДж/м²).

Для оцінювання стійкості об'єкта до вогню потрібні такі вихідні дані:

- характеристика будівель, споруд, електричних мереж, електричних установок;

- вид виробництва і використовувані в технологічному процесі пальні речовини і матеріали, вид готової продукції;
- кількість пальних та вибухонебезпечних речовин, які зберігаються на території об'єкта та їхнє розміщення;
- очікуваний ступінь руйнування будівель, споруд і комунально-енергетичних мереж (КЕМ) при стихійних лихах.

Методику оцінювання стійкості об'єкта з погляду пожежної безпеки в умовах надзвичайних ситуацій розглянемо на прикладі оцінювання стійкості одного з основних цехів промислового об'єкта.

Приклад. Оцінити стійкість складального цеху машинобудівного заводу (МБЗ) з погляду пожежної безпеки в умовах землетрусу. Вихідні дані - варіант 1 додатку Г.

Розв'язок

1. Визначаємо можливі джерела запалення, їхню температуру запалювання і ступінь руйнування конструкцій будівлі, технологічного устаткування, КЕМ.

На підставі вивчення будівельно-технічної документації складального цеху встановили, що одноповерхова цегляна будівля, технологічне устаткування, КЕМ дістають слабких і середніх руйнувань за інтенсивності коливання земної кори 6,5 балів (додаток А).

Пошкодження електромережі призведе до короткого замикання з виділенням великої кількості тепла в дротах, пропорційне до квадрата струму, що призведе до плавлення дротів і спалаху їхньої ізоляції. Температура плавлення алюмінію - 660,1°C, міді - 1083°C. Температура запалювання гуми - 220°C, полівінілхлориду - 560°C (додаток Б).

Отже, джерелом запалення стане максимальна очікувана температура плавлення алюмінію і міді 660,1°C і 1083°C. За таких температур, розпочнеться стійке горіння електроізоляції та інших речовин і матеріалів, яке перейде в пожежу.

2. Визначаємо щільність забудови МБЗ і зону пожеж.

Щільність забудови обчислюється за формулою:

$$\Pi = \frac{S_n}{S_T} \cdot 100\%, \quad (5.2)$$

де S_n - сумарна площа забудови виробничими і адміністративно-господарськими будівлями і спорудами, яка визначається за формулою:

$$S_n = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (5.3)$$

де S_i - виміряна площа, займана і-ою будівлею, дорівнює 1500 м^2 ;

n - кількість будівель, дорівнює 10;

S_T - виміряна площа всієї території МБЗ, дорівнює 50000 м^2 .

Тоді:

$$\Pi = \frac{1500 \cdot 100\%}{50000} \cdot 100\% = 30\%. \quad (5.4)$$

За відстанню поміж будівлями і спорудами МБЗ ($5 \div 10 \text{ м}$) звертаємося до таблиці (додаток Б) і знаходимо величини ймовірного розповсюдження пожеж на території заводу. Вони дорівнюють відповідно відстані, 87 та 65 %. За щільністю забудови МБЗ $\Pi = 30\%$ і ймовірність розповсюдження пожеж 87 і 65% звертаємося до графіка (додаток В) і визначаємо зону пожеж, яка може утворитися на території заводу, - це буде зона суцільних пожеж.

3. Визначаємо категорію пожежної небезпеки цеху.

У складальному цеху виробництво пов'язане з обробляння металу в холодному стані (обточування, фрезерування деталей машин та їхнє збирання). Тому відповідно до класифікації виробництва з погляду пожежної небезпеки цех відноситься до категорії Д.

4. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі складального цеху.

Необхідно вивчити характеристику за будівельно-технічною документації, визначити, з яких матеріалів (що не згорають, є важкозаймісті, згорають) виконано основні конструкції будівлі і яка їхня межа вогнестійкості. За основними конструкціями будівлі та

межею вогнестійкості визначається ступінь вогнестійкості будівлі за допомогою табл. 2 (додаток 3а).

Одноповерхова будівля цеху складається з таких основних конструкцій: несучих стін і перекриття, ненесучих перегородок.

Стіни цегляні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості яких 2,5 години.

Перекриття залізобетонне – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості – одна година.

Перегородки бетонні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості - 0,5 години.

За цими даними звертаємося до табл. 2 (додаток 3,а) і визначаємо, що будівля складального цеху належить до першого ступеня вогнестійкості.

5. Виявляємо в конструкціях будівлі, технологічному устаткуванні, електричних мережах елементи, виконані з пальних матеріалів, і пальні речовини, що є в цеху, і матеріали шляхом вивчення будівельної та технологічної документації.

Такими елементами, речовинами і матеріалами є: двері, віконні рами, виготовлені з ялинової деревини, забарвлені в темний колір; стрічка конвеєра з прогумованої тканини, ванна з гасом, електричний дріт в гумовій і полівінілхлоридній ізоляції, обгортувальний папір, гас, соснова дерев'яна арматура (вихідні дані, додаток 4).

6. Визначаємо температури запалювання, зазначені в п. 5, пальних елементів, речовин і матеріалів (додаток Б).

7. Визначаємо межу стійкості складального цеху до дії вогню.

За межу стійкості цеху приймається мінімальне значення температури запалювання одного з елементів (речовини, матеріалу), перелічених в п.5

Об'єкт (цех) вважається стійким в пожежному відношенні за умови,

$$\text{ЩО } t_{\text{заг. lim}}(E_{\text{lim}}; U_{\text{сб. lim}}) \geq t_{\text{заг. max}}(E_{\text{max}}; U_{\text{сб. max}})$$

В прикладі $t_{заг.лім} = 20 - 66^{\circ}C < t_{заг.мак} = 660,1 - 1083^{\circ}C$ - цех нестійкий до дії вогню.

8. Висновки і заходи щодо підвищення пожежної стійкості.

Здобуті розрахункові й оцінкові дані (пп. 1 ÷ 7) зводять до табл. 2.1, аналізують, роблять висновки.

У висновках зазначають: межу стійкості цеху в пожежному відношенні, найбільш небезпечні до дії вогню елементи цеху, речовини і матеріали.

На підставі висновків окреслюють економічно доцільні конкретні заходи щодо підвищення пожежної стійкості найбільш небезпечних елементів, речовин і матеріалів.

Таблиця 5.1 результати оцінювання стійкості складального МБЗ з пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій

Найменування об'єкта, його основні частини (конструкції), їхня характеристика і межа вогнестійкості, щільність забудови, %	Ступінь руйнувань будівель, устаткування, КЕС	Категорія пожежної небезпеки виробництва	Ступінь вогнестійкості будівель, споруд	Займисті елементи конструкцій будівель, речовини і матеріали, їхня характеристика	Температура запалювання елементів, матеріалів і речовин, °C	Межа пожежної стійкості об'єкту, °C	Зона пожеж
Складальний цех							
1. Будівля: одноповерхова цегляна, межа вогнестійкості несучих стін 2,5 год; перекриття - залізобетонні плити, покриті рубероїдом, межа вогнестійкості - 1 год	Слабкі й середні	Д	1	Двері і віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір, рубероїд	241	20-66	Загальні
2. Технологічне устаткування: середні верстати,				Прогумована тканина конвейсної			

мийна машина, ванна з гасом; контрольно-вимірjuвальна апаратура, конвейер з прогумованою стрічкою			стрічки, гас	270 20-66		
3.КЕМ: кабельна наземна лінія – мідний дріт в гумовій ізоляції з напругою 380В, освітлювальна мережа- алюмінієвий дріт в полівініл-хлоридній ізоляції з напругою 220В; газопровід на металевих естакадах			Електричний Ізоляційний Матеріал: Гума, Полівініл-хлорид	220 560	20-66	
4.У складовому приміщенні зберігаються гас, папір, соснова дерев'яна арматура, П – 30%			Гас, Папір, арматура	20-66 180 255		

Висновки:

1. Складальний цех нестійкий до дії вогню, оскільки

$$t_{заг.лім} < t_{заг.маx}$$

- 2.Найбільшу пожежну небезпеку представляють: гас, електричний ізоляційний матеріал, стрічка конвеєра, дерев'яні вироби, папір і руберойд.

Заходи:

1. Економічно доцільно підвищити межу пожежної стійкості до $t_{заг} = 300^{\circ}\text{C}$.
2. Двері і віконні рамки покрити вогнезахисною фарбою; при реконструкції будівлі, цеху замінити на металеві.
3. Наземний кабель з напругою 380В помістити в металевий рукав, який закріпити на полу і заземлити.
4. Гас замінити на водний розчин типу хромпик.

5. У цеху обладнати напівпідвальне приміщення для зберігання горючих речовин і матеріалів.
6. Встановити схеми автоматичного відключення електромереж від підстанції, які спрацьовують при землетрусі силою до 4 балів.
7. Систематично проводити протипожежні заходи в цеху.

Ключові запитання

1. Які основні пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів?
2. Як визначається категорія виробництва по пожежній небезпеці об'єкту?
3. Що таке пожежна небезпека виробництва?
4. Які чинники впливають на пожежну небезпеку об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій?
5. Від чого залежить вогнестійкість будівель і споруд об'єкту?
6. Коротке замикання, причини виникнення і його вплив, на пожежну небезпеку виробництва?
7. Що приймається за межу стійкості цеху до дії вогню?
8. Як впливає густина забудови на вірогідність розповсюдження пожеж?

Самостійне завдання

1. Теоретично підготуватись за літературою (1,5,6 дод.11,15) з основними причинами виникнення пожежі на об'єктах в умовах надзвичайних ситуацій.
2. Підготуватись до обговорення з ключових питань.

Практичне завдання

1. Надати початкові данні об'єкта, характеристики будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально – енергетичних мереж, а також вид надзвичайної ситуації згідно варіанту завдання (див. Додаток 6).

2. Виконати оцінку стійкості об'єкту по пожежній небезпеці в умовах НС у такій послідовності:
 - 2.1. Визначення можливих джерел запалення, їх температур запалювання і ступеня руйнування будівель, технологічного устаткування, КЗС об'єкта.
 - 2.2. Визначення густини забудови об'єкту (якщо не дана в початкових даних) і зони пожеж.
 - 2.3. Визначення категорії виробництва по пожежній небезпеці об'єкту.
 - 2.4. Визначення ступеня вогнестійкості будівель і споруд об'єкта.
 - 2.5. Виявлення речовин, що згорають, матеріалів і елементів конструкцій будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально-енергетичних мереж об'єкту.
 - 2.6. Визначення величин температур запалювання (енергії запалення, світлових імпульсів) речовин, що згорають, матеріалів і елементів об'єкта.
 - 2.7. Визначення межі стійкості об'єкту і дії вогню.
3. Надати висновки і заходи що до підвищення пожежної стійкості об'єкту. Одержані розрахунки і оцінені данні, висновки і пропозиції занести у таблицю.

Додаток 1

Величини інтенсивного коливання земної кори в балах, характеризуючи ступені руйнування елементів різних споруд при землетрусах (згідно міжнародної сейсмічної шкалі МК-64)

№ п.п.	Найменування будівель, споруд, устаткування, комунально-енергетичних мереж і ін.	Руйнування			
		слабкі	середні	сильні	суцільні
1. Виробничі, адміністративні будівлі і споруди, житлові будинки					
1	Промислові будівлі з важким металевим або залізобетонним каркасом і устаткуванням крана вантажопідйомністю 25...50 т.	6-7	7-7,5	7,5-8	8,5-9

2	Те ж з устаткуванням крана вантажопідйомністю 60...100 т.	6-7	7-8	8-9	9-10
3	Будівлі з легким металевим каркасом і без каркасної конструкції	5-6	6-7	7-8	8-9
4	Бетонні, залізобетонні будівлі і будівлі антисейсмічної конструкції.	6,5-8	8,5-10	10-10,5	11-22
5	Багатоповерхові залізобетонні будівлі з великою площею скління.	4-6,5	6,5-7,8	7,5-9	9-10
6	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням.	5-6	6-7	7-7,5	7,5-8
7	Будівлі атомних і гідроелектростанцій антисейсмічної конструкції	7,6	7,5-8,5	8,5-9	9-11
8	Теплові і атомні електростанції звичної конструкції	5-6	6-7	7,5-8	8,5-9
9	Багатоповерхові кам'яні (цегляні) будівлі (три поверхи і більш)	4-5	5-6	6-7	7-7,5
10	Цегляні будівлі (один - два поверхи)	4-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8
11	Будівлі із збірного залізобетону	5-6	6-7	-	7-8
12	Дерев'яні будинки	3-4	4-5	5-6	6-6,5
2. Промислові споруди і устаткування					
1	Електродвигуни (всіх типів)	5-7,5	8	8,5-9	9-10
2	Трансформатори від 100 до 1000 кВ	6-7	7-8	8-8,5	9-9,5
	Трансформатори блокові	7-7,5	8-8,5	-	-
4	Генератори на 100...300 кВт	7-7,5	8-8,5	-	-
5	Верстати середні	5	6	7	-
6	Контрольно-вимірювальна апаратура	1-3	3-6	6-6,5	7
3. Комунально-енергетичні мережі					
I	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	6-7	7-7,5	7,5-8	-
2	Кабельні наземні лінії	3-7	7-8	8-9	9,5
3	Повітряні лінії низької напруги	6-8,5	8,5-10	10-11	11-12
4	Розподільні пристрої і допоміжні споруди електростанцій	7-7,5	7,5-9	9-10	11
5	Електромережі і арматура до них, прокладені і встановлені усередині приміщень	Визначається з урахуванням ступеня руйнування будівель і споруд			

Співвідношення швидкості вітру і балів (шкала Бофорта)

№	Швидкість вітру, м/с	Бали	Ступені руйнування
1	8,0-17,1	5-7	слабкі
2	17,3 -23,4	8-10	середні
3	24,0-33,0	11-12	сильні
4	33,0 і більш	14-17	суцільні

Додаток 2

Пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів

№	Найменування матеріалу, речовини	Температура. °С		Схиль- ність до взриванн я	Міні- мальна енергія запалення. мДж	Макси- мальна енер- гія запалення. мДж
		загорання	спалах			
1. Будівельні матеріали						
1	Алюміній	470	-	Займис- тий	0,025	660
2	Борулін, гідроізоляційний і покрівельний рулонний матеріал (азбест і бітум), товщина 2,5 мм	350	-		-	-
3	Деревина дубова	238	-	«»	-	-
4	Деревина ялинова	241	-	«»	-	-
5	Деревина соснова	255	-	«»	-	-
6	Плита деревесноволокнист ая	222	-	«»	-	-
7	Руберойд, товщина 1 мм	303	-	«»	-	-
8	Толь	262	-	«»	-	-
2. Хімічні і інші речовини і матеріали						
1	Папір	180	-	займи- стий	-	-

2	Вініпласт	580	-	«»	-	-
3	Клейонка	325	-	«»	-	-
4	Капрон	395	-	«»	-	-
5	Лавсан	390	-	«»	-	-
6	Гума, прогумована тканина	270	-	«»	-	-
7	Гетінакс	285	-	само- загаса- ючий	-	-
8	Полістирол	276	-	Займи- стий	-	-
9	Поліетилен	306	-	«»	-	-
10	Плексиглас	200	-	«»	-	-
11	Полівініл хлорид	560	-	«»	-	-
12	Текстоліт	358	-	«»	-	-
13	Деревна мука	-	-	«»	20	770
14	Лінолеум гумовий, релін	308	-	Займи- стий	-	-
15	Лінолеум полівінілхлоридний	330	-	«»	-	-
16	Ацетон, пропан	-20 +6	-18	«»	0,85	893
17	Бензин	-30 +6	-27 +3	«»	-	-
18	Гас	20-66	16-60	«»	-	-
19	Гудрон нафтовий	285		«»	-	-
20	Мазут	60	56	«»	-	-
21	Масло індустріальне 12	164	-	«»	-	-
22	Масло индустриальное20	158	-	«»	-	-
23	Масло індустріальне 50	200	-	«»	-	-
24	Масло трансформаторне	180	147	«»	-	-
25	Масло касторове технічне	220	-	«»	-	-
26	Метиловий спирт	13	8	«»	0,5	740
27	Водень	-	-	«»	0,017	739

28	Пропан, газ	-	-	займи- стий	0,25	860
29	Толуол нафтовий	4	-	займи- стий	-	-
30	Етиловий спирт	13	-	займи- стий, вибухон ебез- печний	0,65	750
31	Діхлоретан	9	-	займи- стий	-	-
32	Бавовна	260	-		-	-
3. Температура плавлення деяких речовин W, °C						
1	Алюміній	660,1				
2	Залізо чисте	1535				
3	Мідь	1083				
4	Сталь лита	1500				
5	Сірий чавун	1200				

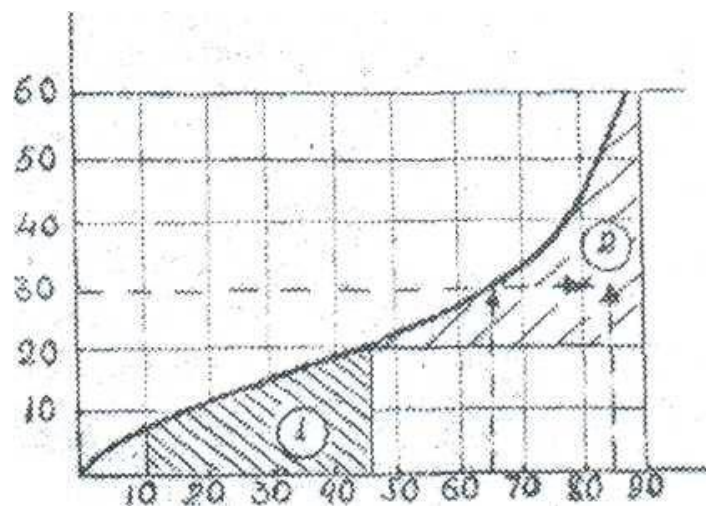
Примітки :

1. При прямому розряді на землю по каналу блискавки протікає струм до 250 кА, розігрівуючий його до 30000 °С, представляючи велику пожежонебезпеку для горючих речовин і матеріалів.
2. Для паро- і газоповітряних сумішей мінімальна енергія запалювання (запалення) рівна 0,009÷6мДж, запалі повітряних вибухонебезпечних сумішей - 10÷260 мДж.

Додаток 2а

Орієнтовних значень вірогідності розповсюдження пожежі від будівлі до будівлі

Відстань між, будівлями, м	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Ймовірне розповсюдження пожеж, %	100	87	65	47	27	23	4	3	2	0



Графік залежності вірогідності виникнення і розвитку пожеж від густини забудови: 1 - зона окремих пожеж; 2 - зона суцільних пожеж

Додаток 3а

Ступінь вогнестійкості будівельних матеріалів (ШИП 2.01.02-85)

Ступінь вогнестійкості будівель	Мінімальні межі вогнестійкості конструкція, г			
	стіни		Сходові майданчики, ступені, балки і марші сходових кліток	Плити, настили і інші несучі конструкції перекриттів
	несучі, сходові	внутрішні ненесучі (перегородки)		
I	що не згорають 2,5	що не згорають 0,5	що не згорають 1	що не згорають 1
II	те ж 2	те ж 0,25	те ж 1	те ж 0,75
III	те ж 2	те ж 0,25	те ж 1	важкозаймисті 0,25
IV	важко займисті 0,25	Важко займисті 0,25	те ж 0,25	те ж 0,25
V	не нормується			

Примітки: Межа вогнестійкості будівельних матеріалів - період часу (години) від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній

крізних тріщин або втрати конструкцієнесучої здатності (обвалення).

Межа вогнестійкості встановлюється дослідним шляхом.

1. Будівельні матеріали по займистості діляться на три групи: що не згорають, важко займисті і згорають.

Що не згорають - пісок, граніт, цеглина, бетон, залізобетон, сталеві конструкції, покриті вогнезахисною фарбою, і ін.

Важкозаймисті - асфальтовий бетон, склопластик, незахищені сталеві конструкції, дерев'яні конструкції, оброблені вогнезахисною обмазкою, що згорають - деревина, руберойд, толь, бітум, лінолеум, і ін.

Додаток 4

Варіанти вихідних даних

№	Найменування об'єкта, щільність його забудови	Характеристикабудівель, споруд об'єкта	Технологічне устаткування, речовини й матеріали, використовувані в технологічному процесі виробництва	Характеристикакоммунально-енергетичнихмереж (КЕМ)	Надзвичайні ситуації
1	Складальний цех П = 30%	Будівля одноповерхова цегляна, перекриття із залізобетонних плит. Двері й віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір. Границя огнестійкості несучих стін – 2,5 год., перекриття – одна година. Відстань від інших будівель 10...15 м	Середні верстати, мийюча машина, ванна з гасом конвеєр зі стрічкою з прогумовані тканини, контрольовані вимірювальні прилади (КВП). У складовому приміщенні зберігаються: гас, соснова дерев'яна арматура, обгортувальний папір	Газопровід на металевих естакадах. Наземний кабель: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Відкрита розташовані усередині цеху освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий ізоляція – полівінілхлорид, напруга 220 В	Землетрус і б, 5 бала

2	Цех ректифікації органічних розчинників П = 30 %	Будівля з легким металевим каркасом з вогнезахисною фарбою, покрівельний матеріал – борулін, двері й віконні рами – металеві. Границя вогнестійкості – 2,5 год. Відстань від інших будівель – 10...15 м	Гас, нафтовий толуол, ацетон, етиловий спирт, бензин, ацетон		Пряме влучання блискавки
3	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Землетрус 6 балів
4	Помпувальна станція з перекачування рідин П = 20 %	Будівля цегля- на, перекриття залізобетонне, двері й віконні рами з соснової деревини, підлоги – лінолеум гумовий, релін. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год, перекриття – 0,75 год. Відстань від інших будівель – 15 м	Мастило, гас, масло індустричне 20, бензин, метіловий спирт, діхлоретан	Кабельна наземна лінія: дріт мідний, ізоляція гума, напруга 380 В. Освітлювальна прихована електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полістирол. Напруга 220 В	Землетруси 6 балів
5	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Пряме влучання блискавки, $t_{\max}=2000^{\circ}\text{C}$
6	Промивально-пропарювальна станція тари. П = 300	Те саме, що й у п.5	Те саме, що й у п.5	Те саме, що й у п.5	Ураган $V = 20 \text{ м/с}$
7	Цех приготування і транспортування деревної муки. П = 35 %	Будівля зі збірного залізобетону, перекриття - із залізобетонних плит, підлога - лінолеум полівінілхлоридний, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – одна година. Відстань від інших	Соснові стружки, масло	Кабельна наземна лінія: дріт мідний, ізоляція – гетінакс. Напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – вініпласт	Пряме влучання блискавки, $t_{\max}=2500^{\circ}\text{C}$

		будівель – 5 м			
8	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Ураган, V = 24 м/с
9	Деревопере-робний цех, П = 45	Будівля дерев'яна, покрівельний матеріал – руберойд, підлога з ялинової деревини. Границя вогнестійкості – не нормується. Відстань від інших будівель – 15 м	Деревина соснова і ялинова, масло індустрійне 12, мастило	Кабельна наземна лінія в рукавах: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт люмінієвий, ізоляція гетінакс	Землетрус 5,5 бала
10	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Ураган, V = 18 м/с
11	Цех первинного оброблення виляску, П = 40	Будівля цегляна. Крівля з соснової деревини, покрита вогнезахисною фарбою, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, крівлі – 0,75 год. Відстань від інших будівель – 10 м	Виляск, масло індустрійне 50, мастило, метиловий спирт	Те саме, що й у п.9	Пряме влучання блискавки, $t_{\max}=1200^{\circ}\text{C}$
12	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Землетрус 6,5 бала
13	Столярний цех	Те саме, що й у п.11	Деревина соснова і дубова, масло індустрійне 12, мастило, діхлоретан	Те саме, що й у п.11	Ураган, V = 22 м/с
14	Трикотажний цех, П = 35	Будівля триповерхова кам'яна, перекриття із залізобетонних плит, підлога – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами – з соснової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – одна год. Відстань від інших будівель	Лавсан, ацетон, метиловий спирт, масло індустрійне 12, папір	Те саме, що й у п.11	Землетрус 7 балів

		– 5 м			
15	Швейний цех, П = 30	Те саме, що й у п.14	Капрон, лавсан, клейонка, масло індустрійне 20, папір	Те саме, що й у п.11	Ураган, V = 25 м/с
16		Те саме, що й у п.14	Те саме, що й у п.15	Те саме, що й у п.11	Землетрус 5,5 бала
17	Ливарний цех, П = 20	Будівля з важким залізобетонним каркасом і краном, устаткуванням 25 т. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год, перекриття – одна година. Відстань від інших будівель – 25 м	Сірий чавун, масло касторове технічне, мастило	Кабельна наземна лінія: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полівінілхлорид Напруга 220 В	Землетрус 7 балів
18	Механічний цех холодного оброблення металів, П = 40	Будівля цегляна, перекриття із залізобетонних плит, покрівельний матеріал – руберойд, двері й віконні рами з ялинової деревини	Сталь лита, залізо чисте, масло індустрійне 20, гас	Те саме, що й у п.17	Ураган, V = 19 м/с
19	Монтажно-складальний цех радіоелектронної промисловості П = 45	Те саме, що й у п.18 Відстань від інших будівель – 5 м	Текстоліт, плексиглас, бензин, етиловий спирт	Те саме, що й у п.17	Землетрус 5,5 бала
20	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.17	Пряме влучання блискавки t _{max} =3500°C
21	Теплова електростанція	Будівля звичайної конструкції, перекриття із залізобетонних плит, двері й віконні рами – металеві. Покрівельний матеріал – руберойд. Границя огнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – 0,75 год. Відстань від інших будівель	Мастило, мас-ло трансформаторне, масло індустрійне 50	Кабельна наземна мережа: дріт мідний, ізоляція – гума. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полівінілхлорид	Землетрус 5,5 бала

		– 70 м			
22	АЕС П = 30	Будівля з антисейсмічною конструкцією. Підлоги – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами з соснової деревини. Границя вогнестійкості – 2,5 год. Відстань від інших будівель – понад 100 м	Масло трансформаторне, масло індустрийне 50. Масло касторове технічне	Те саме, що й у п.21	Землетрус 8,5 бала
23	Пресовий цех П = 25	Будівля з металевим каркасом з бетонним засповненням, покрівельний матеріал – борулін, двері й віконні рами металеві. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – 0,25 год. Відстань від інших будівель – 20 м	Масло індустрийне 50, масла індустриальні 20, толуол нафтовий	Те саме, що й у п.21	Землетрус 6,5 бала

Практична робота № 6

ПРОГНОЗУВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

Мета роботи : Вивчити методику прогнозування хімічної обстановки після аварій на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Ознайомитись зі способами ліквідації наслідків аварій.

Набути практичних навичок щодо прогнозування хімічної обстановки після аварій на хімічно небезпечних об'єктах.

План

- 1 . Характеристика можливих наслідків з викидом (виливом) СДОР
 - 1.1. Прогнозування хімічної обстановки при аварії з викидом (виливом) СДОР
2. Методика прогнозування хімічної обстановки
 2. 1 Визначання параметрів області розливу
3. Визначення масштабу зараження СДОР
 - 3.1 Ліквідація наслідків аварії на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) СДОР

Теоретичні відомості

1 . Ключеві положення

Характеристика можливих наслідків з викидом (виливом) СДОР

Характер можливих хімічно небезпечних аварій залежить від багатьох факторів. Аварії можуть відрізнятись масштабами дій, поширенням, властивостями ураження, тривалістю дій. Особливі труднощі виникають у випадках транспортних аварій при ушкодженнях та руйнуванні місткостей. В такому разі труднощі полягають у вчасному виявленні викиду або виліву. При аваріях з викидом (виливом) створюються первинна і вторинна хмари забрудненого повітря. В атмосфері під дією вітру ці хмаризмінюються, збільшуються і, залежно від

стану атмосфери (інверсії, ізотермі, конвекції), можуть поширюватися на великі відстані.

Інверсія - це підвищення температури повітря в міру збільшення висоти, виникає за ясної погоди, малих - до 4 м/с - швидкостях вітру, приблизно за годину до сходу сонця і руйнується упродовж години після сходу сонця. Інверсія заважає розсіюванню повітря по висоті, створює сприятливі умови для зберігання високих концентрацій СДОР.

Ізотермія - характеризується постійною рівновагою повітря (температура повітря в 20÷30 метрах від земної поверхні є однаковою), зазвичай спостерігається в похмуру погоду і за снігового покриття. Вона сприяє тривалому застоюванню парів СДОР на місцевості, в лісі, в житлових кварталах.

Конвенція – це вертикальне переміщення об'ємів повітря з одних висот на інші (нижній шар повітря нагрітий сильніше за верхній і рухається по вертикалі), виникає за ясної погоди, малих швидкостях вітру, приблизно за 2 години після сходу сонця і руйнується приблизно за 2÷2,5 години до заходу сонця. Хмара зараженого повітря швидко розсіюється.

Аналіз структури підприємств, які виробляють, споживають або транспортують СДОР, засвідчує, що ці речовини можуть міститися чи в технологічному обладнанні чи в місткостях зберігання. У разі їхнього руйнування викид СДОР в атмосферу і подальші події розгортаються в такий спосіб.

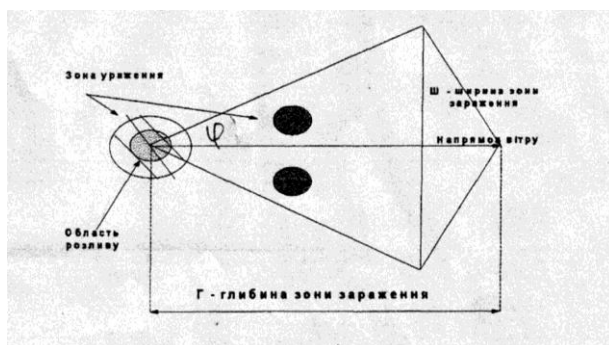


Рис.6.1 - Створення зони ураження і зони зараження СДОР

Зона зараження характеризується глибиною - Γ , шириною - Ш і кутовими розмірами - φ . В середині зони зараження може бути кілька зон ураження.

Перший період - миттєвий викид в атмосферу приблизно 1/6 – 1/4 частини речовини, яка утворює з неї аерозолі. У вигляді важкої хмари, вона підіймається вгору на висоту до 20м, а потім під дією власної сили тяжіння опускається на ґрунт. Під впливом вітру хмара збільшується в діаметрі. В результаті утворюється первинна хмара зараженого повітря.

Другий період - частина рідини, яка залишилась у місткості, витікає з неї і розповсюджується поверхнею землі або стікає у піддон. Відбувається стаціонарне випаровування за рахунок тепла навколишнього повітря. Випаровування залежить від швидкості вітру, температури повітря. Через це утворюється вторинна хмара зараженого повітря. Обидві хмари під дією вітру пересуваються.

Внаслідок аварій зі СДОР створюються зона хімічного зараження і зона хімічного ураження.

Зона хімічного зараження СДОР включає територію, на яку поширилась хмара зі СДОР. Площа хімічного зараження СДОР визначається напрямком і швидкістю вітру та іншими метеоумовами. Зона хімічного ураження включає територію, на якій відбулись масові ураження людей і тварин.

1.1. Прогнозування хімічної обстановки при аварії з викидом (виливом) СДОР

Під прогнозуванням хімічної обстановки розуміють отримання ймовірної інформації про хімічну обстановку на підставі прогнозу наслідків викиду (випливу) СДОР.

Хімічний стан - це сукупність наслідків хімічного зараження місцевості, які впливають на життєдіяльність людей, роботу об'єктів народного господарства, дієздатність робітників та службовців і визначають характер захисних заходів, вибір найбільш доцільних варіантів дій, котрі можуть забезпечити виконання завдань за малих втрат. Вихідними даними для прогнозування є:

- загальна кількість СДОР на об'єкті та умови їхнього зберігання (під тиском або ізотермічно);

- кількість СДОР, викинутих в атмосферу, і характер їхнього розтікання;
- метеорологічні умови: температура повітря, швидкість вітру на висоті 10м, стан атмосфери і ступінь вертикальної стійкості повітря.

Метою прогнозування є:

- визначення параметрів області розливу;
- визначення масштабу і параметрів зони зараження СДОР;
- визначення часу підходу зараженого повітря до населених пунктів.

2. Методика прогнозування хімічної обстановки

2.1 Визначення параметрів області розливу

В середньому на підприємстві мінімальні запаси СДОР створюються на 3 доби, а для заводів з виготовлення добрив - до 10÷15 діб. Як наслідок на великих підприємствах, сховищах і деяких портах можуть водночас зберігатись тисячі тон СДОР.

СДОР, як правило, містяться в стандартних алюмінієвих, залізобетонних і сталевих герметичних балонах (резервуарах) циліндричної або кулеподібної форми у зрідженому вигляді під тиском власних парів $6 \cdot 10^2 \div 12 \cdot 10^2$ кПа (6÷12 атм) і подаються трубопроводами до технологічних цехів. Місткість резервуарів буває різною. Хлор, наприклад, зберігається в резервуарах місткістю від 1 до 100 т, аміак – від 1 до 5 до 30000 т, сірчаний ангідрид - від 1 до 100 т.

Використовують такі методи зберігання СДОР:

- в резервуарах під високим тиском (в цих випадках розрахований тиск резервуара відповідає тискові парів над рідиною);
- в ізотермічних сховищах за тиску, близького до атмосферного (низькотемпературне зберігання). При цьому методи зберігання СДОР місткості штучно охолоджуються. Тиск насичених парів зріджених газів залежить від температури: чим нижча температура,

тим менший тиск парів. Якщо штучно охолодити аміак до - 33,4 °С, то тиск пари буде близьким до атмосферного;

- у відкритих місткостях за температури навколишнього середовища (для закипаючих СДОР).

При прогнозуванні зазвичай розглядають граничний випадок, тому приймають: за величину викиду СДОР (Q_0) - їхній вміст у максимальній за об'ємом окремії місткості, а для сейсмічних районів - сумарний запас СДОР.

Можливу площу розливу СДОР S_p визначають за формулою:

$$S_p = \frac{Q_0}{\rho \cdot h},$$

де Q_0 - маса СДОР, т;

ρ - густина виду речовини, т/м³;

h - товщина шару рідини, м.

Радіус “озера” розливу визначається як

$$R = \sqrt{S_p / \pi},$$

Характер розтікання СДОР на поверхні може бути: ”вільно” на поверхні, «в піддон» або «обвалування». При вільному розтіканні товщина шару рідини СДОР (h), яка розлилась вільно на поверхні, приймається дорівнюваною 5 см по всій площі розливу (S_p). Для наземних резервуарів обладнується замкнене обвалування або піддон, внутрішній об'єм якого розраховано практично на повний об'єм резервуарів. Відстань від резервуара до підшови обвалування або загороджувальної стінки приймається рівною половині резервуара, але не менше за 1 м.

Для СДОР, які розлились в піддон або обваловку, товщина шару визначається за формулою:

$$h = H - 0,2 \text{ м},$$

де H - висота піддона (обвалування), м.

3. Визначення масштабу зараження СДОР

Масштаб зараження СДОР характеризується параметрами: глибина зони зараження - Г, ширина зони - Ш, кутові розміри зони - ϕ і площа зони можливого зараження – S_p (рис. 6.1).

Площа зони зараження - це площа території, в межах якої під впливом зміни напрямку вітру може пересуватись хмара СДОР.

Зовнішні кордони зони можливого зараження СДОР розраховуються за мінімальною токсодозою при інгаляції, яка викликає початкові симптоми ураження у 50 % уражених.

Зона можливого зараження СДОР на картах (схемах) обмежена колом, півколом чи сектором, який має кутові розміри ϕ і радіус, рівний глибині зараження Г. Центр кола, півкола або сектора збігається з джерелом зараження (епіцентром аварії).

Визначення терміну вражаючої дії СДОР

Тривалість вражаючої дії СДОР визначимо за формулою

$$T = \frac{hd}{k_2 k_4 k_7},$$

де h – товщина шару СДОР, м; визначається згідно з прийнятими припущеннями; d – питома щільність СДОР, т/м³; k_2 – коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічного складу СДОР; k_4 – коефіцієнт, враховуючий швидкість вітру:

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
k_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,63

k_7 - коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря. Для стиснених газів він дорівнює 1.

Глибина поширювання зараженої хмари залежить від фізичних властивостей СДОР, їхнього агрегатного стану і, як правило, обчислюється:

- для зріджених газів окремо по первинній і вторинній хмарі;

- для стиснених газів - лише по первинній хмарі;
- для отруйних рідин, які киплять за температури вищої за температуру оточуючого середовища - тільки по вторинній хмарі (наприклад, сірковуглецю $t_{\text{кип}}=46,2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Обчислення глибини зон зараження первинною - Г1 і вторинною – Г2 хмарами СДОР провадиться в залежності від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру. Для цього, як правило, використовуються таблиці відповідних довідників, наприклад [].

Повна глибина зони зараження Г (км) зумовлена впливом первинної і вторинної хмар СДОР і визначаються виразом

$$\Gamma_{\text{пов}} = \Gamma_{\text{макс}} + 0,5 \cdot \Gamma_{\text{мін}}, \text{ км},$$

где $\Gamma_{\text{макс}}$ - найбільша, $\Gamma_{\text{мін}}$ - найменша з величин Г 1 і Г 2.

Гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас визначається часом випаровування виду СДОР -Т та швидкістю переміщення фронту хмари зараженого повітря - V, яка залежить від швидкості вітру і ступеня вертикальної стійкості повітря. Визначається із таблиць довідника.

$$\Gamma_{\text{попер}} = T \cdot V, \text{ км}.$$

За остаточну розрахункову глибину $\Gamma_{\text{розр}}$ зони можливого зараження приймається сама менша із двох глибин $\Gamma_{\text{пов}}$ і $\Gamma_{\text{попер}}$.

Таблиця 6.1 – Залежність швидкості переміщення фронту хмари зараженого повітря від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Інверсія													
Швидкість переміщення, км/год	5	10	18	21										
	Ізотермія													
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	78	82
	Конвекція													
	7	14	21	28										

При визначенні площі зони зараження розрізняють площу зони можливого зараження і площу зони фактичного зараження СДОР. Площа зони можливого зараження - площа території, в межах якої під впливом зміни напрямку вітру може пересуватись хмара СДОР. Ця зона обмежена колом, півколом або сектором, який має кутові розміри 2ϕ і радіус, рівний глибині $\Gamma_{\text{розр}}$. Центр сектора збігається з джерелом зараження.

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру за прогнозом визначаються з таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Кутові розміри зони можливого зараження

V м/с	До 0,5	0,6...1,0	1,1...2,0	Більше 2,0
2ϕ град	360	180	90	45

Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари і орієнтована за напрямком вітру. Площа зони фактичного зараження - площа території, зараженої СДОР в небезпечних для життя межах.

Примітка. Граничний час перебування людей в зоні зараження і тривалість збереження незмінними метеорологічних умов (ступеня вертикальної стійкості повітря, напрямку повітря і швидкості вітру) становить 4 години. По завершенні даного часу прогноз стану повинен уточнюватись. Час підходу зараженого повітря до об'єкта обчислюється у звичайний спосіб в залежності від відстані об'єкта до місця аварії і швидкості перенесення переднього фронту хмари.

3.1 Ліквідація наслідків аварії на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) СДОР

Ліквідацію наслідків аварії на хімічно небезпечних об'єктах здійснюють спеціальні формування підприємств і цивільної оборони, які мають спеціальне устаткування і засоби захисту. Без спеціальних засобів захисту категорично заборонено входити в зону зараження.

Першими в зону ураження входять газорятівники промислового підприємства. Їх задачі:

- виявити і винести потерпілих ;
- локалізувати викиди.

Слідом за ними входять пожежні команди. Решта формувань концентрується на границях зони ураження і приступають до роботи після зниження рівня зараження до меж, які роблять можливою їх діяльність.

Послідовність входу команд:

- формування охорони порядку (регулювання руху, розміщення знаків і т.д.);
- аварійно-технічні команди;
- санітарні дружини;
- інші спеціальні команди.

* * *

Аварії на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) СДОР можуть викликати масові ураження людей, тварин, можуть приводити і до інших тяжких наслідків. Генетики встановили, що більшість небезпечних хімічних речовин володіють не тільки сильною токсичною, але і мутагенною дією. Подібно до радіації хімічні речовини стимулюють розвиток злоякісних пухлин, викликають зміни в соматичних і статевих клітинах, що приводить до народження індивідів з спадковими патологіями.

Це обумовлює необхідність проведення захисних заходів до захисту населення, робітників і службовців об'єктів від небезпечних і вражаючих факторів аварій з викидом (виливом) сильнодіючих отруйних речовин.

Ключові питання

1. Як зберігати СДОР?
2. Ознаки отруєння, методи захисту від різноманітних СДОР (аміак, хлор, синильна кислота, бензол та ін.).
3. Формування і основні характеристики зони зараження при розливі СДОР.
4. Засоби особистого захисту при хімічному зараженні місцевості.

5. Порядок прогнозування хімічного стану .
6. Методика розрахунків параметрів зони зараження.
7. Порядок ліквідації наслідків аварії на хіміконебезпечних об'єктах.

Самостійне завдання

1. Для успішного виконання та захисту практичної роботи студентові потрібні теоретично підготуватися за літературою [8,9,10; дод.: 1,2,4,5,6] з основними видами СДОР, їх кваліфікацією, ознаками отруєння та методами захисту; законспектувати основні положення.
2. Підготуватися для обговорення з ключових питань.

Практичне завдання

В процесі заняття студенти повинні вивчити теоретичні положення, потім, розв'язуючи ситуаційні задачі, освоїти методика прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом СДОР.

Ситуативна задача з прогнозування хімічної обстановки

На хімічному підприємстві виникла аварія на технологічному трубопроводі зі СДОР, який знаходиться під тиском. В наслідок аварії виникло джерело зараження сильнодіючою речовиною. Кількість рідини, що витекла з трубопроводу не встановлена. Відомо, що в технологічній системі зберігалось Q СДОР. Необхідно визначити тривалість вражаючої дії джерела зараження: глибину зон можливого зараження СДОР; площу зони зараження; нанести зону зараження на схему промзони й оцінити небезпеку можливого джерела хімічного ураження, якщо хімічне підприємство розташоване у житловому районі міста.

Метеорологічні умови під час аварії: швидкість вітру, напрямок вітру ψ , температура повітря T ($^{\circ}\text{C}$), час доби й наявність хмарності - згідно з варіантом. Розлив СДОР на підстиляючій поверхні вільний. Тиск ϵ мності з газом атмосферний. Оскільки об'єм розлитого СДОР невідомий,

то для розрахунку допускається прийняття його рівним максимальній кількості у системі, тобто $Q_{\max.c}$.

Додаток А Варіанти завдань до практичної роботи на тему «Прогнозування хімічної обстановки»

№	Еквівалентна кількість речовини у хмарі		Швидкість вітру, м/с	Час від початку аварії, год.	СДОР	Напрямок вітру Ψ , град	Температура повітря $^{\circ}\text{C}$	Відстань кордону об'єкту від можливого місця аварії l, м	Ширина санітарної зони, м	Час доби
	Q_{e_1} (Т)	Q_{e_2} (Т)								
1.	0,5	10	0	20хв.	Аміак	0	0	300	500	Ніч
2.	1	15	1	2	Водень фтористий	90	+10	200	1000	Вечір
3.	3	25	3	3	Метиламін	180	+20	100	800	Ранок
4.	2	17	5	50хв	Метил бромнистий	190	-20	50	300	День
5.	4	30	10	4.50.	Фтор	170	-5	350	400	«
6.	0,2	8	8	4,30	Формальдегід	270	0	250	600	Вечір
7.	0,1	7	6	5	Фосген	150	+10	100	2000	Ніч
8.	3,5	28	4	4	Азоту оксид	200	+15	150	900	Ранок
9.	2,4	19	15	1	Етилену оксид	180	0	300	1500	«
10	1,2	5	2	2	Фтор	0	0	300	300	День
11	2,3	8	3	4.50	Формальдегід	10	+10	50	400	Ніч
12	0,1	6	5	5.20	Сіководень	150	-10	25	600	Ранок
13	0,6	4	8	40хв.	Метілмеркаптан	80	15	+25	700	Вечір
14	0,9	5,5	10	30хв.	Нітріл акрилової кислоти	90	-40	-118	850	Ранок
15	7,0	30	7	3	Хлор	170	+10	400	3000	День

Характеристика СДОР і допоміжні коефіцієнти для визначення глибини зон зараження

СДОР	Питома швидкість СОДР, т/м ³		Темпера- тура кипіння, °С	Порогов а токсикоз доза, мг·хв./л	Знання допоміжних коефіцієнтів								
					k ₁	k ₂	k ₃	K ₇ при температурі, °С					
	-40	-20						0	20	40			
	Газообр азного	рідкого											
Водень фтористий	0,0014	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1	
Метіламін		0,966	-6,5	1,2	0,13	0,384	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1	
Метіл бромистий		1,732	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1	
Метілмерк аптан		0,867	5,95	1,7	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1	
Нітріл акрїлової кислоти		0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,8	0,04	0,1	0,4	1	2,4	
Азота оксиди		1,491	21,0	1,5	0	0,04	0,4	0	0	0,4	1	1	
Етилену оксид		0,882	10,7	2,2	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,2/1	

Додаток В

Глибина зони можливого зараження, км, в залежності від еквівалентної кількості СДОР

Швид кість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР Оз, т													
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,83	40,11
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,0	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60

Практична робота № 7

ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА. ШКІДЛИВІ ТА ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Мета роботи : Вивчити вплив на організм людини шкідливих та вражаючих факторів електричного струму, причини електротравматизму, засоби надання потерпілим першої допомоги потерпілим.

Отримати практичні навички в розрахунку величини електричного струму, минаючого повз тіло людини в різних ситуаціях помилкового доторкання до струмоведучих частин, викликаних як його необачними діями, так і несправністю електропристроїв, а також при визначенні впливу величини електричного струму на здоров'я та життя людини.

План

1. Дія електричного струму на організм людини
2. Причини електротравматизму у побуті
 - 2.1 Перша допомога при ураженні електричним струмом.
 - 2.2 Методика розв'язування задач згідно аналізу небезпеки електричних мереж
 - 2.3 Однополюсне торкання у трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю

Теоретичні відомості

1 . Ключові положення

Дія електричного струму на організм людини

По рівню шкідливості для людини електрострум відповідно дослідженням, проведених в рамках ООН, знаходиться на п'ятому місці серед 30 різноманітних факторів, загрожуючих життю людини (велику небезпеку представляють: паління, алкоголь, та зброя). Найбільше страждають особи віком від 20 до 30 років -65,5% травмованих відносяться до цього віку. Старші 30 років кількість травмованих 12,5% та до 20 років - 22%. За останні роки підвищилась кількість уражень

електрострумом жінок. Небезпечна дія струму на організм людини збільшується тому, що він не відчувається її органами дотику на відстані, а лише в момент дотику до струмоведучих частин.

Електричний струм, діючи на організм людини, може викликати ураження, ступінь яких залежить від роду сили струму, часу його дії, а також від шляху його протікання в тілі.

Людина починає відчувати дію минаючого через неї змінного струму промислової частоти 50 Гц силою $0,6 \div 1,5$ мА і постійного струму $5 \div 7$ мА. При збільшенні струму, минаючого скрізь тіло людини, його дія збільшується і при величині змінного струму промислової частоти 10 мА ($60 \div 80$ мА змінного струму) вимушене скорочення м'язів (судороги) рук, в результаті чого людина не може розтиснути руку, в якій затиснута струмоведуча частина, тобто вона не в змозі самотійно звільнитися від контакту зі струмоведучою частиною. При великих значеннях струму руки паралізуються, затрудняється дихання. Чим більший струм, тим швидше порушується робота легенів і серця. При струмі промислової частоти 100 мА і більше закінчується робота легенів і серця, ураження настає через 2-3 секунди з початку дії струму.

Сила струму, який проходить скрізь тіло людини, визначається прикладеною напругою і загальним опором тіла. Найбільший опір електроструму робить шкіряний покрив, а опір тканини внутрішніх органів (м'язова, жирова, спинний та головний мозок, кров і др.) порівняно зі шкірою мале. Опір тіла в значній кількості залежить від стану шкіри. Порізи, подряпини (пошкодження рогового покриву), зволоження та потовиділення, забруднення рідкими речовинами (металевий та вугільний пил, окалина і т.п.) можуть зменшити опір тіла людини до значення його внутрішнього опору.

Опір тіла людини залежить від прикладеної напруги, сили, роду і частоти струму, а також від часу його протікання через тіло людини. З збільшенням напруги, прикладеної до тіла людини, різко зменшується опір шкіри, а відповідно, і опір тіла, що пояснюється пробоем рогового покриву

шкіри.Із збільшенням струму і часу його протікання через тіло людини опір зменшується, так як збільшується місцевий нагрів шкіри, що призводить до розширення її судин і збільшенню потовиділення.Змінний струм, особливо з частотою 50 Гц, являє собою велику небезпеку, ніж постійний струм такої ж сили. При розрахунках опору тіла людини струму промислової частоти вважають незмінним і рівним $R = 1000 \text{ Ом}$.

Протікаючи через організм людини, електричний струм призводить до термічного (опік окремих ділянок тіла, нагрів кровоносних судин і т.д.), механічного (розрив тканин), хімічного (електроліз крові і інших органічних рідин) дій, разом з тим діє на нього біологічно, порушуючи його життєздатність. В м'язовій тканині, особливо при скороченні м'язів серця і легенів в тканинах центральної системи і периферійної нервової системи та в інших тканинах виникають біоструми, які порушують біологічну рівновагу, що призводить до порушення їх нормальної дії.

Оцінка характеру і ступеня дії струму:

Поріг відчуття – 1мА;

Поріг відпускання чого струму – 10мА;

Поріг фібриляції серця – 100мА;

Дія електричного струму може призвести до двох видів уражень: електричним травмам і електричним ударам. В деяких випадках обидва види ураження виникають одночасно.

Електричними травмами називають місцеві ураження тканин організму, викликані дією електричного струму чи електричної дуги. Частіше - це поверхневі пошкодження шкіри, а іноді інших м'яких тканин, а також суглобів і кісток. Електричні травми можуть бути наступних видів: електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електрофтальмія і механічні пошкодження. Найбільш поширеною електричною травмою є *електричний опік*. В залежності від умов виникнення опіку можуть бути двох видів: струмовий(контактний) та дуговий.

Електричні знаки (знаки струму, чи електричні мітки) проявляються у вигляді плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні

шкіри людини, які були уражені струмом. Електричні знаки можуть мати круглу чи овальну форму; бувають знаки у вигляді подряпин, порізів чи невеликих ран. Іноді форма знаку повторює форму струмоведучої частини якої доторкнувся потерпілий, а також може нагадувати блискавку. Звичайно електричні знаки не болючі і з плином часу уражене місце набуває нормальний колір, еластичність та чутливість.

Металізація шкіри виникає від проникнення у верхні шари шкіри дрібних частинок металу, який розплавився під дією металевої дуги. Потерпілий відчуває присутність у шкірі стороннього тіла, і часто - біль від опіку через тепло, занесеного в тіло металом. Шкіра у місці ураження стає жорсткою та шершавою. Колір шкіри залежить від металу: зелений - при контакті із червоною міддю, синьо-зелений - при контакті з латунню, синьо-жовтий - при контакті з свинцем. З плином часу уражена частина набуває нормального вигляду.

Електрична дуга є джерелом випромінювання світла, а також може викликати *електрофтальмію* - запалення зовнішніх шарів очей під дією ультрафіолетових променів, які поглинаються клітинами організму і викликають у них хімічні зміни. У тяжких випадках запалюється роговиця ока, яка потребує довгого лікування. Під дією електричного струму відбувається збудження живих тканин, яке супроводжується невимушеними судорожними скороченнями м'язів, - електричний удар. При різних невимушених судорожних скороченнях м'язів під дією струму, минаючого через тіло людини, можуть викликати механічні пошкодження: розрив шкіри, кровоносних судин і нервових тканин, вивихи суглобів та переломи кісток.

Дія електричного струму на організм людини може призвести до летального наслідку внаслідок електричного шоку і припинення роботи серця та дихання; дія на м'яз серця може викликати зупинку серця чи його фібриляцію, тобто хаотичні швидкі скорочення тканин серцевого м'язу, при яких серце припиняє нормально працювати і порушується кровообіг. Дія може бути прямою коли струм протікає безпосередньо у області серця

і рефлекторна, тобто через ЦНС. Смерть внаслідок припинення дихання викликається прямою або рефлекторною дією електричного струму на м'язи грудної клітини, які беруть участь у процесі дихання.

Електричний шок - тяжка рефлекторна реакція організму при сильному подразненні електричним струмом, яка призводить до небезпечних розладів дихання, кровообігу, обміну речовин і т.п. і т.п. Шоковий стан може продовжуватись від кількох хвилин до доби, після чого може наступити або смерть у разі повного припинення життєво важливих функцій або повного видужання у результаті активного лікувального втручання.

Наслідок ураження електричним струмом суттєво залежить від шляху, яким струм протікає через тіло людини. Якщо струм протікає через життєві органи (серце, легені, головний і спинний мозок), то небезпека ураження буде досить велика, так як він діє безпосередньо на ці органи. Якщо ж струм протікає не торкаючи важливі органи, дія його на них може бути тільки рефлекторна, тобто через ЦНС, ймовірність тяжких наслідків значно знижується.

Найбільш небезпечними шляхами протікання струму є «голова – руки» та «голова – ноги», так як при цьому струм може протікати через головний та спинний мозок.

2. Причини електротравматизму у побуті

В сучасних квартирах є велика кількість електроприладів: світильники, електрообігрівачі, пральні машини, радіо та інша апаратура. У квартирах є найрізноманітніша напруга: від промислової мережі до високої напруги у телевізорі.

За останні роки число травмованих електричним струмом у побуті збільшилось, з'явився дитячий електротравматизм у домашніх умовах, і він високий -16,3% усіх травм у побуті. Електротравматизм дітей шкільного віку складає 8,9%, дошкільного 7,4%.

Нараховується немало дитячих електротравм, які виникли під час використання подовжувачів. Ці електротравми стають типовими. У

переважній більшості випадків іншим полюсом дотику є радіатори теплопостачання і водопровідні труби.

Зареєстровані смертельні . випадки ураження електричним струмом при використанні саморобних електронагрівальних приладів. Багато випадків травматизму від прасок. Перевірка ізоляції ряду прасок, які знаходяться в експлуатації 2-3 роки, показують, що у порівнянні з заводськими даними за цей строк і якість знизилась на 40-50%. Особливо насторожує у цих електротравмах те, що користуючись праскою можна торкнутися металевих частин її, які знаходились над ушкодженою ізоляцією. Акупунктурна зона на тілі людини між великими та середніми пальцями найбільш чутлива до дії струму. Треба відзначити, що при використуванні прасок закордонних конструкцій подібних електротравм не зареєстровано.

Немало випадків ураження, у тому числі дітей, виникає при використанні оголених дротів замість стандартної штепсельної вилки. До цієї групи ураження відносяться і дитячі ураження. Основні причини використання у квартирних електромережах обладнання з дефектною ізоляцією - відсутність контролю за станом електрообладнання (органи електронагляду не обслуговують квартирні та будинкові електромережі), не достатнє ознайомлення з можливими небезпечними ураженнями електричним струмом.

2.1 Перша допомога при ураженні електричним струмом.

При нещасних випадках, визнаних ураженнями електричним струмом, необхідно звільнити потерпілого від дії струму і надати йому першу допомогу. Так як наслідок ураження залежить від часу дії струму на людину, то найшвидше звільнення потерпілого від дії струму є найпершою задачею. Для цього за допомогою вимикача необхідно швидко вимкнути ту частину електропристрою, до якої доторкнувся потерпілий.

При неможливості швидкого вимикання електропристрою необхідно звільнити потерпілого від струмоведучої частини, до якої він торкається.

В електропристроях з напругою до 400В потерпілого можна відтягнути від струмоведучої частини, взявшись за його одяг, якщо він сухий і відстає від його тіла. Користуючись сухою палкою чи дошкою можна відтягнути дріт від потерпілого. Можна ізолювати руки, одягнувши діелектричні рукавички чи обмотавши їх сухою тканиною. У деяких випадках можна перекусити дроти інструментом з ізольованими ручками чи перерубати їх сокирою з дерев'яною ручкою.

У приладах з напругою більшою 400В відділяти потерпілого треба штангою, попередньо одягнувши діелектричні рукавички і боти.

Заходи першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану після звільнення його від струму.

Якщо потерпілий у свідомості, але до цього був у непритомному стані з стійким диханням та пульсом, то його слід зручно покласти на підстилку, розстебнути одяг, забезпечити приплив свіжого повітря і повний спокій до прибуття лікаря, якого треба викликати відразу. Не можна дозволяти потерпілому рухатись, а тим паче працювати, навіть якщо він відчуває себе нормально і немає видимих пошкоджень, так як негативна дія електричного струму на людину може проявитись не відразу, а через деякий час, через декілька хвилин, годин і навіть днів. Якщо потерпілий дихає погано: рідко, судорожно, чи якщо дихання потерпілого постійно погіршується, в той час як серце продовжує працювати, необхідно робити штучне дихання.

При відсутності ознак життя, тобто коли у потерпілого відсутнє дихання, серцебиття і пульс, а больові подразнення не викликають ніяких реакцій, зіниці очей розширені і не реагують на світло, слід вважати потерпілого в стані клінічної смерті. Треба негайно приступити до його оживлення, тобто робити штучне дихання та масаж серця, які слід робити до прибуття лікаря.

Відомо багато випадків оживлення після ураження струмом людей після 3-4 годин (в окремих випадках після 10 годин).

Штучне дихання і зовнішній масаж серця. слід виконувати до стійкого самостійного дихання і початку роботи серця. На відновлення діяльності серця потерпілого вказує поява регулярного пульсу. Для перевірки пульсу переривають масаж на 2-3 секунди. Після появи ознак життя штучне дихання та зовнішній масаж серця слід продовжувати 5-10 хвилин.

2.2 Методика розв'язування задач по аналізу небезпеки електричних мереж

Двополюсне доторкання до струмоведучих дротів.

Двополюсне доторкання до двох різних дротів (фаза в трьохфазній мережі) найбільш небезпечне, так як струм протікає через тіло людини по найбільш небезпечному шляху «рука – рука» і нічого не захищає людину (рис.7.1) Струм через тіло людини дорівнює: $I_h = \frac{U_l}{R_l}$ (7.1) де U_l – лінійна напруга ; R_l – опір тіла людини.

Величина струму перевищує порогові значення. Таке доторкання смертельно небезпечне для людини (струм дорівнює $380 / 1000 = 380$ мА).

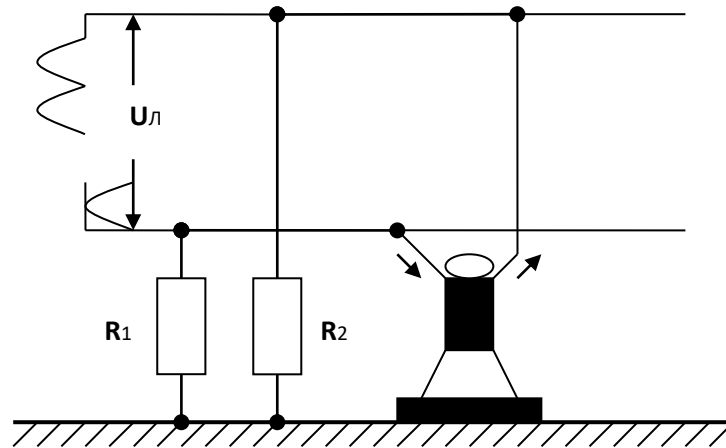


Рис. 7.1 Двополюсне доторкання до струмоведучих дротів

Однополюсне доторкання до двохдротної мережі ізольованої від землі

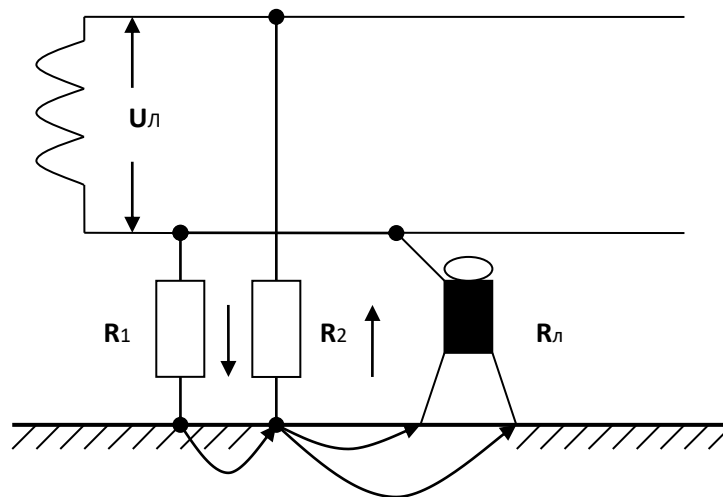


Рис. 7.2 Однополюсне доторкання до двохдротної мережі, ізольованої від землі

Торкаючись дроту 1 у двопровідній мережі, людина є включеною паралельно опорю ізоляції R_1 цього дроту і послідовно з опором ізоляції R_2 дроту 2. При однакових опорах ізоляції $R_1 = R_2$ формула для сили струму, протікаючого через людину має вигляд:

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{2 \cdot R_{\text{л}} + r_{\text{із}}} \quad (7.2)$$

Величина струму визначається опором ізоляції мережі. Людина знаходиться під захистом опорю ізоляції. Величина опорю ізоляції дротів мережі відносно землі повина бути не менш як 0,5 МОм. В цій ситуації людину захищає також опір взуття, який може бути в залежності від його стану від 0 до 100 і більш кОм, та опорю підлоги (800 Ом земляна суха підлога і до 10 МОм суха дерев'яна підлога).

Однополюсне доторкання в трьохфазній мережі з ізольованою нейтраллю

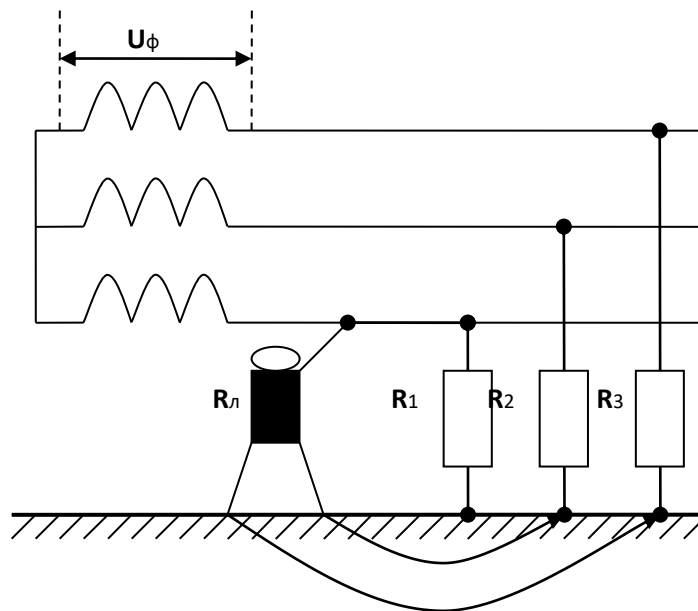


Рис. 7.3 Однополюсне доторкання в трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю

В мережі з ізолюваною нейтраллю зазвичай для полегшення аналізу вважають, що фазні напруги U_1, U_2, U_3 рівні і симетричні, а опори ізоляції дротів відносно землі R_1, R_2, R_3 однакові і дорівнюють $r_{из}$, як показано на рис. 7.3. При повній симетрії потенціал середньої точки відносно землі дорівнює нулю. До опорів ізоляції прикладені однакові напруги фаз U_ϕ .

Торкання людини до однієї із фаз (рис 7.3) утворює коло струму через тіло людини і ізоляцію інших дротів. Струм через тіло людини буде дорівнювати:

$$I_h = \frac{3 \cdot U_\phi}{3 \cdot R_{л} + r_{из}} \quad (7.3)$$

Так як опір ізоляції достатньо великий, то струм через тіло людини буде не великий. В трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю людина буде не великий. В трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю людина знаходиться під захистом опору ізоляції мережі.

2.3 Однополюсне торкання у трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю

При однополюсному торканні людини до фазного дроту у мережі з заземленою нейтраллю (рис 7.4) малий опір заземлення нейтралі (не більш 4-10 Ом) шунтує опір ізоляції дротів мережі і струм замкнення буде протікати через послідовне з'єднання опору тіла людини і опору заземлення мережі.

Якщо знехтувати малим опором заземлення (в порівнянні з опором тіла людини), то величину струму через тіло людини розраховують відносно виразу:

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}}}(7.4)$$

При однополюсному торканні до струмоведучого дроту в трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю людина потрапляє під фазну напругу, ізоляція мережі не рятує його від ураження.

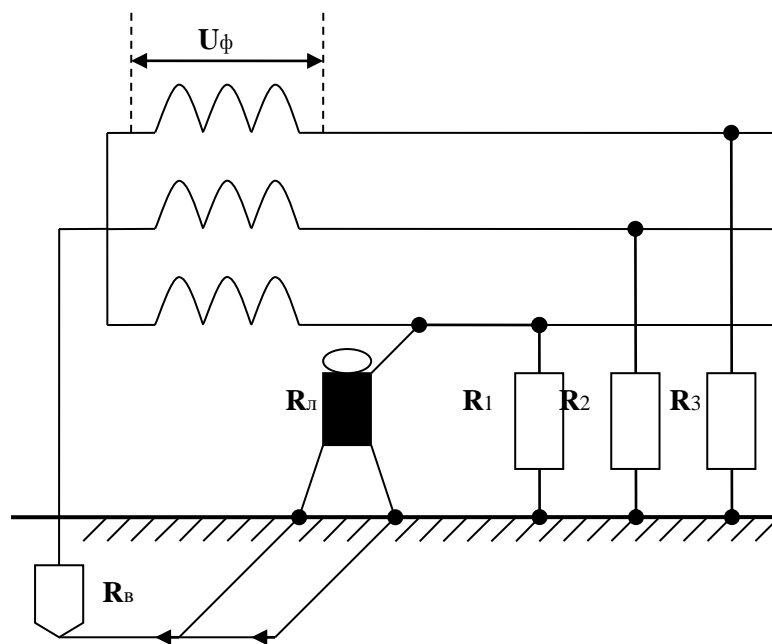


Рис. 7.4 Однополюсне доторкання в трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю

Ключові питання

1. Пояснити вплив електричного струму на організм людини.
2. Від яких чинників залежить опір тіла людини?
3. Які бувають електричні травми?
4. Що відбувається при електричному ударі?

5. Чим відрізняються електричні знаки від металізації шкіри при ураженні людини електричним струмом?
6. Яка допомога надається у стані ураження електричним струмом?
7. Назвіть порогові значення величини електричного струму.
8. Що може захистити людину при двополюсному доторканні струмоведучих дротів?
9. Що може захистити людину при однополюсному доторканні струмоведучих дротів в трьохфазній мережі з ізольованою нейтраллю?
10. Що може захистити людину при однополюсному доторканні струмоведучих дротів трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю?

Самостійне завдання

1. Для успішного виконання та захисту роботи студентіві потрібно теоретично підготуватись за літературою [1,3,4,9; дод.: 2,7,12,29] з основних питань впливу на організм людини шкідливих та вражаючих факторів електричного струму та методами захисту і надання першої допомоги.
2. Підготуватися до обговорення з ключових питань.

Приклади задач

Задача 1. Визначити струм через тіло людини при вимушеному доторканні струмонесучого дроту в квартирній двопроводній електромережі (другий дріт заземлений):

- а) людина торкається одночасно заземленої водопровідної труби (опір дотику дорівнює нулю);
- б) людина стоїть на цементній підлозі у вологому взутті;
- в) людина стоїть на сухій дерев'яній підлозі у сухому взутті. Визначити ступінь ураження. Зробити висновки.

Задача 2. Визначити струм через тіло людини при випадковому доторканні до струмоведучої частини в трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю:

- а) людина під час дощу стоїть на землі;

б) людина стоїть на цементній підлозі у мокрому взутті;

в) людина стоїть на сухій дерев'яній підлозі у сухому взутті. Визначити ступінь ураження. Зробити висновки.

Задача 3. Розрахувати струм через тіло людини при випадковому доторканні до струмоведучого дроту в трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю:

а) людина торкається одночасно заземленої водопровідної труби (опори торкання рівні нулю);

б) людина стоїть на цементній підлозі у мокрому взутті;

в) людина стоїть на сухій дерев'яній підлозі у сухому взутті; Визначити ступінь ураження. Зробити висновки.

Задача 4. Розрахувати струм через тіло людини при випадковому одночасному доторканні до двох струмоведучих дротів трьохфазної мережі:

а) руки не захищені;

б) руки захищені сухою тканиною (опір ізоляції $2 \div 10$ кОм);

в) руки в ізоляційних рукавицях ($R = 100 \div 500$ кОм). Визначити ступінь ураження. Зробити висновки.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані задач

Варіант	Задача 1		Задача 2		Задача 3		Задача 4	
	Rп	Роб	Rп	Роб	Rп	Роб	Риза	Ризб
1	10	20	20	30	30	40	10	100
2	20	30	40	50	60	70	01	200
3	30	40	50	60	70	80	02	300
4	40	50	60	70	80	90	03	400
5	50	60	70	80	90	80	04	500
6	60	70	80	90	80	90	05	600
7	70	80	90	80	70	60	06	700
8	80	90	80	70	60	50	06	800
9	90	80	70	60	50	40	07	900
10	80	70	60	50	50	40	08	800
11	70	60	50	40	30	20	09	700
12	60	50	40	30	20	10	10	600
13	50	40	30	20	20	30	09	500
14	40	30	20	20	30	40	08	400
15	30	40	50	50	60	60	07	300
16	20	30	40	50	60	70	06	200
17	10	20	30	40	50	60	05	300
18	60	70	80	90	80	90	05	600
19	70	80	90	80	70	60	06	700
20	80	90	80	70	60	50	06	800
21	90	80	70	60	50	40	07	900
22	80	70	60	50	50	40	08	800
23	70	60	50	40	30	20	09	700
24	60	50	40	30	20	10	10	600
25	50	40	30	20	20	30	09	500

Список рекомендованої літератури

Основна

1. Айзман Р.И., Кривошекова С.Г., Омельченко И.В. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи : учеб.пособ. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 464 с.
2. Буянов А.К. Первая медицинская помощь. – М: Медицина, 1982. – 48 с.
3. Крикунов Г.Н., Беликов А.С., Залуин В.Ф. Б. Безопасность жизнедеятельности. – Ч.І – Днепропетровск: Пороги, 1992. – 412 с.
4. Миценко І.М. Забезпечення життєдіяльності людини в навколишньому середовищі. – Кіровоград, 1998 – 242 с.
5. Рожков А.П. Пожежна безпека на виробництві . – К., 1997. – 448 с.
6. Скобло Ю.С., Соколовська Т.Б., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Троянов М.М. Безпека життєдіяльності : Навч.посіб.- К.: Кондор, 2003. – 424с.
7. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування : навч. посіб. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2006. – 248 с.
8. Стеблюк М.Ш. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – К.: Знання- Прес, 2007. – 487 с.
9. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навч. посіб., Вид. 2-ге, перерод. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.
10. Яремко З.М. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 301 с.

Додаткова

1. Атаманюк В.Г. и др. Гражданская оборона: Учебник для вузов. 2-изд.- М., 1987. – 288с.
2. Безопасность жизнедеятельности : Краткий конспект лекцій / под. ред.. проф. Русака О.Н. – Санкт-Петербург, 1992. – 115 с.
3. Булгакова Н.Г., Василевская Л.С., Градус Л.Я. и др. Контроль за выбросами в атмосферу и работой газоочистных установок на предприятиях машиностроения: Практ.руководво. – М.: Машиностроение, 1984. –128 с.

4. Гандзюк М.Н., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравелла, 2007. – 384с.
5. Голубев А.К. Безопасность жизнедеятельности. Конспекты лекций. – Одесса, 2003. – 80с.
6. Голубев А.К. Гражданская оборона. Конспекты лекцій . – Одесса, 2002. – 68с.
7. Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери. – Львів, 1997. – 256с.
8. Желібо Е.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. – К.: Каравелла, 2000. – 320с.
9. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Навч. посіб. – Вид. 2-ге доп. – Львів: Афіша, 2001.- 176с.
10. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник . – Вид.3-є перероб. I доп. – Львів: УАД, 2006. – 336с.
11. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності – Львів: ЛБНКНБУ; К.: Знання, 2000. – 186с.
12. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740с.
13. Потапов А.Д. Экология. – М.: Высшая школа, 2002. – 210с.
14. Сеченов И.М. Психология поведения: Избр.тр. – Воронеж. НПО «Модек», 1996. – 317с.
15. Топорков И.К. Основы безопасности жизнедеятельности: Учеб.пособие– СПб: ЛТА, 1994. – 176с.